

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES



Том 48, № 2



ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

2021. Том 48, № 2

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, профессор кафедры бизнес-аналитики (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. Котенко. Корректурa, компьютерная верстка и оригинал-макет Ю.В. Ивахненко. Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Уч.-изд. л. 15,7. Дата выхода 30.06.2021. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

- 205 **Владыка М.В., Московкин В.М., Горбунова Е.И., Дивинари А.**
Пространственный анализ российской кластерной активности
- 217 **Иванова О.П., Данейкин Ю.В., Трифонов В.А., Мухачёва А.В., Чопозов С.И.**
Влияние региональной социально-экономической системы на развитие университета
- 229 **Лыщикова Ю.В.**
Механизмы институционализации и имплементации концепции «умный регион» в управлении устойчивым пространственным развитием территорий

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

- 244 **Кучерявенко С.А., Чистникова И.В., Назарова А.Н.**
Клиентоориентированный подход в системе менеджмента качества: аксиома или требование времени?

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

- 252 **Бареева Е.Д., Прохорова О.Н.**
Антикризисные меры по развитию внутреннего туризма в России
- 264 **Пиньковецкая Ю.С.**
Гендерные различия в предпринимательстве сферы сервиса национальных экономик
- 274 **Хмелев А.В.**
Модель межотраслевого (межтематического) существования современного печатного СМИ: аспекты реализации и потенциальные положительные перспективы
- 287 **Шостак М.А., Яковлева М.А.**
Исследование факторов влияния на особенности управления персоналом гостиничных предприятий: концептуальные аспекты

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

- 299 **Аль Обайди Аднан Таха**
Методологические подходы к формированию принципов бюджетирования производственной деятельности предприятия
- 307 **Гаджиев Н.Г., Коноваленко С.А., Корнилович Р.А., Трофимов М.Н.**
Эффективность финансового сектора как важнейшее условие обеспечения экономической безопасности государства

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 319 **Петрова Е.В.**
Применение субполосных матриц косинус-преобразования для решения задачи выделения контуров объектов на изображениях земной поверхности
- 332 **Баяк О.В., Лозикова И.О.**
Методы математического анализа и прогнозирования оценки занятости и возможности трудоустройства выпускников учебных заведений
- 341 **Ганичева А.В., Ганичев А.В.**
Математическая модель конкуренции политических партий

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

- 350 **Воробьев А.В.**
Метод выбора модели машинного обучения на основе устойчивости предикторов с применением значения Шепли
- 360 **Маслобоев А.В.**
Внутриуровневая и межуровневая согласованность в многоуровневых распределенных системах управления региональной безопасностью
- 376 **Синюгина О.О., Беляева И.Н., Величко М.А.**
Применение STEM-технологий при разработке интерактивных web-приложений
- 383 **Заливин А.Н., Балабанова Т.Н., Прохоренко Е.И., Васильева Н.В.**
Сегментация сканированного рукописного текста на словные фрагменты
- 392 **Агузумцян Р.В., Великанова А.С., Польщиков К.А., Игитян Е.В., Лихошерстов Р.В.**
О применении интеллектуальных технологий обработки естественного языка и средств виртуальной реальности для поддержки принятия решений при подборе исполнителей проектов

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 405 **Гончаренко Ю.Ю., Девицына С.Н.**
Особенности использования стационарных радиолокационных станций для предотвращения чрезвычайных ситуаций террористического характера

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES**2021. Volume 48, No. 2**

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, Professor of the Department of Business Analytics (Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia)

T.V. Nikitina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of Department of banks and financial markets and insurance (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 ЭЛ № ФС 77-77834 dd 31.01.2020.

Publication frequency: 4 /year

Commissioning Editor L.P. Kotenko. Pag Proofreading, computer imposition, page layout by Y.V. Ivakhnenko. Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Publisher's signature 15.7. Date of publishing 30.06.2021. 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

- 205 **Vladyka M.V., Moskovkin V.M., Gorbunova E.I., Divinari A.**
Spatial analysis of Russian cluster activity
- 217 **Ivanova O.P., Daneykin Yu.V., Trifonov V.A., Mukhacheva A.V., Chopozov S.I.**
Influence of the regional socio-economic system on the development of the university
- 229 **Lyshchikova J.V.**
Mechanisms of institutionalization and implementation of the concept of "Smart Region" in the management of sustainable spatial development of territories

INVESTMENT AND INNOVATIONS

- 244 **Kucheryavenko S.A., Chistnikova I.V., Nazarova A.N.**
Customer-oriented approach in the quality management system: an axiom or demand of the time

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

- 252 **Bareeva E.D., Prokhorova O.N.**
Anti-crisis measures for the development of domestic tourism in Russia
- 264 **Pinkovetskaia I.S.**
Gender differences in entrepreneurship in the service sector and the economy
- 274 **Khmelev A.V.**
Model of intersectoral (interthematic) existence of modern print media: implementation aspects and potential positive prospects
- 287 **Shostak M.A., Yakovleva M.A.**
Research of factors influencing features of human resource management of hotels: conceptual aspects

PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

- 299 **Al Obaidi Adnan Taha**
Methodological approaches to the formation of budgeting principles in the main activities of the enterprise
- 307 **Gadzhiev N.G., Konovalenko S.A., Kornilovich R.A., Trofimov M.N.**
Efficiency of the financial sector as the most important condition for ensuring the economic security of the state

COMPUTER SIMULATION HISTORY

- 319 **Petrova E.V.**
Application of subband cosine transformation matrices for increasing visual quality of object's edge on earth surface images
- 332 **Bayuk O.V., Lozikova I.O.**
Methods of mathematical analysis and forecasting employment assessment and employment opportunities for graduates of educational institutions
- 341 **Ganicheva A.V., Ganichev A.V.**
Mathematical model of political party competition

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

- 350 **Vorobev A.**
Feature stability based machine learning model selection method with usage of Shapley values
- 360 **Masloboev A.V.**
Intralayer and interlayer coordination in multi-level distributed management systems of regional security
- 376 **Sinugina O.O., Belyaeva I.N., Velichko M.A.**
Implementation of STEM-technologies in the development of interactive web-applications
- 383 **Zalivin A.N., Balabanova T.N., Prokhorenko E.I., Vasil'eva N.V.**
Segmentation of scanned handwritten text into word fragments
- 392 **Aguzumtsyan R.V., Velikanova A.S., Polshchikov K.A., Igityan E.V., Likhosherstov R.V.**
Application of intellectual technologies of natural language processing and virtual reality means to support decision-making when selecting project executors

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

- 405 **Goncharenko Yu.Yu., Devitsyna S.N.**
Peculiarities of using stationary radar location stations to prevent emergency situations of terrorist character

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

УДК 332.122

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-205-216

Пространственный анализ российской кластерной активности

Владыка М.В., Московкин В.М., Горбунова Е.И., Дивинари А.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

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

E-mail: moskovkin@bsu.edu.ru, gorbunova_e@bsu.edu.ru, 690751@bsu.edu.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено развитие экономического районирования, пространственного развития России с 1840-х гг. по настоящее время. На основе данных, представленных Российской кластерной обсерваторией при Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики», проделано распределение кластерных инициатив по макрорегионам с привязкой их к субъектам Российской Федерации по состоянию на 03.11.2020. Наибольшее количество кластеров выявлено в Центральном макрорегионе (25), наименьшее – в Северо-Кавказском (0). Особое внимание было уделено Центрально-Чернозёмному макрорегиону. На его территории находится 10 кластерных инициатив. Также проделано распределение кластеров для макрорегионов России по их специализации. Всего рассмотрено 12 макрорегионов, каждый из которых характеризуется определённым набором специализаций: информационно-коммуникационные технологии, фармацевтика, новые материалы, микроэлектроника и приборостроение, туризм, целлюлозно-бумажное производство, лесное хозяйство и деревообрабатывающее направление, защита окружающей среды и переработка отходов, технологии в области ядерного и радиационного изучения и др.

Ключевые слова: экономика, кластер, пространственный анализ, экономическое районирование.

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., Московкин В.М., Горбунова Е.И., Дивинари А. 2021. Пространственный анализ российской кластерной активности. Экономика. Информатика, 48 (2): 205–216. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-205-216.

Spatial analysis of Russian cluster activity

Marina V. Vladyka, Vladimir M. Moskovkin, Elena I. Gorbunova, Alen Divinari

Belgorod National Research University,

85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: moskovkin@bsu.edu.ru, gorbunova_e@bsu.edu.ru, 690751@bsu.edu.ru

Abstract. This article examines the development of economic zoning, spatial development of Russia from the 1840s to the present. Based on the data provided by the Russian Cluster Observatory at the National Research University "Higher School of Economics", the analysis of cluster initiatives as of 03.11.2020 was carried out. The largest number of clusters was found in the Central macroregion (25), the smallest—in the North Caucasus (0). Special attention was paid to the Central Black Earth macroregion. There are 10 cluster initiatives on its territory. The classification of clusters by macro-regions of Russia and by specialization in a certain territory of the country is also proposed. In total, 12 macroregions were considered, each of which is characterized by a certain set of specializations: information and communication technologies, pharmaceuticals, new materials,

microelectronics and instrumentation, tourism, forestry and woodworking; pulp and paper production, nuclear and radiation technologies, environmental protection and waste processing, etc.

Keywords: economy, cluster, spatial analysis, economic zoning.

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., Moskovkin V.M., Gorbunova E.I., Divinari A. 2021. Spatial analysis of Russian cluster activity. Economics. Information technologies, 48 (2): 205–216. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-205-216.

Введение

В настоящее время экономическое районирование приобретает все большее значение в развитии регионов. Первые попытки экономического районирования и первые публикации по вопросам районирования в России имеют место уже в 1840-х гг. Появилась практика создания карт и атласов, что стало следствием начальной ориентировки в хозяйственных различиях отдельных территорий империи. Акцент можно сделать на том, что разделение районов по экономическим характеристикам в СССР является приоритетом при обосновании со стороны научного взгляда тактики развития социального и экономического секторов: межотраслевые балансы, планирование и другие методы. Пятилетки, в свою очередь, выступают средством в области разработки и реализации планов по социально-экономическому развитию страны с условием дальнейшего практического применения и внедрения. Такие операции входили в обязанности Академии наук, Госплана и министерства в совместном сотрудничестве.

План Государственной комиссии по электрификации России стал основой для создания Госпланом новейшей организации экономических районов.

Формируя ленинские положения, правила, Комиссия Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета под председательством Михаила Ивановича Калинина (1875–1946 гг.) в 1921 г. создала базовые представления экономического районирования страны. В решениях Комиссии указано, что в форме района должна быть представлена некая, по мере возможности полностью законченная (в экономическом смысле) территория России, которая ввиду некоторых сочетаний особенностей природы (климат, ландшафт и т. д.), культурных накоплений, традиций прошлых поколений с его подготовкой для деятельности в сфере производства представляла бы один из элементов всего процесса народного хозяйства.

В последующие годы вопросами экономического районирования стал заниматься Государственный плановый комитет Совета Министров (Госплан) СССР.

В 1938–1940 гг. Госпланом СССР сформирована новая классификация территорий государства по экономическим районам. По ней районы СССР разделялись на 13 крупнейших экономических зон. Согласно данной классификации, создавались и вводились в действие государственные планы народного хозяйства в последующие 4–6 лет. Эти планы формировались по союзным республикам, сферам, экономическим районам.

В 1963 г. Госплан СССР внес идею по распределению территорий Союза Советских Социалистических Республик на 18 крупнейших экономических зон с в связи с их экономическими и природными характеристиками. В это же время создана и в последующем времени подлежала утверждению таксономическая сетка. Её уточнение было завершено в 1966 году. Содержание таксономической сетки состоит из 18 экономических районов, из которых 10 входят в состав Российской Советской Федеративной Социалистической Республики и Молдавскую Советскую Социалистическую Республику. В 1967 г. Якутия была переведена из Восточной Сибири в Дальний Восток.

Территория РСФСР была разделена на 10 обособленных структур со специализированным экономическим значением: Центральный, Центрально-Чернозёмный,

Волго-Вятский, Северо-Западный, Уральский, Западно-Сибирский, Северо-Кавказский, Восточно-Сибирский, Поволжский и Дальневосточный районы.

В последующее время произошло разделение Северо-Западного района на Северо-Западный и Северный. Таким образом, окончательный вариант сетки районов страны был представлен экономически обособленными 19 районами, в число которых входили те, которые располагались на территории России, их число составляло 11. Территория Советского Союза также включала и промышленные районы, число которых достигало 5. В 1980-х годах развивались и так называемые ТПК (территориально-производственные комплексы) [Зачем Россию перекроили..., 2020].

После развала СССР Госплан был ликвидирован, и работа по экономическому районированию территорий была прекращена. Только через 15 лет после этого развала в государственных органах возник интерес к стратегическому планированию и пространственному развитию территорий.

Зубаревич Н.В. указывала, что было три попытки создания стратегии пространственного развития [Зубаревич, 2019]:

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (раздел «Развитие регионов»). Данный документ был создан в соответствии с поручением Президента РФ по результатам заседания членов Государственного совета России, которое состоялось 21 июля 2006 г.

Целью формирования Концепции является описание способов и путей реализации в долгосрочной перспективе, т. е. на 2008–2020 гг., стабильного увеличения уровня жизни населения страны, активного развития экономики в целом, а также национальной безопасности и усиления позиций Российской Федерации на мировом рынке.

На основе представленной цели в Концепции указаны:

- главные направления длительного социально-экономического развития государства при условиях некоторого опыта предстоящего периода;
- стратегия путей внедрения поставленных задач, включая этапы, направления и способы их реализации;
- виды и механизмы достижения стратегического партнерства между государством, бизнесом и населением;
- цели, целевые индикаторы, приоритеты и главные задачи долгосрочной государственной политики в социальной, научной, технологической деятельности, а также изменений в экономической структуре;
- цели и основные приоритеты внешнеэкономической политики государства;
- элементы пространственного развития экономики России;
- задачи и цели территориального развития страны [Правительство РФ «О Концепции...», 2018].

2. «Стратегия 2020», созданная группой ученых под редакцией ректора Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации Владимира Александровича Мау и ректора Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» Ярослава Ивановича Кузьмина. Данная Стратегия основана на двух элементах: новейшей формы экономического роста и абсолютно новой социальной политике. В данном документе предлагается реализовать ход действий, влияющих на факторы конкурентоспособности, которые не были использованы в полном объеме в прошлых периодах. Кроме существующих природных ресурсов и значительного внутреннего рынка (факторов конкурентоспособности, которые использованы в предыдущей модели экономического роста), это еще и сравнительно лучшее качество человеческого капитала, и явный научный потенциал. С одной стороны, такой ход событий предполагает немного другую совокупность экономических стимулов, мотивации, диверсификации макроэкономических элементов, параметров (понижение инфляции, особое внимание на мобилизацию в экономику

«длинных» денежных средств, увеличение деловой активности и частных инвестиций, преобразование в структуре расходов бюджета), а с другой стороны – изменение социальной политики. Новой социальной политике необходимо наиболее точно принимать во внимание интересы, взгляды населения той части общества, которая может осуществить потенциал роста инноваций. Она создана для формирования комфортных условий в целях осуществления данного потенциала и соответствовать наиболее высоким стандартам социума. Важнейшим звеном политики, которая направлена на реализацию этого маневра, должны стать определенные изменения институциональной среды, делового климата и т. д. [Зубаревич, 2019].

3. «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.», утвержденная Распоряжением Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р. Стратегия создана согласно ФЗ от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», Основами государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденными Указом Президента Российской Федерации от 16 января 2017 г. № 13 «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года», национальными целями и стратегическими задачами развития Российской Федерации на период до 2024 года, определенными Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». В Стратегии указаны главные пункты Стратегии национальной безопасности РФ, утвержденной Указом Президента России от 31 декабря 2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». Основной целью пространственного развития государства является обеспечение стабильного и сбалансированного пространственного развития России, которое направлено на уменьшение различий между регионами в контексте качества жизни общества, увеличения темпов экономического роста и развития инновационных технологий, а также обеспечения национальной безопасности страны. [Правительство РФ «Об утверждении Стратегии пространственного...», 2019, Зубаревич, 2019] Данная Стратегия была предложена командой градостроителей и экономистов страны в целях объединения двух отраслевых специфик: стратегическое планирование и элементы территориального планирования [О разработке «Стратегии...», 2020].

Материалы и методы исследования

На основе данных, представленных Российской кластерной обсерватории при Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики», по кластерным инициативам на 03.11.2020 г. и «Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденной Распоряжением Российской Федерации от 13.02.2019 № 207-р, рассмотрены макрорегионы и созданные на определенной территории кластеры. Проведены их количественные распределения по территориям (субъектам РФ) и специализациям для макрорегионов.

Основные результаты исследования

Процесс развития стратегического планирования тесно связано с процессом кластеризации, начатым в 90-х гг. 20 века. Основателями определения «кластер» являются представители естественных наук. Данный термин является социально-экономическим элементом, который нашел свое применение в различных документах правового и экономического характера в начале 90-х гг. XIX века в трудах ученых-экономистов [Портер, 1990]. Понятие «кластер» используется с различных сторон и характеризует как социальную, так и экономическую систему, применяемую на определенной зоне, которая обеспечивает взаимодействие различных ученых, предпринимателей, представителей власти. Конечный результат такого содействия всех специалистов обеспечивает гарантию эффекта синергии. При внесении любых корректировок в представленное определение происходит интеграция, направленная на учет выделяемых характеристик, определяемых обособленность деятельности

конкретного кластера: «industrial cluster», «regional cluster», «regional innovation cluster» и другие. Современное толкование таких кластеров формируют локальные модели общественного самоуправления (collaborative governance) [Фонотов, Бергаль, 2019].

Таким образом, согласно Стратегии пространственного развития до 2025 года, определены 12 макрорегионов, в которых созданы кластеры, влияющие на их экономическое развитие (табл. 1). По этим 12 макрорегионам нами распределены региональные кластеры, заимствованные с карты кластерных инициатив Кластерной обсерватории НИУ «ВШЭ» [Московкин, Дивинари, Горбунова, 2020].

Таблица 1

Table 1

Количество кластеров по макрорегионам России по состоянию на 03.11.2020, ед.
 Number of clusters by macroregions of Russia as of 03.11.2020, units

№ п/п	Наименование макрорегиона	Территории (субъекты РФ), состоящие в макрорегионе	Количество кластеров
1.	Центральный макрорегион	Брянская (1), Владимирская (0), Ивановская (0), Калужская (2), Костромская (1), Московская (4), Орловская (3), Рязанская (3), Смоленская (3), Тверская (0), Тульская (2), Ярославская (0) области, Москва (6)	25
2.	Центрально-Чернозёмный	Белгородская (1), Воронежская (5), Курская (0), Липецкая (4), Тамбовская (0) области	10
3.	Северо-Западный	Республика Карелия (0), Калининградская (0), Вологодская (4), Ленинградская (1), Мурманская (2), Новгородская (4), Псковская (0) области, Санкт-Петербург (10)	21
4.	Северный	Республика Коми (1), Архангельская область (2), Ненецкий автономный округ (0)	3
5.	Южный	Республика Адыгея (0), Республика Калмыкия (0), Республика Крым (0), Краснодарский край (1), Астраханская (1), Волгоградская (2), Ростовская (9) области, Севастополь (0)	13
6.	Северо-Кавказский	Республика Дагестан (0), Ингушетия (0), Северная Осетия – Алания (0), Кабардино-Балкарская (0), Карачаево-Черкесская (0), Чеченская республики (0), Ставропольский край (0)	0
7.	Волго-Камский	Республика Марий Эл (1), Мордовия (1), Татарстан (6), Удмуртская (1), Чувашская республики (1), Пермский край (3), Кировская (0), Нижегородская (1) области	14
8.	Волго-Уральский	Республика Башкортостан (1), Оренбургская (0), Пензенская (4), Самарская (2), Саратовская, Ульяновская (2) области	9
9.	Уральско-Сибирский	Курганская (1), Свердловская (2), Тюменская (1), Челябинская (1) области, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (1), Ямало-Ненецкий автономный округ (0)	5
10.	Южно-Сибирский	Республика Алтай (0), Алтайский край (5), Кемеровская (2), Новосибирская (1), Омская (3), Томская (3) области	14
11.	Ангаро-Енисейский	Республика Тыва (0), Хакасия (0), Красноярский край (1), Иркутская область (2)	3
12.	Дальневосточный	Республика Бурятия (1), Саха (Якутия) (2), Забайкальский (0), Камчатский (0), Приморский (0), Хабаровский края (1), Амурская (0), Магаданская (0), Сахалинская (0) области, Еврейская автономная область (0), Чукотский автономный округ (0)	4
*Всего:			121

Примечание: 4 кластера находятся одновременно в нескольких субъектах РФ:

1. Ассоциация «Инновационный территориальный электротехнический кластер Чувашской Республики» – Республика Марий Эл, Чувашская Республика – Чувашия;
2. Кластер грузоподъемного (кранового) оборудования – Свердловская область, Челябинская область;
3. Кластер фармацевтической, медицинской промышленности, радиационных технологий – Ленинградская область, г. Санкт-Петербург;
4. ФармДолина – Краснодарский край, Московская область, г. Москва.

Источник: составлено авторами по материалам [Карта кластерных инициатив..., 2020, Правительство РФ «Об утверждении Стратегии пространственного..., 2019].

На основании приведенных в таблице 1 данных видно, что тенденция развития кластеризации в макрорегионах различна. Наибольшее количество кластеров наблюдается в Центральном макрорегионе (25), наименьшее – в Северо-Кавказском (0). В Центральный федеральный округ (ЦФО) входит два макрорегиона: Центральный и Центрально-Черноземный. Взаимосвязи территорий России, которые входят в (ЦФО), со многими регионами, макрорегионами государства значительны и разнообразны. Важнейшими путями развития и формирования ЦФО являются (рис. 1): [Правительство РФ «Об утверждении Стратегии социально..., 2014]:



Рис. 1. Способы развития и формирования Центрального федерального округа России
Fig. 1. Ways of development and formation of the Central Federal District of Russia

Основным принципом является создание, развитие ЦФО на базе максимальной эффективности ресурсов, сбережения природы, природных ландшафтов, локализации полного производственного цикла, использования транзитных возможностей территории, проведения модернизации и усиления инновационности экономики и социальной сферы [Правительство РФ «Об утверждении Стратегии социально..., 2014].

Главная причина отсутствия кластеров в Северо-Кавказском макрорегионе – это удаленность от экономического центра Российской Федерации. Однако существуют предпосылки развития кластеризации, что подтверждается следующими существующими специализациями региона: агропромышленный, топливно-энергетический и машиностроительный комплексы. Данная территория обладает значительным объемом продуктов сельского хозяйства России,

количественное выражение достигает 1/7 продукции. На земледелие предполагается 2/3 продукции всей страны. Данный район выступает ведущим в России по занимаемым площадям по посевам таких культур, как озимая пшеница, рис, кукуруза, сахарная свекла и подсолнечник. Зерновые культуры и овощи возделывают повсеместно. Преимуществами земледелия в данном районе являются высокая урожайность и низкие затраты труда на выращивание. Также на долю территории приходится десятая часть поголовья крупного рогатого скота, четверть всех коз и овец. Преимуществом Северо-Кавказской территории выступает снабжение иных территорий такими запасами как, нефтью, нефтепродуктами, углем и природным газом, а также значительное обеспечение топливом. Положение на пересечении транспортных путей, потребность в сельскохозяйственной технике имеет влияние на развитие машиностроения, как и функционирование комплекса по производству черных и цветных металлов [Северо-Кавказский экономический район, 2020].

В таблице 2 нами проделано распределение кластеров по макрорегионам с учетом их специализации.

На основании представленных данных в таблице 2 можно сделать вывод, что в Центральном макрорегионе преобладает специализация фармацевтики. Согласно Приказу Министерства промышленности и торговли РФ от 23 октября 2009 г. № 965 «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. Фармацевтическая индустрия, являющаяся одним из важнейших элементов системы здравоохранения, стоит на пороге коренных изменений. Инновационный сценарий развития событий предполагает разработку и принятие Стратегии развития фармацевтической промышленности России, призванной решить проблему лекарственного обеспечения населения России в существующих условиях и на долгосрочную перспективу. Конечной целью инициатив является создание устойчивой национальной индустрии, способной обеспечить население Российской Федерации доступными, эффективными и безопасными лекарствами в необходимых количествах. Важнейшим элементом Стратегии является направленность на создание нового поколения инновационных лекарств [Министерство промышленности и торговли РФ «Об утверждении...», 2009].

Таблица 2
Table 2

Количество кластеров, классифицируемых по специализации, в каждом макрорегионе Российской Федерации по состоянию на 03.11.2020, ед.
 Number of clusters classified by specialization in each macro-region of the Russian Federation as of 03.11.2020, units.

№ п/п	Наименование макрорегиона	Специализация	Количество кластеров
1	2	3	4
1.	Центральный	Информационно-коммуникационные технологии	3
		Фармацевтика	5
		Новые материалы	4
		Производство ювелирных изделий	1
		Промышленные биотехнологии	1
		Ядерные и радиационные технологии	1
		Микроэлектроника и приборостроение	2
		Туризм	3
		Производство текстильных изделий, одежды, обуви, изделий из кожи	1
		Производство машин и оборудования	1
		Производство электроэнергии и электрооборудования	1
		Медицинская промышленность	2
Всего:			25



Продолжение табл. 2

1	2	3	4
2.	Центрально-Чернозёмный	Фармацевтика	1
		Авиастроение	1
		Микроэлектроника и приборостроение	1
		Производство машин и оборудования	4
		Производство мебели	1
		Оборонная промышленность	1
		Новые материалы	1
Всего:			10
3.	Северо-Западный	Лесоводство и деревообработка; целлюлозно-бумажное производство	2
		Информационно-коммуникационные технологии	3
		Сельское хозяйство и рыболовство	1
		Туризм	3
		Ядерные и радиационные технологии	2
		Бизнес-услуги	1
		Сельское хозяйство и рыболовство	1
		Защита окружающей среды и переработка отходов	2
		Фармацевтика	1
		Судостроение	1
		Медицинская промышленность	1
		Металлургия, металлообработка и производство готовых металлических изделий	1
		Производство машин и оборудования	1
		Микроэлектроника и приборостроение	1
Всего:			21
4.	Северный	Лесоводство и деревообработка; целлюлозно-бумажное производство	2
		Судостроение	1
Всего:			3
5.	Южный	Фармацевтика	1
		Сельское хозяйство и рыболовство	2
		Производство строительных материалов и иных изделий из стекла, бетона, цемента, гипса, глины, керамики и фарфора	1
		Медицинская промышленность	1
		Промышленные биотехнологии	1
		Производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделий	1
		Ядерные и радиационные технологии	1
		Производство машин и оборудования	1
		Микроэлектроника и приборостроение	2
		Информационно-коммуникационные технологии	1
		Туризм	1
Всего:			13
6.	Северо-Кавказский	–	–

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
7.	Волго-Камский	Производство машин и оборудования	2
		Микроэлектроника и приборостроение	1
		Новые материалы	1
		Автомобилестроение и производство автокомпонентов	3
		Информационно-коммуникационные технологии	2
		Производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделий	1
		Защита окружающей среды и переработка отходов	1
		Оборонная промышленность	1
		Космическая промышленность	1
		Оптика и фотоника	1
Всего:			14
8.	Волго-Уральский	Химическое производство	1
		Информационно-коммуникационные технологии	1
		Микроэлектроника и приборостроение	1
		Медицинская промышленность	2
		Оборонная промышленность	1
		Космическая промышленность	1
		Авиастроение	1
		Ядерные и радиационные технологии	1
Всего:			9
9.	Уральско-Сибирский	Производство машин и оборудования	2
		Металлургия, металлообработка и производство готовых металлических изделий	1
		Добыча сырой нефти и природного газа	1
		Лесоводство и деревообработка; целлюлозно-бумажное производство	1
Всего:			5
10.	Южно-Сибирский	Фармацевтика	2
		Производство машин и оборудования	1
		Производство электроэнергии и электрооборудования	1
		Новые материалы	1
		Химическое производство	3
		Медицинская промышленность	1
		Защита окружающей среды и переработка отходов	1
		Информационно-коммуникационные технологии	1
		Промышленные биотехнологии	1
		Оборонная промышленность	1
		Ядерные и радиационные технологии	1
Всего:			14

Окончание табл. 2

11.	Ангаро-Енисейский	Ядерные и радиационные технологии	1
		Фармацевтика	1
		Авиастроение	1
Всего:			3
12.	Дальневосточный	Авиастроение	2
		Лесоводство и деревообработка; целлюлозно-бумажное производство	1
		Туризм	1
Всего:			4

Источник: составлено авторами по материалам [Карта кластерных инициатив..., 2020]

Центрально-Черноземный макрорегион ориентирован на разработку и производство различной техники, машин, оборудования, включая производство роботов, станков, подъемного и гидропневматического оборудования и спецтехники. Машиностроение характеризуется многоотраслевой структурой. В данном регионе наибольший удельный вес занимают отрасли, характеризующие значительные объемы затрат. К числу таких трудоемких отраслей относят: авиационную, производство по радиоэлектронике и приборостроение. В совокупности учитывается производство экскаваторов, металлорежущих станков, горнорудное машиностроение, работы по производству кузнечно-прессовых машин, сельскохозяйственное машиностроение, включая тракторостроение, машиностроение химического и нефтехимического направления, производство металлических конструкций. Все представленные элементы входят в состав, так называемых металлоемких отраслей. Размещение машиностроительного комплекса в макрорегионе отличается крайней неравномерностью и сосредоточено в основном в Воронежской области (42 % от общего выпуска продукции) [Машиностроение, 2020].

Северо-Западный макрорегион характеризуется, в основном, такими специализациями, как информационно-коммуникационные технологии и туризм (индустрия развлечений и отдыха, искусство, спорт). Северо-Западный федеральный округ на своей территории разработал и на данный момент реализует программы, именуемые: «Устранение цифрового неравенства» и «Умный город». Работы по координации действий, направленных на реализацию перечисленных программ, осуществляет АНО «Стратегическое партнерство «Северо-Запад» по содействию и координации реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» на территории Северо-Западного федерального округа» совместно с ПАО «Ростелеком». Взаимодействие партнерств отражается в офисе проектного назначения под названием «Цифровая экономика». Ведущая цель создания данного проектного офиса заключается в том, чтобы максимально больше скоординировать в своем проекте по внедрению элементов цифровой экономики дополнительные вложения. Проектный офис в процессе функционирования позволяет представителям любой территории Северо-Западного федерального округа стать участником состава проекта. Подобным действием образуется единый межрегиональный орган, целью которого будет служить реализация федеральной программы, направленной на развитие цифровой экономики. В более чем 4,5 тыс. информационных систем персональных данных обрабатывается информация о населении данной территории [Ерохина, Гагарина, 2019]. Развитие туристической сферы предполагалось еще в Распоряжении Правительства РФ от 18 ноября 2011 года № 2074-р «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Северо-Западного федерального округа на период до 2020 года» [Правительство РФ «Об утверждении Стратегии социально..., 2011].

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что с развитием различных пространственных и отраслевых стратегий федерального и регионального уровня в регионах активно происходит экономическая кластеризация, что оказывает положительное влияние на всю экономику государства в целом.

Список источников

1. Карта кластерных инициатив России. URL: <https://map.cluster.hse.ru/list/>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
2. Машиностроение. URL: <http://www.ethnowork.ru/rins-92-1.html>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
3. Министерство промышленности и торговли РФ «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» от 23 октября 2009 г. № 965. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4089282/>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
4. О разработке «Стратегии пространственного развития РФ». URL: <http://freeconomy.ru/tribuna/o-razrabotke-strategii-prostranstvennogo-razvitiya-rf.html>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
5. Правительство РФ «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» от 17 ноября 2008 г. № 1662-р (ред. от 28.09.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/. (дата обращения: 13 ноября 2020).
6. Правительство РФ «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года» от 13 февраля 2019 г. № 207-р (ред. от 31.08.2019). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/. (дата обращения: 13 ноября 2020).
7. Правительство РФ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Центрального федерального округа на период до 2020 года» от 06 сентября 2011 г. № 1540-р (ред. от 26.12.2014). URL: <https://rg.ru/2011/09/27/cfo-razvitie-site-dok.html>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
8. Правительство РФ «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Северо-Западного федерального округа на период до 2020 года» от 18 ноября 2011 г. № 2074-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902317621>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
9. Северо-Кавказский экономический район. URL: <https://www.geo-magellan.online/post/severo-kavkazskiy-ekonomicheskii-rajon>. (дата обращения: 13 ноября 2020).

Список литературы

1. Абдуллаева З.М., Сайфулин И.С. 2020. Эволюционное развитие кластера и условия его формирования. Экономика и предпринимательство, 4 (117): 521–524.
2. Ерохина Е.В., Гагарина Г.Ю. 2019. Особенности развития цифровой экономики в Северо-Западном федеральном округе: проблемы и перспективы. Вестник российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, 3 (105): 49–68.
3. Зачем Россию перекроили на новые макрорегионы? URL: <https://www.planetkob.ru/articles/8462/zachem-rossiyu-perekroili-na-novye-makroregiony>. (дата обращения: 13 ноября 2020).
4. Зубаревич Н.В. 2019. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты. Вопросы экономики, 1: 135–145.
5. Кузьмина Е.В., Шевченко С.А., Кузьмина М.И., Минаева О.А. 2020. Устойчивое развитие регионов на основе формирования инновационных кластеров. Экономика и предпринимательство, 4 (117): 300–303.
6. Ланская Д.В., Яковленко А.Е. 2020. Методы и модель развития инновационной инфраструктуры регионального кластера полного цикла исследований и инноваций. Естественно-гуманитарные исследования, 29 (3): 178–183.
7. Московкин В.М., Дивинари А., Горбунова Е.И. 2020. Количественный анализ кластерных инициатив регионов Российской Федерации. Экономика. Информатика. 47 (3): 459–472. <https://doi.org/10.18413/2687-0932-2020-43-3-459-472>
8. Фонов А.Г., Бергаль О.Е. 2019. Территориальные кластеры как механизм пространственного развития экономики России. Журнал экономической теории, 16 (4): 673–687.
9. Шаповалова Е.Б. 2020. Понятие «кластер»: этапы его жизненного цикла и формирования. Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. Сборник научных статей по итогам третьей международной научной конференции. Казань, ООО «Конверт»: 173–179.
10. Эрндженева Д.Б., Бадмаева А.Б., Манджиева А.А., Дармаев А.Л., Алыков Ч.С., Басхаева В.И. 2020. Формирование и развитие региональных кластеров как точек экономического роста территории. Вестник Алтайской академии экономики и права, 1: 133–137.
11. Porter M.E. 1990. The competitive advantage of nations. Harvard business review, 68 (2): 73–93.



References

1. Abdullayeva Z.M., Sayfulin I.S. 2020. Evolutionary development of the cluster and conditions of its formation. *Economics and entrepreneurship*, 4 (117): 521–524. (in Russian)
2. Erokhina E. V., Gagarina G. Yu. 2019. Features of digital economy development in the north-western federal district: problems and prospects. *Bulletin of the plekhanov russian university of economics*, 3 (105): 49–68. (in Russian)
3. Why was russia redrawn into new macro-regions? Available at: <https://www.planet-kob.ru/articles/8462/zachem-rossiyu-perekroili-na-novye-makroregiony>.
4. Zubarevich N.V. 2019. Spatial development strategy: priorities and tools. *Economic issues*, 1: 135–145. (in Russian)
5. Kuzmina E.V., Shevchenko S.A., Kuzmina M.I., Minaeva O.A. 2020. Sustainable development of regions based on the formation of innovative clusters. *Economics and entrepreneurship*, 4 (117): 300–303. (in Russian)
6. Lanskaya D.V., Yakovlenko A.E. 2020. Methods and model of development of innovation infrastructure of a regional cluster of a full cycle of research and innovation. *Natural and humanitarian studies*, 29 (3): 178–183. (in Russian)
7. Moskovkin V.M., Divinari A., Gorbunova E.I. 2020. Quantitative analysis of cluster initiatives in Russian regions. *Economics. Information technologies*. 47 (3): 459–472. <https://doi.org/10.18413/2687-0932-2020-43-3-459-472> (in Russian).
8. Fonotov A. G., Bergal O. E. 2019. Territorial clusters as a mechanism for spatial development of the russian economy. *Journal of economic theory*, 16 (4): 673–687. (in Russian)
9. Shapovalova E.B. 2020. The concept of "cluster": the stages of its life cycle and formation. Priority directions of innovative activity in industry. Collection of scientific articles on the results of the third international scientific conference. Kazan, OOO "Envelope": 173–179.
10. Arangelova D.B., Badmaeva A.B., Mandzhieva A.A., Darmaev A.L., Lykov C.S., Bushueva V.I. 2020. Formation and development of regional clusters as points of economic growth of the territory. *Bulletin of the Altai academy of economics and law*, 1: 133–137.
11. Porter M.E. 1990. The competitive advantage of nations. *Harvard business review*, 68 (2): 73–93.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Московкин Владимир Михайлович, доктор географических наук, профессор кафедры мировой экономики, директор Центра развития публикационной активности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Горбунова Елена Игоревна, ассистент кафедры инновационной экономики и финансов Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Дивинари Алэн, аспирант кафедры прикладной экономики и экономической безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

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

Vladimir M. Moskovkin, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of World Economy, Director of the Center for Development of Publication Activity of Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Elena I. Gorbunova, Assistant of the Department of Innovative Economics and Finance of Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Alen Divinari, Post-graduate Student of the Department of Applied Economics and Economic Security of Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

УДК 378.4
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-217-228

Влияние региональной социально-экономической системы на развитие университета

Иванова О.П., Данейкин Ю.В., Трифонов В.А., Мухачёва А.В., Чопозов С.И.

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого,
Россия, 173003, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41
E-mail: prof-ivanova@mail.ru

Аннотация. В условиях запуска программы стратегического академического лидерства университетов «Приоритет 2030», модернизации моделей эффективного использования вузов в территориальном развитии важны не только подходы к оценке вклада вузов в экономику субъектов РФ, но и методики анализа влияния региональной социально-экономической системы на результативность организаций высшего образования. Целью данного исследования является формирование совокупности критериев, позволяющих представить результат влияния региональной социально-экономической системы на показатели результативности университета. На основе статистических методов анализа определены образовательные, коллаборационные, социальные, экономические эффекты от воздействия территориальных характеристик на показатели вуза (на примере Новгородской области и Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого). Результаты представленного в статье исследования могут быть использованы при корректировке стратегии социально-экономического развития Новгородской области, а также транслированы в практику стратегического планирования российских регионов как идея «включенности» системы регионального управления в развитие систем высшего образования.

Ключевые слова: высшее образование, эффекты, методика, детерминация, закономерности, социально-экономические аспекты, социально-экономическое положение региона.

Благодарности: статья подготовлена при поддержке Международного научного фонда экономических исследований академика Н.П. Федоренко.

Для цитирования: Иванова О.П., Данейкин Ю.В., Трифонов В.А., Мухачёва А.В., Чопозов С.И. 2021. Влияние региона на развитие университета. Экономика. Информатика, 48 (2): 217–228. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-217-228.

Influence of the regional socio-economic system on the development of the university

**Olga P. Ivanova, Yuri V. Daneykin, Vladimir A. Trifonov, Anna V. Mukhacheva,
Sergey I. Chopozov**

Novgorod State University named after Yaroslav the Wise, 41 Bolshaya Petersburg St,
Veliky Novgorod, 173003, Russia
E-mail: prof-ivanova@mail.ru

Abstract. In the context of the launch of the Priority 2030 strategic academic leadership program for universities, modernization of models for the effective use of universities in territorial development, not only approaches to assessing the contribution of universities to the economy of the Russian Federation are important, but also methods of analyzing the impact of the regional socio-economic system on the performance of higher education organizations. The purpose of this study is to form a set of criteria that allow presenting the result of the influence of the regional socio-economic system on the performance indicators of the university. Based on statistical methods of analysis, educational, collaboration, social, economic effects of the impact of territorial characteristics on the performance of the university were determined (on the example of the Novgorod region and the Novgorod State University named after Yaroslav the Wise). The results of the



research presented in the article can be used when adjusting a strategy for the socio-economic development of the Novgorod region, and also translated into the practice of strategic planning of Russian regions as the idea of "inclusion" of the regional management system in the development of higher education systems.

Keywords: higher education, effects, methodology, determination, patterns, socio-economic aspects, socio-economic situation of the region.

Acknowledgments: the article was prepared with the support of the International Scientific Foundation for Economic Research Academician N.P. Fedorenko.

For citation: Ivanova O.P., Daneykin Yu.V., Trifonov V.A., Mukhacheva A.V., Chopozov S.I. 2021. Influence of the regional socio-economic system on the development of the university. *Economics. Information technologies*, 48 (2): 217–228. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-217-228.

Введение

В настоящее время российские университеты вступили в эпоху качественной модернизации моделей взаимодействия с научными организациями, промышленными партнерами, органами власти. Государство, инвестируя в программу «Приоритет 2030» (программу стратегического академического лидерства университетов), нацелено на рост эффекта от кооперации научных, образовательных организаций, промышленных компаний и востребованность результатов их взаимодействия в реальном секторе экономики регионов.

Запуск программы «Приоритет 2030», необходимость системного сопряжения и согласования стратегии научно-технологического развития РФ, нового скорректированного национального проекта «Наука и университеты» и входящих в него федеральных проектов «Интеграция», «Исследовательское лидерство», «Кадры», «Инфраструктура» для реализации научно-технологического прорыва обуславливают актуальность поиска форматов эффективного сотрудничества университетов и органов региональной власти.

Происходит и в дальнейшем будет усиливаться трансформация всей системы образования (школьного, среднеспециального, высшего, послевузовского). Меняются взаимоотношения не только между основными группами экономики – власть и бизнес, но изменяются процессы взаимодействия между научными организациями, университетами, промышленными компаниями. Очевидно, что Россия, как, впрочем, и другие государства, попадает в новую реальность, со значительной стохастикой относительно экономики. Происходящие изменения требуют осмысления, комплексного исследования и разработки современных масштабных систем управления образовательным процессом, усиления кадрового, технологического, организационного потенциала образования и науки с учетом факторов и обстоятельств, особенно связанных с эпидемией, экономическим кризисом, тенденциями, получающими развитие в РФ и мире. Решение задачи по вхождению РФ в число мировых лидеров по качеству образования и объемам научных исследований и разработок требует качественного методического инструментария оценки результативности реализации программ развития университетов, в частности их взаимодействия с разными группами стейкхолдеров, в том числе, органов власти.

Кризис, пандемия выявили стремление университетов активно участвовать в решении проблем, появившихся перед обществом. Стремление университетов благотворно воздействовать на развитие регионов, городов («третья» миссия) изучается давно и масштабно. Но востребовано не только ответственное поведение университета по отношению к городу, региону своего пребывания, но и поддержка региональным сообществом местных университетов. В современных условиях вузы становятся участниками регионального социально-экономического развития, представители органов власти, предприятий реального сектора, местных сообществ включаются в состав управления вузами.

Обзор исследований показал, что многие региональные системы высшего образования в нашей стране недостаточно реализуют свои возможности для регионального развития

[Mekushetal., 2021]. Равным образом и региональное развитие имеет нераскрытые резервы реализации положительных эффектов для деятельности опорных университетов [Макарова, 2021; Morozovaetal., 2020]. На исправление этой ситуации направлена программа «Приоритет 2030», базирующаяся на идее обеспечения целей национального развития и поддержку вузов, готовых сотрудничать в своем развитии с Администрацией региона.

Исследованием влияния университетов на развитие региона занимались многие исследователи. Ряд из них отмечают, что экономические, технологические, социокультурные векторы жизни регионов обусловлены траекториями развития региональных вузов и чем меньше населения в области, тем в большей степени перспективы ее прогресса зависят от наличия эффективно функционирующей организации высшего образования [Зборовский, Амбарова, 2018]. Университеты становятся источником экономического, культурного, социального развития города, региона не только за счет экономического вклада в бюджеты городов и областей в виде налогов, но и развития культурного пространства [Балмасова, 2016; Glushakovaetal., 2016]. Помимо обучения, социализации, профессиональной подготовки, развития науки и культуры университеты играют градообразующую, градоразвивающую и градосохраняющую функции [Вахштайн, 2011; Резник, Курдова, 2014]. Университеты рассматриваются как ключевые агенты внутрирегиональной концентрации распространения знаний [Fritsch, Schwirten, 2006]. Кранзеева Е.А. в своих трудах систематизирует механизмы влияния университетов на региональное развитие [Kranzeeva, 2017].

Подход к коллаборации промышленности, науки и образования «Тройная спираль», его разновидности освещаются в работах таких авторов, как Г. Ицковиц, Л. Лейдесдорф, И. Кай, М. Ранга, А. Брем, Ц. Джоу, Х. Люндберг и др. Ученые исследуют процессы производства вузами новых знаний, технологий, способы внедрения их в социально-экономические системы регионов [Huggins, Johnston, 2009; Benneworth, Charles, 2005]. В научных трудах отмечается, что инновационные результаты университетов (патенты, лицензии, ноу-хау и т. д.) находят спрос преимущественно в географическом ареале деятельности университетов [Valero, Reenen, 2016].

Для оценки эффектов для региона от инновационно-исследовательской деятельности университета Бирмингема [Theimpact of the University of Birmingham (A report for the University of Birmingham), 2013]: число изобретений, патентов, новых инновационных предприятий, создаваемых при участии вуза, публикуемость статей преподавателями вуза, позиции университета в академических и исследовательских рейтингах.

Обратная детерминация (влияние региона на региональные университеты) рассматривалась значительно меньшим количеством исследователей. Данное научное направление остается слабо изученным, что открывает широкое поле для исследовательского анализа. Региональные органы власти самым непосредственным образом способны обеспечивать развитие опорных университетов на своей территории, не столько выступая донорами в этом процессе, сколько равноправными партнерами, ключевыми стейкхолдерами. Только в этом случае могут быть получены взаимовыгодные полезные эффекты для развития региональных вузов и территорий их размещения.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является влияние регионального развития на становление и функционирование регионального университета на его территории. Несмотря на наличие множества разработок методик оценки эффективности университетов и научных организаций, до сих пор не решена проблема поиска адекватной системы оценки взаимовлияния университетов и региона.

Являясь важными компонентами региональной экономики, университеты должны быть полноправными участниками регионального экономического планирования [Аветисян, Геворкян, 2020]. Они способны быть коллабораторами в вопросах планирования и продвижения экономического развития страны и региона [Boulton, Breimer, 2006]. В настоящее время значительное внимание уделяется возможностям и перспективам именно



региональных вузов. Именно поэтому актуальность исследования обусловлена необходимостью модернизации модели развития регионального университета в целях обеспечения сбалансированности экономики региона и удовлетворения потребности его перспективной структуры экономики, а также создания механизма эффективного использования университета в региональном развитии. В связи с этим важны результаты: формирование системы показателей оценки 1) вклада университета в развитие социально-экономической системы региона и 2) влияния социально-экономической системы региона на перспективы развития университета. Если в отношении первого направления (влияния университетов на региональное развитие), как уже было указано ранее, существуют отечественные и зарубежные разработки, то второе направление (влияние региона на развитие университетов) нередко выпадает из поля внимания науки.

Задача настоящей статьи – представить комплекс показателей оценки влияния социально-экономической системы региона на перспективы развития университета и проведение этой оценки.

В исследованиях зарубежных ученых применяются подходы, дающие возможность оценить степень коллаборации вузов и местных сообществ, их сетевого сотрудничества, услуг вузов по осуществлению непрерывного дополнительного профессионального образования, консалтинга, проведению совместных исследований с промышленными предприятиями, организации коммерциализации научно-технического трансфера [Fritsch, Slavtchev, 2007].

В рамках данной статьи предлагается для оценки следующая совокупность показателей для определения влияния региона на развитие университета: доля обучающихся по договорам, в том числе, о целевом обучении от общего числа студентов по очной форме; миграционный прирост (убыль); средняя заработная плата в регионе; увеличение (уменьшение) численности постоянного населения за последние 5 лет; число прибывших в регион (в абсолютных числах и в расчете на 1000 населения); ВРП на одного жителя региона; индекс стоимости жизни; безработица среди молодежи; спрос на выпускников вуза в регионе; качество школьного образования в регионе; участие университета в региональных программах; меры стимулирования стратегических инициатив университета в социально-экономическое развитие региона.

Далее указанная методика в максимально возможном числе выделенных показателей влияния региона на развитие университета была апробирована на Новгородской области и опорном вузе территории – ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого». Дальнейшая модернизация отечественной системы статистических данных и регионального мониторинга позволит впоследствии собирать полную информацию из указанного выше перечня.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим данные по Новгородской области и ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава мудрого» в разрезе показателей оценки влияния региона на развитие опорного университета:

1) **Доля обучающихся по программам высшего образования по договорам, включая** договоры о целевом обучении от общего числа обучающихся по очной форме. Практика статистического внутреннего учета по Новгородской области позволяет оценить такой показатель, как доля студентов, обучающихся на местах с полным возмещением стоимости обучения (доля студентов, обучающихся на местах с полным возмещением стоимости обучения, к общей численности студентов) в Новгородской области (рисунок 1) в динамике за 2010–2020 гг.

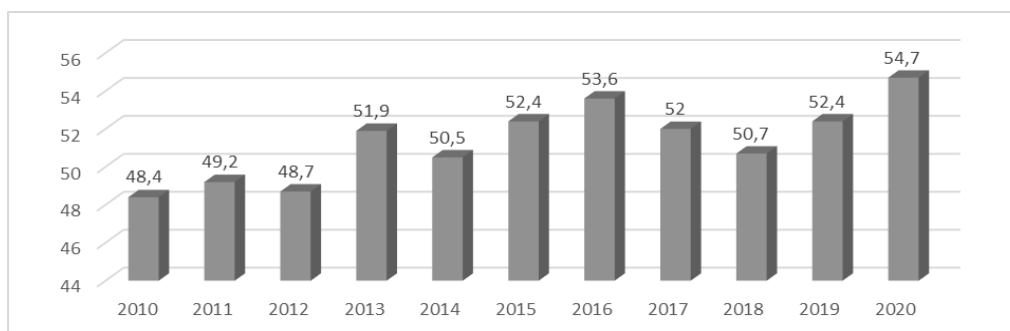


Рис. 1. Доля студентов, обучающихся на местах с полным возмещением стоимости обучения (доля студентов, обучающихся на местах с полным возмещением стоимости обучения, к общей численности студентов) в Новгородской области

Fig. 1. Proportion of field students with full tuition reimbursement (proportion of field students with full tuition reimbursement to the total number of students)

Как видно из представленных данных, наблюдается тенденция к увеличению доли студентов, обучающихся на условиях полного возмещения затрат в Новгородской области – с 48,4 % в 2010 году до 54,7 % в 2020 году. Это свидетельствует о позитивном влиянии имиджа и привлекательности Новгородской области как фактора выбора абитуриентами места получения высшего образования.

2) **Миграционный прирост (убыль).** Согласно официальной статистике, в Новгородской области до 2016 года включительно отрицательное сальдо миграции в одних периодах сменялось равнозначным положительным сальдо в других. В 2017–2018 гг. зафиксирован отток населения, который сменился приростом в 2019 году. По предварительным данным в 2020 году также зафиксировано положительное сальдо миграционного прироста [Миграционный прирост]. Тенденция роста приезжих благоприятно влияет на развитие регионального университета, поскольку отражает влияние привлекательности региона для проживания и обучения.

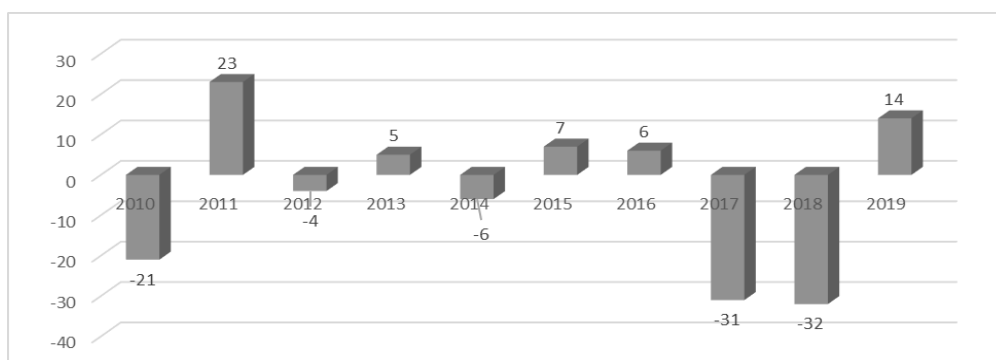


Рис. 2. Миграционный прирост, на 10000 человек населения [Миграционный прирост]

Fig. 2. Migration growth, per 10,000 population

3) **Средняя заработная плата в регионе.** Среднедушевые доходы в Новгородской области увеличились в номинальном выражении, имели тенденцию к росту до 2015 гг., затем закрепились на уровне около 25–26 тысяч рублей. Динамика реальных доходов отражает общероссийскую тенденцию.

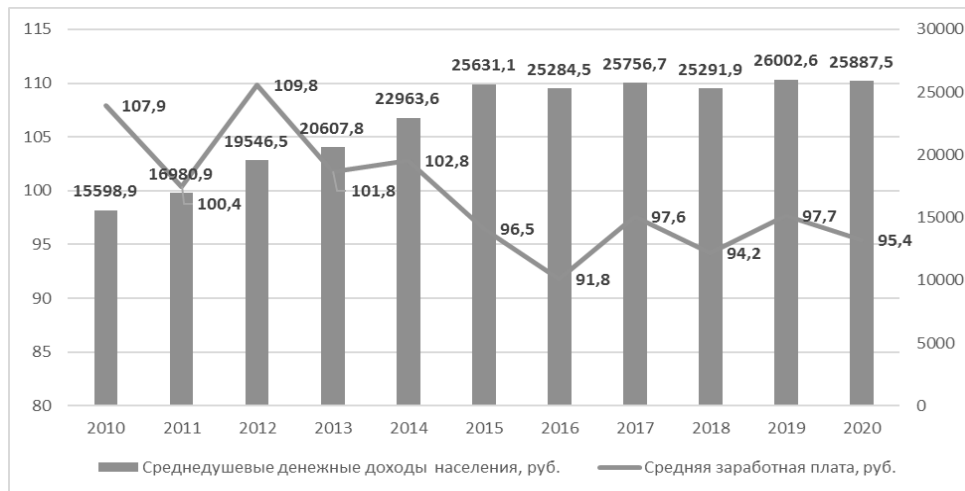


Рис. 3. Динамика среднедушевых доходов и реальных денежных доходов в Новгородской области [Официальный сайт Территориального органа]

Fig. 3. Dynamics of average per capita income and real money income in the Novgorod region

4) **Увеличение (уменьшение) численности постоянного населения за последние 5 лет.** Численность населения Новгородской области за последние 5 лет незначительно снизилась – с 612,5 тыс. чел. в 2017 году до 592,4 тыс. чел. в 2021 году (на 3 %). Сохраняющаяся стабильность численности населения – важный фактор формирования численности абитуриентов регионального вуза.

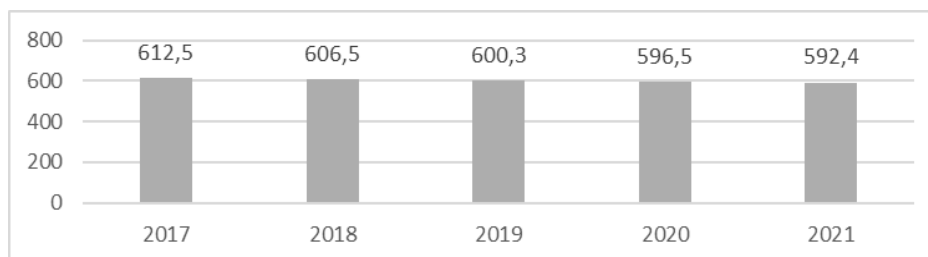


Рис. 4. Численность населения Новгородской области, тыс. чел. [Официальный сайт Территориального органа]

Fig. 4. Population of the Novgorod region, thousand people

5) **Число прибывших в регион (в абсолютных числах и в расчете на 1000 населения).** Число прибывших в Новгородскую область в абсолютном выражении установилось последние 5 лет на уровне 23–24 тыс. человек (38–41 чел. на 1000 населения) и остается стабильным. Это демонстрирует формирование благоприятного имиджа территории для проживания, в том числе, для обучения в вузе.

6) **ВРП на одного жителя региона.** В номинальном выражении ВРП на душу населения Новгородской области увеличился за последние 12 лет в 2,3 раза. Рост ВРП на одного жителя рассматривается как фактор, благотворно воздействующий на развитие региона, его социально-экономическое состояние, прогресс регионального вуза.

7) **Индекс стоимости жизни.** Данный показатель опирается на индекс потребительских цен, который в Новгородской области демонстрировал рост в 2010–2015 гг. (106–112 %), более низкие значения показателя наблюдались в 2017–2020 гг. (102–106 %). Такие показатели отражают привлекательность территории для проживания, являются фактором, способствующим тому, чтобы абитуриенты оставались учиться в регионе и приезжали из других областей.

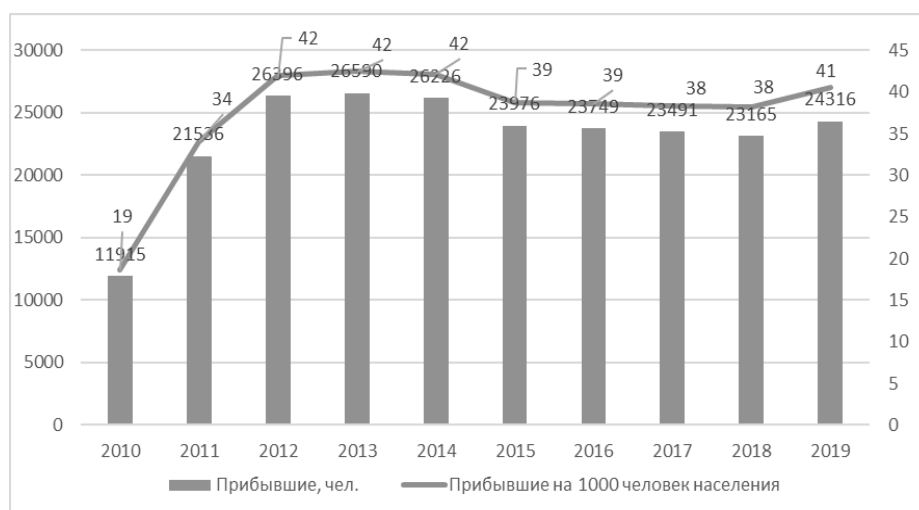


Рис. 5. Численность прибывших в Новгородскую область в абсолютном выражении и на 1000 человек населения [Официальный сайт]

Fig. 5. The number of arrivals to the Novgorod region in absolute terms and per 1000 population

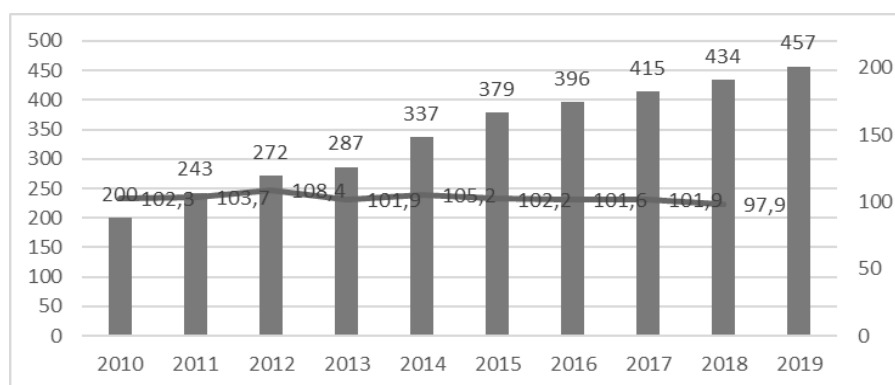


Рис. 6. ВРП на душу населения, физический объем ВРП Новгородской области [Официальный сайт]

Fig. 6. GRP per capita, physical volume of the GRP of the Novgorod region

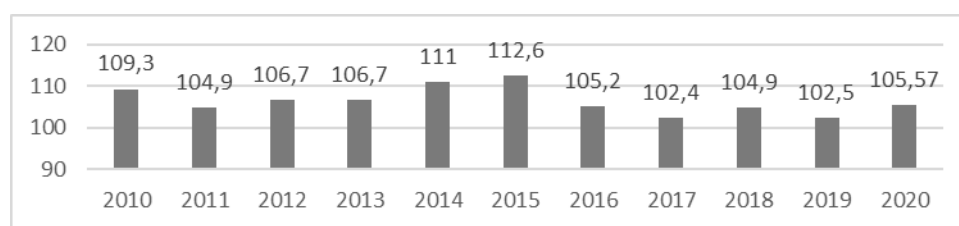


Рис. 7. Индекс потребительских цен [Официальный сайт]

Fig. 7. Consumer price index

8) **Безработица среди молодежи.** В 2019 году уровень безработицы в возрасте 20–29 лет в Новгородской области составлял 5,7 %, 30–39 лет – 3,6 %, что в целом соответствует значениям показателя в других регионах Северо-Западного федерального округа. Уровень безработицы молодых людей в возрасте 15–19 лет составил 10,8 %, однако по сравнению с регионами-соседями данный показатель можно характеризовать как гораздо более низкий (по СЗФО в среднем 27,6 %), а это означает, что возможность устроиться на работу у выпускников выше, что можно считать положительным влиянием региональной среды на развитие университета.



9) **Спрос на выпускников вуза в регионе.** Данный показатель измеряется преимущественно на основе анализа доли выпускников, трудоустроенных по профессии, который различается по институтам НовГУ. Так, процент трудоустройства выпускников института медицинского образования НовГУ составляет 95 %, политехнического Института – 90 % [Программа развития]. Доля выпускников, нашедших работу в течение календарного года, следующего за годом выпуска, в общей массе выпускников НовГУ, получивших высшее образование, является высоким (80 %). Из них почти 70 % находят работу в Великом Новгороде и Новгородской области. Спрос на выпускников университета в регионе – благоприятный фактор развития вуза. Региональные и муниципальные власти предлагают специальные, благоприятные условия для трудоустройства молодых специалистов, в том числе медиков (предоставляется жилье), приезжающих на работу в малые города области (например, в муниципальный округ Сольцы). Кроме того, реализация в Новгородской области проекта создания инновационного научно-технологического центра (ИНТЦ) «Интеллектуальная электроника – Валдай» позволит создать значительное количество новых рабочих мест для инженеров, в том числе, электронной промышленности.

10) **Качество школьного образования в регионе.** В 2019/20 учебном году в Новгородской области обучалось 65,7 тысяч школьников, 5,7 тысяч из них получило аттестат об основном общем образовании (9 классов), 2,5 тысячи – о среднем общем (11 классов), что в целом соответствует общей тенденции по СЗФО. Согласно данным СМИ, в Новгородской области в 2020 году зафиксирован достаточно высокий средний балл ЕГЭ по результатам зачисления в новгородские вузы – 70 баллов, что соответствует 14-му результату по России [Средний балл абитуриентов]. Следовательно, можно определить качество обучения в новгородских школах как высокое. Качество подготовки выпускников школ – абитуриентов вуза – определяет качество подготовки студентов. Таким образом, данный фактор положительно влияет на развитие регионального университета.

11) **Участие университета в региональных программах. Меры стимулирования стратегических инициатив университета в социально-экономическое развитие региона.** В настоящее время в Новгородской области реализуются многие государственные программы с активным участием опорного университета, в том числе, связанные с развитием образования в Новгородской области, совершенствованием организации физической культуры, спорта и молодежной политики, содействием занятости населения, обеспечением экономического развития Новгородской области, развитием цифровой экономики в регионе, повышением эффективности функционирования промышленности. Среди национальных и региональных проектов Новгородской области с участием университета можно отметить проект «Школа лидеров Новгородчины», региональный проект «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения Новгородской области квалифицированными кадрами», региональный проект «Молодые профессионалы», региональный проект «Цифровая образовательная среда», региональный проект «Популяризация предпринимательства», региональный проект «Кадры для цифровой экономики».

В НовГУ успешно работает подразделение по пилотированию проектов. Его задачами стали не только интеграция проектов цифровой экономики и проектов Национальной технологической инициативы в инновационно-технологическое пространство региона, а также содействие их тиражированию в РФ.

НовГУ участвует в крупных региональных проектах, связанных с информатизацией и цифровизацией в регионе, подготовкой высокопрофессиональных инженерно-технических кадров: инновационного научно-технологического центра «Интеллектуальная электроника – Валдай», «Новгородской технической школы». Цифровая грамотность студентов НовГУ предусматривается также реализуемой университетом концепцией «Город-Университет», нацеленной на подготовку передовых специалистов.

Следует отметить стимулирование региональными органами власти привлечения талантливой молодежи в региональный университет. Так, в частности при поддержке Правительства Новгородской области в НовГУ реализуются программы «Бакалавриат+», «Магистратура+», «Аспирантский прорыв». Программы предусматривают финансирование

обучения молодых людей по программам бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, ординатуры за счет средств университета от приносящей доход деятельности. Правительство же региона оказывает поддержку при трудоустройстве выпускников, выстраивании их индивидуальных траекторий карьеры, материальной помощи.

Ряд предлагаемой системы показателей влияния региона на развитие опорного университета будет (например, количество вновь созданных рабочих мест) освещен по мере включения в стандарты статистического анализа региона и/ или систему внутреннего мониторинга опорного университета и региональных органов власти. Таким образом, система индикаторов будет непрерывно совершенствоваться и пополняться новыми показателями, служащими эффективными маркерами взаимной детерминации регионального и университетского развития.

Представленные выше данные по Новгородской области демонстрируют положительное содействие региона развитию опорного университета (НовГУ). Рассмотрим на основе анализа динамики ключевых показателей деятельности Новгородского государственного университета за последние 10 лет (2011–2020 гг.) результаты этого влияния.

Консолидированный бюджет НовГУ увеличился за 10 лет практически в 2 раза – с 846,8 млн. руб. в 2011 году до 1,6 млрд. руб. в 2020 году. То же касается расходов на развитие университетского кампуса (с 55 млн. руб. в 2013 году до 95,7 млн. руб. в 2020 году). Средняя зарплата ППС возросла в 3 раза (с 21613 тыс. руб. в 2010 году до 64578,22 руб. в 2020 году). Прирост финансирования за счет грантов (РНФ, РФФИ, Правительства РФ и др.), в % к прошлому году в большинстве периодов имел положительную величину, а в 2020 году достиг беспрецедентного уровня (179,3 %). Сумма финансирования выросла с 6186,5 млн. руб. в 2010 году до 34629 млн. руб. в 2020 году. Кроме того, в 2019 году НовГУ занял третье место в рейтинге эффективности опорных университетов, по показателям динамики развития университет оказался на втором месте. Следует подчеркнуть, что особые успехи университета наблюдаются в последние годы: 2017–2020. Во многом прогресс НовГУ обусловлен положительным влиянием динамики развития Новгородской области.

Заключение

Можно заключить, что опорный университет Новгородской области развивается опережающими темпами, в т. ч. за счет содействия региональных органов власти. Увеличивается доля студентов, поступающих на платной основе, в регионе наблюдается более низкая безработица среди молодежи, чем в среднем по СЗФО, Новгородская область выступает в числе передовых регионов по баллам ЕГЭ поступающих в местные вузы, что свидетельствует о высоком качестве школьного образования, интеллектуальном потенциале молодежи. НовГУ как опорный вуз вовлечен в большинство региональных проектов, особенно в технологической сфере, является ключевым звеном концепции развития Великого Новгорода как города-университета. Намечены пути и значимые стратегические ориентиры дальнейшей интеграции региональной и университетской системы в целях обоюдной детерминации развития, сращивания научно-образовательной и государственно-управленческой региональной структуры.

Список источников

1. The impact of the University of Birmingham (A report for the University of Birmingham). Oxford Economics. URL: <http://www.birmingham.ac.uk/Documents/university/economic-impact-of-universityof-birmingham-full-report.pdf> (01.09.2020).
2. Миграционный прирост: факторы. URL: <http://regcomment.ru/analytics/novgorodskij-migratsionnyj-prirost-factory/> (15.05.2021).
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://gks.ru/> (15.05.2021).
4. Программа развития Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого на 2017–2021 гг. URL: <https://www.novsu.ru/file/1324061> (15.05.2021).
5. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новгородской области. URL: <https://novgorodstat.gks.ru/> (15.05.2021).



6. Средний балл абитуриентов, зачисленных в новгородские вузы по итогам ЕГЭ, – 70: Область показала 14-й результат среди всех регионов России. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/239853703> (16.05.2021).

Список литературы

1. Аветисян П.С., Геворкян Н.М. 2020. Свободная образовательная среда – основа человеческого капитала и взаимосвязи основных социальных сфер. Экономика региона. 16. 2: 494–506.
2. Атлас экономической специализации регионов России. В.Л. Абашкин, Л.М. Гохберг, Я.Ю. Ефетин и др.; под ред. Л.М. Гохберга, Е.С. Куценко; Нац. Исслед-й университет «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2021, 264 с.
3. Балмасова Т.А. 2016. «Третья миссия» университета – новый вектор развития? Высшее образование в России. 8–9: 48–55.
4. Безгоднов Д.Н., Беляева О.И. 2016. Социокультурная миссия университета в контексте развития региона. Высшее образование в России. 6: 128–134.
5. Вахштайн В. 2011. Метафоры и метаморфозы университета. Культиватор № 3 Магия университета. URL: <http://www.intelros.ru/pdf/Kultivator/3/2.pdf> (01.09.2020).
6. Зборовский Г.Е., Амбарова П.А. 2018. Высшее образование как фактор сохранения городов в Уральском макрорегионе. Экономика региона. 14. 3: 914–926.
7. Макарова Е.Л. 2021. Подходы к управлению гибкостью системы высшего образования на основе учета социально-экономических особенностей регионов. Экономика. Информатика, 48 (1): 17–24.
8. Резник Г.А., Пономаренко Ю.С., Курдова М.А. 2014. Функции вуза: новые возможности развития. Мир науки. 4: 1–11.
9. Bennenworth, P., Charles, D. 2005. University spin-off policies and economic development in less successful regions: Learning from two decades of policy practice. European Planning Studies. 13: 537–557.
10. Boulton G., Breimer D. 2006. Universities and Innovation: The Challenge for Europe. League of European Research Universities. LERU. Belgium. URL: <https://www.leru.org/publications/universities-andinnovation-the-challenge-for-europe#> (15.09.2020).
11. Fritsch M., Schwirten C. 2006. Enterprise-University co-operation and the role of public research institutions in regional innovation systems. Industry and Innovation. Vol. 6. 1: 69–83.
12. Fritsch M., Slavtchev V. 2007. Universities and Innovation in Space, Industry and Innovation. Vol. 14. 2: 201–218.
13. Glushakova O.V., Fadeykina N.V., Baranova I.V., Ustyugov Yu.A. 2016. Problem and prospects of development of human capital as the immanent basis of quality of life of the rural population of the Russian Federation. Foods and Raw Materials. 2016. Т. 4. 2: 167–180.
14. Huggins R., Johnston A. 2009. The Economic and Innovation Contribution of Universities: A Regional Perspective. 20 p.
15. Kranzeva E.A. 2017. New models of universities: contribution to regional development. Университетское управление: практика и анализ. 21. 21 (5): 64–73.
16. Mekush G.E., Antonova A.V., Zheleznov Y.A. 2021. Assessment of database of multispectral shooting for environmental and economical checking of disturbed lands. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International science and technology conference "Earth science". 062074.
17. Morozova E.A., Mukhacheva A.V., Kiryukhina A.N., Egorova N.M. 2020. Integral modelling of the quality of life of the region's population. European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS e-ISSN: 2357–1330. Vol. 90.
18. Valero Anna, van Reenen John. 2016. The Economic Impact of Universities: Evidence from Across the Globe, National bureau of economic research, Cambridge.

References

1. Avetisjan P.S., Gevorkjan N.M. 2020. Svobodnaja obrazovatel'naja sreda – osnova chelovecheskogo kapitala i vzaimosvjazi osnovnyh social'nyh sfer [Free educational environment – the basis of human capital and the relationship of the main social spheres]. Jekonomika regiona. 16. 2: 494–506.

2. Atlas jekonomicheskoy specializacii regionov Rossii [Atlas of economic specialization of regions of Russia]. V.L. Abashkin, L.M. Gohberg, Ja.Ju. Eferini dr.; pod red. L.M. Gohberga, E.S. Kucenko; Nac. Issled-j universitet «Vysshajashkolajekonomiki». M.: NIU VShJe, 2021, 264 s.
3. Balmasova T.A. 2016. «Tret'ja missija» universiteta – novyj vector razvitija? ["The third mission" of the university – a new vector of development?]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 8–9: 48–55.
4. Bezkodov D.N., Beljaeva O.I. 2016. Sociokul'turnaja missija universiteta v kontekste razvitija regiona [Socio-cultural mission of the university in the context of the development of the region]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 6: 128–134.
5. Vahshtajn V. 2011. Metafory i metamorfozy universiteta [Metaphors and Metamorphoses of the University]. *Kul'tivator № 3 Magija universiteta*. URL: <http://www.intelros.ru/pdf/Kul'tivator/3/2.pdf> (01.09.2020).
6. Zborovskij G.E., Ambarova P.A. 2018. Vysshee obrazovanie kak factor sohraneniya gorodov v Ural'skom makroregione [Higher education as a factor in the preservation of cities in the Ural macroregion]. *Jekonomika regiona*. 14. 3: 914–926.
7. Makarova E.L. 2021. Podhody k upravleniju gibkost'ju sistemy vysshego obrazovanija na osnove ucheta social'no-jekonomicheskikh osobennostej regionov [Approaches to managing the flexibility of the higher education system based on taking into account the socio-economic characteristics of the regions]. *Jekonomika. Informatika*, 48 (1): 17–24.
8. Reznik G.A., Ponomarenko Ju.S., Kurdova M.A. 2014. Funkcii vuza: novye vozmozhnosti razvitija [University Functions: New Development Opportunities]. *Mir nauki*. 4: 1–11.
9. Benneworth, P., Charles, D. 2005. University spin-off policies and economic development in less successful regions: Learning from two decades of policy practice. *European Planning Studies*. 13: 537–557.
10. Boulton G., Breimer D. 2006. Universities and Innovation: The Challenge for Europe. League of European Research Universities. LERU. Belgium. URL: <https://www.leru.org/publications/universities-and-innovation-the-challenge-for-europe#> (15.09.2020).
11. Fritsch M., Schwirten C. 2006. Enterprise-University co-operation and the role of public research institutions in regional innovation systems. *Industry and Innovation*. Vol. 6. 1: 69–83.
12. Fritsch M., Slavtchev V. 2007. Universities and Innovation in Space, *Industry and Innovation*. Vol. 14. 2: 201–218.
13. Glushakova O.V., Fadeykina N.V., Baranova I.V., Ustyugov Yu.A. 2016. Problem and prospects of development of human capital as the immanent basis of quality of life of the rural population of the Russian Federation. *Foods and Raw Materials*. 2016. T. 4. 2: 167–180.
14. Huggins R., Johnston A. 2009. The Economic and Innovation Contribution of Universities: A Regional Perspective. 20 p.
15. Kranzeeva E. A. 2017. New models of universities: contribution to regional development. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*. 21. 21 (5): 64–73.
16. Mekush G.E., Antonova A.V., Zheleznov Y.A. 2021. Assessment of database of multispectral shooting for environmental and economical checking of disturbed lands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. International science and technology conference "Earth science". 062074.
17. Morozova E.A., Mukhacheva A.V., Kiryukhina A.N., Egorova N.M. 2020. Integral modelling of the quality of life of the region's population. *European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS* e-ISSN: 2357–1330. Vol. 90.
18. Valero Anna, van Reenen John. 2016. The Economic Impact of Universities: Evidence from Across the Globe, National bureau of economic research, Cambridge.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга Петровна Иванова, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора Института экономики, управления и права, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga P. Ivanova, Doctor of Economics, Professor; Deputy Director of School of Economics, Management and Law, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia



Юрий Викторович Данейкин, кандидат физико-математических наук, доцент, проректор по образовательной деятельности, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

Yuriy V. Daneykin, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Docent; Vice-Rector of Educational Activities, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

Владимир Александрович Трифонов, кандидат экономических наук, доцент, директор Института экономики, управления и права, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

Vladimir A. Trifonov, PhD in Economics, Docent; Director of School of Economics, Management and Law, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

Анна Валентиновна Мухачёва, кандидат экономических наук, доцент, и.о. зав. кафедрой отраслевого менеджмента Института экономики, управления и права, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

Anna V. Mukhacheva, PhD in Economics, Docent, acting head Department of Sectoral Management, Institute of Economics, Management and Law, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

Чопозов Сергей Иванович, магистрант Института экономики, управления и права, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

Sergey I. Chopozov, Master's student of the Institute of Economics, Management and Law, Yaroslav the Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

УДК 332.146.2

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-229-243

Механизмы институционализации и имплементации концепции «умный регион» в управлении устойчивым пространственным развитием территорий

Лыщикова Ю.В.

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

Аннотация. Реализация национального проекта «Цифровая экономика», перманентные реформы государственного управления диктуют требования к поиску новой модели устойчивого пространственного развития на основе комплексного внедрения цифровых технологий во все сферы функционирования экономики и общества. Данные изменения уже активно происходят в большом числе регионов, однако существует разрозненность цифровых инициатив в регионах наряду с дублированием и пересечением региональных и федеральных проектов. В то же время в ряде регионов накоплен необходимый человеческий потенциал и уровень развития цифровых и инновационных технологий, чтобы обеспечить максимальный социально-экономический и управленческий синергетический эффект от внедрения новых управленческих концепций и моделей. Цель исследования – разработка механизмов институционализации и имплементации концепции «Умный регион» в управлении устойчивым пространственным развитием регионов России на основе оценки человеческого капитала в контексте цифровизации и «умной специализации». В статье в результате анализа основных индексов оценки человеческого капитала, цифровизации стран и регионов, научных публикаций по данной тематике, на основе концепции комбинированной стоимости и соответствующей ей методологии отбора показателей IRIS сформирована совокупность показателей оценки цифровизации человеческого капитала регионов РФ. Проведена оценка и кластеризация регионов РФ по сформированным группам показателей и выявлены их пространственные особенности и «цифровые разрывы». По результатам оценки и кластеризации сформирована система критериальных признаков для проведения типологии регионов России согласно приоритетным направлениям «умной специализации» и развитию человеческого капитала в целях внедрения концепции «Умный регион», представленная в виде управленческой матрицы. В завершение исследования разработан алгоритм внедрения концепции «Умный регион» в управление устойчивым пространственным развитием территорий, включающий необходимые этапы реализации, инструментарий и последовательность процедур. Для обеспечения перехода к перспективной специализации предложено использование механизмов воспроизводства человеческого капитала региона в контексте цифровизации и «умной» специализации на основе «умного» пространственного бенчмаркинга и направлений импакт-инвестирования.

Ключевые слова: устойчивое пространственное развитие, «умный регион», «умная специализация», человеческий капитал, цифровизация, концепция комбинированной стоимости, импакт-инвестирование.

Благодарности: статья подготовлена при финансовой поддержке Гранта Президента РФ, номер проекта – МК-23.2019.6, тема проекта ««Умный регион» как междисциплинарный концепт устойчивого пространственного развития».

Для цитирования: Лыщикова Ю.В. 2021. Механизмы институционализации и имплементации концепции «умный регион» в управлении устойчивым пространственным развитием территорий. Экономика. Информатика, 48(2): 229–243. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-229-243.

Mechanisms of institutionalization and implementation of the concept of "Smart Region" in the management of sustainable spatial development of territories

Julia V. Lyshchikova

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

Abstract. The implementation of the national project "Digital Economy", permanent reforms of public administration dictate the requirements for the search for a new model of sustainable spatial development based on the integrated implementation of digital technologies in all areas of the functioning of the economy and society. These changes are already actively taking place in a large number of regions, but there is a fragmentation of digital initiatives in the regions, along with duplication and overlap of regional and federal projects. At the same time, several regions have accumulated the necessary human potential and the level of development of digital and innovative technologies to ensure the maximum socio-economic and managerial synergy effect from the introduction of new management concepts and models. The aim of the study is to develop mechanisms for institutionalization and implementation of the concept of "Smart Region" in the management of sustainable spatial development of Russian regions based on the assessment of human capital in the context of digitalization and "smart specialization". In the article, as a result of the analysis of the main indices of human capital assessment, digitalization of countries and regions, scientific publications on this topic, on the basis of the concept of combined value and the corresponding methodology for selecting IRIS indicators, a set of indicators for assessing the digitalization of human capital in the regions of the Russian Federation is formed. The assessment and clustering of the regions of the Russian Federation according to the formed groups of indicators is carried out and their spatial features and "digital gaps" are revealed. Based on the results of the assessment and clustering, a system of criteria for the typology of Russian regions was formed in accordance with the priority areas of "smart specialization" and human capital development in order to implement the concept of "Smart Region", presented in the form of a management matrix. At the end of the study, an algorithm for implementing the concept of "Smart Region" in the management of sustainable spatial development of territories, including the necessary implementation stages, tools and sequence of procedures, was developed. To ensure the transition to a promising specialization, it is proposed to use the mechanisms of reproduction of the region's human capital in the context of digitalization and "smart specialization" based on "smart" spatial benchmarking and impact investment directions.

Keywords: sustainable spatial development, "smart region", "smart specialization", human capital, digitalization, the concept of combined value, impact investment.

Acknowledgements: the study was carried out with the financial support of the Grant of the President of the Russian Federation (project number MC-23.2019.6). The title of the project – "'Smart Region' as an interdisciplinary concept of sustainable spatial development".

For citation: Lyshchikova J.V. 2021. Mechanisms of institutionalization and implementation of the concept of "Smart Region" in the management of sustainable spatial development of territories. Economics. Information technologies, 48 (2): 229–243. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-229-243.

Введение

Под влиянием глобальной синхронизации и конвергенции различных областей науки и технологий, перехода от индивидуального к сетевому и кластерному типам пространственного развития, повсеместного внедрения «умных решений» в мире сейчас происходит трансформация сложившейся ранее парадигмы устойчивого развития в «умное устойчивое развитие» (Smart Sustainable Development). Четвертая промышленная революция диктует концепцию Smart Sustainable Development [Girard, 2013; Martin, Evans, Karvonen, 2018], основанную на сквозных цифровых технологиях, инновациях и человеческом капитале. Цифровая трансформация предоставляет возможности инклюзивного экономического роста

для отраслей, территорий и государств, одновременно порождая многочисленные вызовы, связанные с новыми формами взаимодействия экономики, общества и технологий.

Для терминологического описания цифровой трансформации пространственного развития и механизмов управления не только урбанизированными, но и сельскими территориями Северной Италии от Милана до долины реки По, в поисках нового взаимного равновесия между городом и регионом, европейским ученым-регионалистами потребовалось расширение теоретического справочного аппарата от концепции «умного города» до «умного города-региона», или просто до «умного региона». Европейский совет градостроителей (ЕСТР) предложил новое видение европейских городов в XXI веке, основанное на развитии полицентрических городских сетей, полностью безразличных к традиционным национальным и административными границам, в связи с чем «умный регион» может быть организован как местная полицентрическая городская сеть [Fernández Maldonado, 2012].

Рассматривая примеры успешных европейских «умных регионов», первыми следует упомянуть проекты Interreg (Bird, ICT4SMEs и LoG-IN), разработанные в период с 2002 по 2007 гг. городами и регионами северо-европейских стран (Бельгия, Германия, Дания, Нидерланды, Швеция и Великобритания). Система пилотных проектов SmartRegions, курируемых с 2010 по 2013 год учреждениями, исследовательскими институтами и компаниями из восьми европейских стран (Финляндия, Норвегия, Германия, Австрия, Нидерланды, Польша, Румыния и Испания) в рамках программы Европейской комиссии «Интеллектуальная энергетика Европы» (ИЕЕ), создавалась с целью развития сетей знаний и достижения целевых показателей энергоэффективности Европы на 2016 и 2020 годы [Morandi, Rolando, Di Vita, 2016]. Объединяя четырнадцать соседних муниципалитетов, проект Comunità Montana Vallo di Diano (Италия) способствует развитию единой системы стратегирования, направленной на повышение мобильности ресурсов на местном уровне, экономической продуктивности, а также на переход к устойчивому управлению экологическими и человеческими ресурсами [Associazione, 2014; Morandi, Rolando, Di Vita, 2016]. Созданный шестью соседними муниципалитетами, проект Unione dei Comuni della Romagna Faentina (Италия) способствует развитию инклюзивного, «умного» и устойчивого сообщества. Он предполагает принятие плана по энергетике и окружающей среде, создание научно-технологического парка, обеспечение городских пространств бесплатным Wi-Fi, а также внедрение электронного управления на основе открытых данных (Associazione Nazionale Comuni Italiani, Osservatorio Nazionale Smart City 2014) [Associazione, 2014; Morandi, Rolando, Di Vita, 2016]. Проект Mantova Smart Region (Италия) запущен в 2012 году при содействии политехнического университета Милана. Его сущность заключается в экспериментальной интеграции цифровых инфраструктур и услуг с культурным, экологическим и ландшафтным наследием, а также во внедрении инновационного подхода к надмуниципальному управлению [Morandi, Rolando, Di Vita, 2016]. Таким образом, очевидно, что для европейских государств характерен так называемый трансграничный подход в формировании «умных регионов», что объясняется целенаправленной политикой государств-членов Европейского союза по обеспечению условий для трансграничного обмена информацией между странами и равного доступа к ней для всех граждан Европейского Союза на наднациональном уровне.

Индонезийский исследователь Сутриади [Sutriadi, 2018] определяет «умный регион» как новаторский подход к устойчивому планированию на региональном уровне, который способствует устойчивому развитию, основанному на знаниях, достигаемых посредством непрерывного обучения. Поскольку для Индонезии характерно сочетание городских агломераций и сельских территорий, в работе [Sutriadi, 2018] «умные территории» представлены в качестве иерархической технологической и инновационной концепции «умный город» – «умная деревня» – «умный регион» для достижения целей устойчивого развития.

Российская научная академическая мысль и региональные управленческие практики развиваются в аналогичном ключе, формулируя основные положения и принципы формирования «умных регионов» как продолжение стратегий «умных городов». В частности, в работе [Кубрак, 2020] на основе систематизации результатов внедрения концепции «умный город» и лучших практик управления городской средой и пригородными территориями в рамках реализации национальных проектов «Жилье и комфортная городская среда», «Цифровая экономика Российской Федерации», «Экология» предлагается расширить концепцию «умный город» до концепции «умный регион». В исследовании [Тебекин, Егорова, 2019] на основе анализа динамики российских процессов урбанизации установлено, что значительная часть социально-экономических проблем развития территорий не может быть в полном объеме решена в рамках системы концепций «умный город» и должна решаться на других иерархических уровнях управления в рамках концепций «умный регион» и «умная страна».

Амбициозность утвержденного Правительством Российской Федерации национального проекта «Цифровая экономика» и анонсирование на высшем уровне старта реформы государственного управления диктуют требования к поиску новой модели регионального управления и устойчивого развития на основе комплексного внедрения цифровых технологий во все сферы функционирования экономики и общества. Подобные изменения уже активно происходят в большом числе регионов, что позволяет проанализировать и обобщить сложившиеся практики в рамках выявленных ранее подходов [Lyshchikova et al., 2019]. В настоящее время в двадцати субъектах РФ (в их числе Нижегородская область, Псковская область, Тюменская область, Приморский край, Ненецкий автономный округ) с 2018 года реализуются пилотные проекты в рамках соглашений регионов о сотрудничестве с ПАО «Ростелеком» в сфере реализации программы инновационного развития «Умный регион». Программа предполагает создание условий для внедрения в различные сферы деятельности регионов комплексных информационных решений, способствующих формированию современной инфокоммуникационной среды, развитию информационного общества, трансформации систем государственного и муниципального управления и интеграции их на базе платформенных решений, безопасному и комфортному проживанию на территории регионов, повышению качества жизни населения [В Нижегородской области...].

Нужно констатировать постепенное усиление и смещение акцента в российской практике от технократического подхода в сторону европейского комплексного (коэволюционного), основанного на «умной специализации», сквозных цифровых технологиях и развитии человеческого капитала. Это подтверждает тот факт, что в октябре 2019 года Совет по развитию цифровой экономики при Совете Федерации предложил создать в рамках национального проекта «Цифровая экономика РФ» новый федеральный проект «Цифровой регион», предполагающий создание информационных систем для решения задач всей территории регионов, в том числе сельских территорий. В марте 2020 года новую инициативу одобрил премьер-министр Михаил Мишустин, отметив необходимость консолидации бюджетов и синхронизации цифровых проектов в регионах, однако в июне 2020 года реализация проекта была отложена на вторую половину 2021 года в связи с перераспределением бюджетных средств на борьбу с коронавирусом. Следует согласиться, что существует определенная разрозненность цифровых инициатив в регионах наряду с дублированием и пересечением региональных и федеральных проектов. Например, Ульяновская и Свердловская области одновременно участвуют и в пилотных проектах ПАО «Ростелеком», и разработали и приняли собственные концепции [Концепция внедрения интеллектуальных цифровых технологий в Ульяновской области «Умный регион» на 2017–2030 годы; Концепция построения «Умного региона» на территории Свердловской области]. В то же время существует и запрос со стороны регионов, и накоплен необходимый человеческий потенциал и уровень развития цифровых и инновационных технологий, чтобы

обеспечить максимальный социально-экономический и управленческий синергетический эффект от их внедрения.

Объекты и методы исследования

Целью исследования является разработка организационно-экономических механизмов институционализации и имплементации концепции «Умный регион» в управлении устойчивым пространственным развитием регионов России с учетом оценки человеческого капитала, в контексте цифровизации и «умной специализации».

Эмпирическую основу исследования составили данные статистического сборника Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [Регионы России, 2020], стратегические программные документы отдельных регионов Российской Федерации [Концепция внедрения интеллектуальных цифровых технологий в Ульяновской области «Умный регион» на 2017–2030 годы; Концепция построения «Умного региона» на территории Свердловской области; Паспорт региональной программы «Умная Кубань – лидеры будущего»; Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года], международные рейтинговые оценки цифровизации [Индекс готовности к сетевому обществу, 2020; Индекс развития в сфере ИКТ, 2017; Индекс цифровой экономики и общества, 2020; Индекс развития электронного правительства, 2020], материалы и выводы исследования Московской школы управления СКОЛКОВО [Цифровая жизнь российских регионов, 2020].

Результаты исследования получены с использованием программного аналитического продукта Deductor Academic. Для оценки и кластеризации регионов по выбранным в соответствии с методологией отбора показателей IRIS (Impact Reporting & Investment Standards) показателям был сформирован набор данных, проведена оценка их качества, заполнение пропущенных данных (для двух показателей по Московской и Ленинградской области), редактирование выбросов и экстремальных значений (для г. Москва, г. Санкт-Петербург, отдельных показателей Московской и Ленинградской области), выявление дубликатов и противоречий. Далее была проведена кластеризация регионов Российской Федерации методом k-means, позволяющим самостоятельно установить число кластеров, и интерпретация полученных результатов.

Результаты и их обсуждение

Наряду с принципами «умной специализации» и внедрением на всех уровнях экономики и управления сквозных цифровых технологий, важнейшую роль в формировании «умного региона» играет качество человеческого капитала, социально-экономические эффекты приобретения и использования новых цифровых компетенций. Это подтверждается, например, выводами исследователей Московской школы управления СКОЛКОВО [Цифровая жизнь российских регионов, 2020], согласно которым критически важными для развития полноценной цифровой экосистемы оказались цифровые навыки и компетенции жителей тех или иных территорий. В связи с этим региональным администрациям, бизнес-лидерам и лидерам общественного мнения рекомендовано развивать цифровой спрос, формировать у населения навыки и компетенции в области эффективного использования цифровых платформ и систем, повышать качество человеческого капитала и творческую инновационную среду. При этом анализ комплексных изменений, происходящих в развитии человеческого капитала под воздействием цифровой трансформации экономики, по-прежнему представлен в современной научной литературе весьма фрагментарно [Чугреев, 2020; Кокуйцева, Шиманский, 2020; Васильев, 2020]; концепция расхождения и отставания развития человеческого капитала от экспонентного роста технико-технологической составляющей все еще находится на стадии разработки [Шелковников, Кузнецова, Петухова, Алексеев, 2019]. Наиболее полно оценка цифровизации человеческого капитала представлена в рейтингах цифрового развития, преимущественно международного уровня (табл. 1).

Таблица 1
 Table 1

Показатели оценки человеческого капитала в международных рейтингах цифровизации (составлено автором по [Индекс готовности к сетевому обществу, 2020; Индекс развития в сфере ИКТ, 2017; Индекс цифровой экономики и общества, 2020; Индекс развития электронного правительства, 2020])

Indicators of human capital assessment in international digitalization ratings (compiled by the author on [Networked Readiness Index, 2020; ICT Development Index, IDI, 2017; The Digital Economy and Society Index, 2020; E-government Development Index, 2020])

№ п/п	Разработчик	Наименование рейтинга	Наименование индикатора	Направления оценки человеческого капитала
1.	Всемирный экономический форум (The World Economic Forum)	Индекс готовности к сетевому обществу (Networked Readiness Index)	«Люди» (People)	Использование Интернет, мобильной широкополосной связи, виртуальных социальных сетей, зачисление в вузы, уровень грамотности взрослого населения, навыки в области ИКТ
2.	Международный союз электросвязи (International Telecommunication Union, ITU)	Индекс развития в сфере ИКТ (ICT Development Index, IDI)	Использование ИКТ, навыки населения в сфере ИКТ	Использование Интернет, фиксированный широкополосный и мобильный широкополосный доступ
3.	Европейская комиссия (European Commission)	Индекс цифровой экономики и общества (The Digital Economy and Society Index, DESI)	Человеческий капитал/ Цифровые навыки	Базовые цифровые навыки и навыки работы с программным обеспечением, специалисты в области ИКТ, в том числе женщины, выпускники в сфере ИКТ
4.	Организация объединенных наций (The United Nations, UN)	Индекс развития электронного правительства (E-government Development Index)	Индекс человеческого капитала	Уровень грамотности взрослого населения, совокупный валовой коэффициент охвата начальным, средним и высшим образованием, ожидаемая продолжительность обучения, средняя продолжительность обучения

Каждый из рассматриваемых индексов представлен собственной методологией оценки и широким набором показателей, исходя из возможностей и данных международной статистики. Общим является подход, согласно которому оценка человеческого капитала происходит, исходя из наличия доступной ИКТ-инфраструктуры, готовности людей использовать ИКТ (наличие компетенций), интенсивности использования ИКТ обществом и воздействия ИКТ, т. е. измерения социально-экономического эффекта от их внедрения.

Исходя из этого, считаем возможным предложить инструментарий исследования человеческого капитала региона в контексте цифровизации на основе концепции комбинированной стоимости и соответствующей ей методологии отбора показателей IRIS

(Impact Reporting & Investment Standards). Комбинированная (смешанная) стоимость является одной из ключевых категорий в сфере «инвестиций, содействующих преобразованию общества» (impact investment). Она предполагает комплексный подход к измерению стоимости (ценности) не только с экономической, но и социальной и экологической точки зрения. Основным классификационным инструментом импакт-инвестирования является матрица, представляющая собой таблицу 3×3, основанную на ранее разработанной концепции тройного критерия (Triple bottom line, TBL или 3BL): планета, люди, прибыль, выведенной в 1994 году американским экономистом и предпринимателем Джоном Элкинтоном. Однако основной трудностью при использовании концепции комбинированной стоимости в оценке экономических, социальных и экологических эффектов инвестирования по-прежнему остается подбор индикаторов [Lyshchikova, Dobrodomova, Huseynova, 2020].

Показатели IRIS изначально разрабатывались для сообщества сферы «импакт-инвестиций», но сейчас они находят все более широкое применение, например, в организациях, которые стремятся измерить социальную ценность, возникающую в процессе их деятельности. Каталог IRIS в настоящее время включает 488 показателей (при этом число показателей постоянно увеличивается), распределенных по пяти разделам: финансовая эффективность; операционные результаты; эффект от использования; описание продукта; описание организации. Разделы «Описание организации» (Organization Description) и «Описание продукта» (Product Description) включают информацию общего характера, которая объединена в концепции измерения комбинированной стоимости под названием «Входные данные и ключевые виды деятельности (Input and key activities)». Что касается других разделов, то финансовая эффективность характеризуется в методологии IRIS традиционными показателями изменения финансовых характеристик организации (выручка, прибыль и т. д.), показатели операционных результатов включают опосредованные положительные эффекты инвестиций для организации, например, прирост числа рабочих мест организации, снижение количества несчастных случаев, травм и ущерба здоровью на рабочем месте, снижение текучести кадров, динамику затрат организации на оплату труда, участие сотрудников в профессиональном обучении и т. д. Показатели эффекта от использования продукта могут включать широкий спектр социальных и экологических положительных эффектов, касающихся уже не организации, а общества в целом (посещаемость школ и образовательные программы, площадь территорий под лесными массивами, оказание услуг в сфере здравоохранения, инвестиции в жилищную сферу, экономия водных ресурсов, сокращение выбросов парниковых газов и вредных отходов и т. д.).

Таким образом, исходя из методологии оценки человеческого капитала, используемой в международных индексах цифровизации, концепции комбинированной стоимости и соответствующей ей методологии отбора показателей IRIS (Impact Reporting & Investment Standards) и с учетом ограничений российской статистики, нами предложена система показателей оценки человеческого капитала на региональном уровне, период исследования – 2019 год (табл. 2).

С использованием программного аналитического продукта Deductor Academic проведена оценка и кластеризация регионов РФ согласно четырем группам показателей цифровизации человеческого капитала методом k-means (таблица 3).

Результаты кластеризации позволяют сделать ряд промежуточных выводов, характеризующих пространственные особенности цифровизации человеческого капитала регионов России. В кластер с высоким уровнем цифровизации человеческого капитала по всем четырем группам рассматриваемых показателей вошел только город Москва. Поскольку первая группа показателей характеризует развитие цифровой инфраструктуры в регионе, вторая – степень готовности жителей использовать ИКТ, третья и четвертая – интенсивность внедрения ИКТ в хозяйственную деятельность и создание ценности, можно утверждать, что наиболее сбалансированно данные процессы протекают только в г. Москве. Остальные же представленные регионы характеризуются дисбалансами (цифровыми «разрывами») разной



степени в развитии ИКТ инфраструктуры (Воронежская область, Краснодарский край, Красноярский край, Нижегородская область, Пермский край, Республика Башкортостан, Республика Крым, Северная Осетия-Алания, Тамбовская область), готовности населения региона к использованию ИКТ (г. Севастополь, Республика Крым), внедрении цифровых технологий в деятельность предприятий (Республика Дагестан, Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика), воздействии ИКТ на создание ценности (Белгородская область, Воронежская область, г. Севастополь, Курская область, Липецкая область, Республика Дагестан, Республика Крым, Северная Осетия-Алания, Тамбовская область, Чеченская Республика).

Таблица 2
Table 2

Система показателей оценки регионального человеческого капитала в контексте цифровизации
 The system of indicators for assessing regional human capital in the context of digitalization

Группа показателей по методологии международных рейтингов	Группа показателей по методологии IRIS	Наименование показателя	Единицы измерения
Наличие доступной ИКТ-инфраструктуры	Входные данные и ключевые виды деятельности (Input and key activities)	Затраты на внедрение и использование цифровых технологий	млн. руб.
		Число персональных компьютеров на 100 работников	единиц
Готовность людей использовать ИКТ	Результат (Output)	Использование сети Интернет населением	% от общей численности населения субъекта РФ
		Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения	единиц
Интенсивность использования ИКТ обществом	Эффект, влияние (Impact)	Использование специальных программных средств и «облачных» сервисов в организациях	% от числа обследованных организаций субъекта РФ
Воздействие ИКТ	Создание ценности (Value creation)	Объем информации, переданной при доступе к сети Интернет фиксированного и мобильного доступа	петабайт

Дискуссионными вопросами методики, требующими дальнейшего обоснования, разработки, и, возможно, уточнения и корректировки, по нашему мнению, являются:

- структура, количество и иерархия шагов в цепочке движения от вложения ресурсов к эффекту, поскольку в различных источниках можно встретить разнообразные определения элементов цепочки результатов в связи с тем, что это переводные термины, и даже профессиональное сообщество импакт-инвесторов еще не выработало окончательный общепринятый глоссарий;
- формирование самого набора показателей, в значительной степени определяемого ограниченностью российской региональной статистики в сфере цифровизации и развития ИКТ;

- необходимость использования при оценке абсолютных значений за период времени или показателей динамики, учета временного лага для показателей эффекта и создания ценности и определения величины этого временного лага.

Таблица 3
Table 3

Результаты кластеризации регионов Российской Федерации по показателям цифровизации человеческого капитала за 2019 год
(рассчитано автором на основе [Регионы России, 2020], представлены выборочно)
Results of clustering of regions of the Russian Federation on indicators of digitalization of human capital for 2019
(calculated by the author based on [Regions of Russia, 2020], presented selectively)

Группа показателей 1	Кластер 1 (высокий уровень) 2	Кластер 2 (средний уровень) 3	Кластер 3 (низкий уровень) 4
Входные данные и ключевые виды деятельности (Input and key activities)	г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Севастополь, Новосибирская область, Республика Татарстан,	Белгородская область, Кемеровская область, Курская область, Липецкая область, Республика Дагестан, Чеченская Республика	Воронежская область, Краснодарский край, Красноярский край, Нижегородская область, Пермский край, Республика Башкортостан, Республика Крым, Северная Осетия-Алания, Тамбовская область
Результат (Output)	Воронежская область, г. Москва, г. Санкт-Петербург, Курская область, Нижегородская область, Новосибирская область, Республика Башкортостан, Республика Дагестан, Республика Татарстан, Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика	Белгородская область, Кемеровская область, Краснодарский край, Красноярский край, Липецкая область, Пермский край, Тамбовская область	г. Севастополь, Республика Крым
Эффект, влияние (Impact)	Белгородская область, г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Севастополь, Курская область, Липецкая область, Новосибирская область, Пермский край, Республика Крым, Республика Татарстан, Тамбовская область	Воронежская область, Кемеровская область, Краснодарский край, Красноярский край, Нижегородская область, Республика Башкортостан	Республика Дагестан, Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Создание ценности (Value creation)	г. Москва	г. Санкт-Петербург, Кемеровская область, Краснодарский край, Красноярский край, Нижегородская область, Новосибирская область, Пермский край, Республика Башкортостан, Республика Татарстан	Белгородская область, Воронежская область, г. Севастополь, Курская область, Липецкая область, Республика Дагестан, Республика Крым, Северная Осетия-Алания, Тамбовская область, Чеченская Республика

Выявленные в результате кластеризации пространственные особенности цифровизации человеческого капитала регионов могут быть использованы для формирования системы критериальных признаков и многомерной типологии регионов России согласно приоритетным направлениям «умной специализации» и развитию человеческого капитала путем построения управленческой матрицы позиционирования регионов в целях внедрения концепции «Умный регион», состоящей из девяти ячеек, в которой по одной оси представлены направления «умной специализации» региона (локальная, национальная и глобальная специализация), а по другой – уровень цифровизации человеческого капитала региона (табл. 4).

Таблица 4
Table 4

Шаблон управленческой матрицы позиционирования регионов в целях внедрения концепции «Умный регион»

Template of the management matrix for positioning regions in order to implement the concept of "Smart Region"

уровень цифровизации человеческого капитала региона	высокий	Регион 1	Регион 2	Регион 3
	
	средний	Регион i	Регион j	Регион k
		Регион 4	Регион 5	Регион 6
	низкий
		Регион l	Регион m	Регион n
	Регион 7	Регион 8	Регион 9	
	
	Регион p	Регион r	Регион t	
Критерии типологии		локальная	национальная	глобальная
		направления «умной специализации» региона		

Для преодоления выявленных в результате кластеризации «цифровых разрывов» и обеспечения перехода от текущей к перспективной региональной «умной специализации» [Стрябкова, Лыщикова, 2019] необходимо дифференцированное в зависимости от уровня цифровизации человеческого капитала регионов внедрение механизмов его воспроизводства на основе «умного» пространственного бенчмаркинга (заимствование и использование лучших практик аналогичных по уровню и проблематике развития регионов) [Дубровская, Кудрявцева, Козоногова, 2018] и направлений импакт-инвестирования [Lyshchikova, Dobrodomova, Huseynova, 2020] (рис. 1).

При этом развивающее импакт-инвестирование предполагает реализацию мероприятий по развитию региональной инфраструктуры и созданию региональных механизмов в новых сферах и объектах инвестирования с целью разрешения экономических, социальных и экологических проблем с участием всех стейкхолдеров; локализирующее импакт-

инвестирование – мероприятия, направленные на популяризацию новой парадигмы устойчивого пространственного развития, консалтинг, исследование и развитие инструментов и моделей построения «умного региона»; обуславливающее импакт-инвестирование – мероприятия по обеспечению доступа инвесторов к новым сферам деятельности региона путем формирования новых моделей, технологий и стандартов ведения бизнеса.

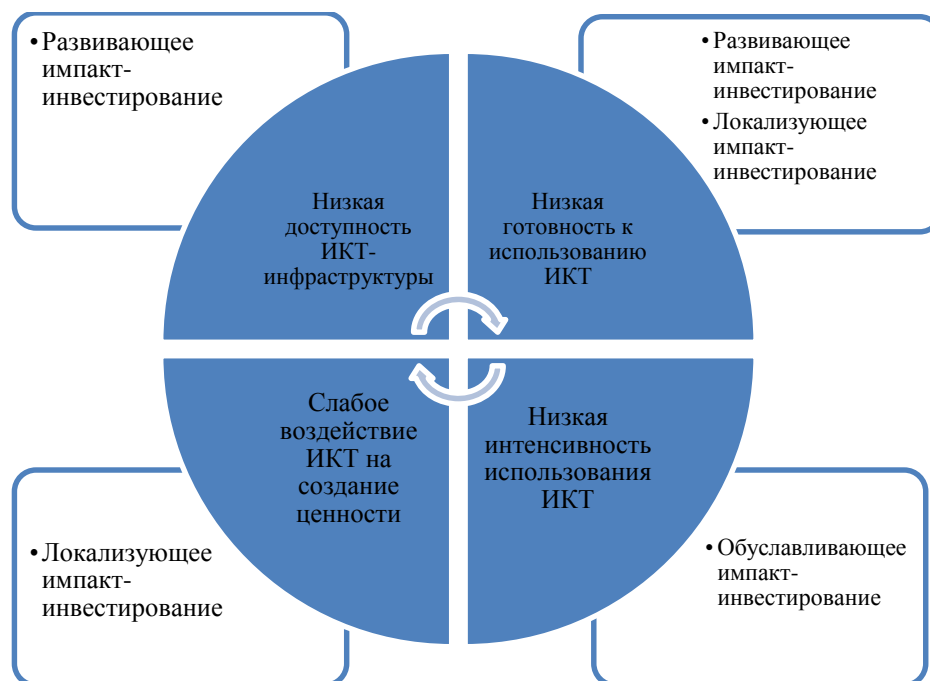


Рис. 1. Направления импакт-инвестирования для преодоления «цифровых разрывов» в развитии человеческого капитала региона

Fig. 1. Directions of impact investment to overcome the "digital gaps" in the development of human capital in the region

В завершение представим этапы реализации, инструментарий и последовательность процедур внедрения концепции «Умный регион» в управление устойчивым пространственным развитием территорий в виде алгоритма, включающего определение стратегических приоритетов текущей и перспективной «умной специализации» региона на межрегиональном, национальном и глобальном уровне, оценку уровня цифровизации человеческого капитала региона, и, на основании полученных результатов, формирование механизмов институционализации и имплементации концепции «Умный регион» в управлении устойчивым пространственным развитием (рис. 2).

Заключение

Таким образом, успешная имплементация концепции «Умный регион» на основе предложенных инструментов и механизмов будет способствовать эффективному развитию отраслей «умной специализации» региональной экономики, подкрепленных соответствующими технологиями, и цифровых компетенций регионального человеческого капитала, что может индуцировать ряд положительных эффектов в контексте достижения целей устойчивого развития. Можно выделить такие потенциальные эффекты внедрения «умного региона» в парадигме Smart Sustainable Development, как:



Рис. 2. Алгоритм внедрения концепции «Умный регион» в управление устойчивым пространственным развитием территорий

Fig. 2. Algorithm for implementing the concept of "Smart Region" in the management of sustainable spatial development of territories

- обеспечение целостности регионального сообщества за счет создания условий для развития человеческого и социального капитала и содействия изменениям для достижения лучшего качества жизни граждан;
- сохранение локальной истории и культуры, «неявного знания» как фактора наукоемкого инновационного развития в концепции «умной специализации»;
- усиление пространственной связности урбанизированных и сельских территорий в контексте интеграции и формирования единого национального пространства;
- диверсифицированная эволюция отраслевой структуры региональной экономики, от первичного до третичного и «четвертого» сектора (экономики знаний) на основе принципов «умной специализации»;

- формирование и развитие технологической и цифровой компетентности региональных и муниципальных органов власти, университетов и научно-исследовательских центров;
- замещение некоторой части региональных физических потоков виртуальными потоками путем построения и использования «цифровых двойников регионов»;
- рост устойчивости и конкурентоспособности региона благодаря формированию и развитию синергии между физической и цифровой инфраструктурой;
- повышение эффективности сотрудничества и согласования коллективных интересов региональных стейкхолдеров.

При этом внедрение концепции «умного региона» в обязательном порядке должно учитывать уровень и особенности развития того или иного субъекта, такие как региональная (локальная) история и культура, пространственный контекст и ограничения городского и регионального планирования, доминирующие и перспективные отрасли экономики, степень развития инновационной и цифровой инфраструктуры, технологическая (цифровая) готовность органов власти и населения.

Список источников

1. В Нижегородской области будут развивать проект «Умный регион». URL: <https://www.rbc.ru/nn/20/04/2018/5ad9ba6f9a794723c5faca44> (дата обращения: 27.11.2020)
2. Индекс готовности к сетевому обществу. 2020. URL: <https://networkreadinessindex.org/> (дата обращения: 27.11.2020)
3. Индекс развития в сфере ИКТ. 2017. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx> (дата обращения: 27.11.2020)
4. Индекс развития электронного правительства. 2020. URL: <https://www.un.org/development/desa/publications/publication/2020-united-nations-e-government-survey> (дата обращения: 27.11.2020).
5. Индекс цифровой экономики и общества. 2020. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-economy-and-society-index-desi> (дата обращения: 27.11.2020).
6. Концепция внедрения интеллектуальных цифровых технологий в Ульяновской области «Умный регион» на 2017–2030 годы. URL: <https://it-fund73.ru/ulsmartregion/Koncept.php> (дата обращения: 27.11.2020)
7. Концепция построения «Умного региона» на территории Свердловской области. URL: <https://dis.midural.ru/article/show/id/1241> (дата обращения: 27.11.2020)
8. Паспорт региональной программы «Умная Кубань – лидеры будущего». URL: https://economy.krasnodar.ru/strategic-planning/files/Pasport_FP_Umnaia_Kuban.pdf (дата обращения: 27.11.2020)
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. / Росстат. М., 1242 с.
10. Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года. URL: <http://docs2.cntd.ru/document/428570021> (дата обращения: 27.11.2020).
11. Цифровая жизнь российских регионов. Московская школа управления СКОЛКОВО, 2020. URL: <https://www.skolkovo.ru/researches/digital-life-of-russian-cities/> (дата обращения: 27.11.2020).

Список литературы

1. Васильев В.А. 2020. Механизм формирования человеческого капитала в условиях цифровизации. Экономика. Бизнес. Банки, 10 (48): 60–68.
2. Дубровская Ю.В., Кудрявцева М.Р., Козоногова Е.В. 2018. «Умный» бенчмаркинг как основа стратегического планирования регионального развития. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз, 11(3): 100–116. DOI 10.15838/esc.2018.3.57.7
3. Кокуйцева Т.В., Шиманский А.А. 2020. Теоретические основы формирования и развития человеческого капитала в российской и зарубежной литературе. Вопросы инновационной экономики, 10(1): 233–248.



4. Кубрак И.А. 2020. От реализации концепции «умный город» к внедрению концепции «умный регион» как одному из направлений совершенствования регионального управления. Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество, 3: 57-64.
5. Сtryabkova E.A., Lyshchikova Yu.V. 2019. Развитие методических подходов к определению приоритетов «умной специализации» территорий. Экономика: вчера, сегодня, завтра, 9(12A): 73-82. DOI10.34670/AR.2020.92.12.037
6. Тебекин А.В., Егорова А.А. 2019. Решение социальных проблем городов с помощью технологий «умный город»: проблемы и перспективы. Журнал социологических исследований, 4(4): 32-46.
7. Чугреев А.С. 2020. Роль человеческого капитала в условиях развития цифровой экономики региона. Московский экономический журнал, 7: 153-162.
8. Шелковников С.А., Кузнецова И.Г., Петухова М.С., Алексеев А.А. 2019. Цифровизация как тренд развития сельского хозяйства в условиях нового технологического уклада. Вестник Забайкальского государственного университета, 25(8): 119-126.
9. Associazione Nazionale Comuni Italiani, Osservatorio Nazionale Smart City. 2014. Vademecum per la città intelligente. URL: <http://osservatoriosmartcity.it/il-vademecum/> (дата обращения: 27.11.2020).
10. Chris J. Martin, James Evans, Andrew Karvonen. Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. 2018. Technological Forecasting and Social Change, 133: 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.005>
11. Fernández Maldonado, A.M. 2012. ICT and spatial planning in European Cities. Reviewing the New Charter of Athens. Built Environment, 38(4): 93-103.
12. Luigi Fusco Girard. 2013. Toward a Smart Sustainable Development of Port Cities/Areas: The Role of the “Historic Urban Landscape” Approach. Sustainability, 5: 4329-4348. DOI10.3390/su5104329
13. Lyshchikova J.V., Dobrodomova T.N., Huseynova Vafa Arif. 2020. Impact investment: a smart strategy for sustainable development goals achievement. Economic and Social Development (Book of Proceedings Vol. 1/4), 55th International Scientific Conference on Economic and Social Development, 761-769.
14. Lyshchikova J.V., Stryabkova E.A., Glotova A.S., Dobrodomova T.N. 2019. The ‘Smart Region’ concept: the implementation of digital technology. Journal of Advanced Research in Law and Economics, 10, 4 (42): 1338-1345.
15. Morandi C., Rolando A., Di Vita S. 2016. From Smart City to Smart Region: Digital Services for an Internet of Places. Springer, 103 p.
16. Rolando A., Djordjevic T. 2013. Learning from places: ICTs for EXPO 2015 in the Turin-Milan region. The Journal of Urbanism. NUL-New Urban Languages conference proceedings (Milan, 19–21 June 2013), 27: 70-78.
17. Sutriadi R. 2018. Defining smart city, smart region, smart village, and technopolis as an innovative concept in Indonesia’s urban and regional development themes to reach sustainability. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 105-115. DOI10.1088/1755-1315/202/1/012047.

References

1. Vasiliev V.A. 2020. The mechanism of human capital formation in the context of digitalization. Economy. Business. Banks, 10 (48): 60–68 (in Russian).
2. Dubrovskaya Yu.V., Kudryavtseva M.R., Kozonogova E.V. 2018. “Smart” benchmarking as a basis for strategic planning in regional development. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 11(3): 100–116. DOI 10.15838/esc.2018.3.57.7 (in Russian).
3. Kokuitseva T.V., Shimansky A.A. 2020. Theoretical foundations of the formation and development of human capital in Russian and foreign literature. Questions of Innovative Economy, 10 (1): 233–248 (in Russian).
4. Kubrak I.A. 2020. From the implementation of the "smart city" concept to the implementation of the "smart region" concept as one of the directions for improving regional management. Bulletin of the Russian New University. Series: Man and Society, 3: 57–64 (in Russian).
5. Stryabkova E.A., Lyshchikova Yu.V. 2019. Razvitie metodicheskikh podhodov k opredeleniyu prioritetrov «umnoj specializacii» territorij [Development of methodological approaches to determining priorities of "smart specialization" of territories]. Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra, 9 (12A): 73–82. DOI10.34670/AR.2020.92.12.037 (in Russian).

6. Tebekin A.V., Egorova A.A. 2019. Solving social problems of cities with the help of "smart city" technologies: problems and prospects. *Journal of Sociological Research*, 4 (4): 32–46 (in Russian).
7. Chugreev A.S. 2020. The role of human capital in the development of the digital economy of the region. *Moscow Economic Journal*, 7: 153–162 (in Russian).
8. Shelkovnikov S.A., Kuznetsova I.G., Petukhova M.S., Alekseev A.A. 2019. Digitalization as a trend in the development of agriculture in the context of a new technological order. *Bulletin of the Trans-Baikal State University*, 25 (8): 119–126 (in Russian).
9. Associazione Nazionale Comuni Italiani, Osservatorio Nazionale Smart City. 2014. *Vademecum per la città intelligente*. URL: <http://osservatoriosmartcity.it/il-vademecum/> (date of request: 27.11.2020).
10. Chris J. Martin, James Evans, Andrew Karvonen. *Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America*. 2018. *Technological Forecasting and Social Change*, 133: 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.005>
11. Fernández Maldonado, A.M. 2012. ICT and spatial planning in European Cities. Reviewing the New Charter of Athens. *Built Environment*, 38 (4): 93–103.
12. Luigi Fusco Girard. 2013. *Toward a Smart Sustainable Development of Port Cities/Areas: The Role of the "Historic Urban Landscape" Approach*. *Sustainability*, 5: 4329–4348. DOI10.3390/su5104329
13. Lyshchikova J.V., Dobrodomova T.N., Huseynova Vafa Arif. 2020. Impact investment: a smart strategy for sustainable development goals achievement. *Economic and Social Development (Book of Proceedings Vol. 1/4)*, 55th International Scientific Conference on Economic and Social Development, 761–769.
14. Lyshchikova J.V., Stryabkova E.A., Glotova A.S., Dobrodomova T.N. 2019. The 'Smart Region' concept: the implementation of digital technology. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 10, 4 (42): 1338–1345.
15. Morandi C., Rolando A., Di Vita S. 2016. *From Smart City to Smart Region: Digital Services for an Internet of Places*. Springer, 103 p.
16. Rolando, A., Djordjevic, T. 2013. Learning from places: ICTs for EXPO 2015 in the Turin-Milan region. *The Journal of Urbanism. NUL-New Urban Languages conference proceedings (Milan, 19–21 June 2013)*, 27: 70–78.
17. Sutriadi, R. 2018. Defining smart city, smart region, smart village, and technopolis as an innovative concept in Indonesia's urban and regional development themes to reach sustainability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*: 105-115. DOI10.1088/1755-1315/202/1/012047.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Лыщикова Юлия Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Julia V. Lyshchikova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 334.02

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-244-251

Клиентоориентированный подход в системе менеджмента качества: аксиома или требование времени?

Кучерявенко С.А., Чистникова И.В., Назарова А.Н.

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

Аннотация. В условиях турбулентности экономики вопросы развития системы менеджмента качества приобретают все большую значимость. Клиентоориентированный подход становится одним из базовых принципов в системе управления организацией. Уровень удовлетворенности сотрудников условиями труда оказывает существенное влияние на результативность деятельности организации. В связи с чем возникает необходимость развития внутренней клиентоориентированности. Целью данного исследования является определение и систематизация основных критериев клиентоориентированности через призму концепции бережливого управления. В результате исследования были выявлены и обобщены основные условия формирования и обеспечения функционирования внутренней клиентоориентированности организации. Рассмотрены эффекты от внутренней клиентоориентированности, возникающие за счет улучшения взаимодействия и формирования культуры взаимоотношений персонала организации. Результаты исследования могут быть использованы в процессе развития системы менеджмента качества организации.

Ключевые слова: внутренняя клиентоориентированность, критерии внутренней клиентоориентированности, корпоративные коммуникации, развитие внутренней клиентоориентированности, оценка внутренней клиентоориентированности, стратегии взаимодействия с внутренними клиентами, эффекты от внутренней клиентоориентированности, лояльность персонала.

Благодарности: исследование проведено в рамках международного проекта по программе Европейского союза Erasmus+ №619477-EPP-1-2020-1-NL-EPPKA2-SVHE-JP «Улучшение внутренней оценки качества образования в сфере преподавания и обучения в вузах Азербайджана и России, IQAinAR».

Для цитирования: Кучерявенко С.А., Чистникова И.В., Назарова А.Н. 2021. Клиентоориентированный подход в системе менеджмента качества: аксиома или требование времени? Экономика. Информатика, 48 (2): 244–251. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-244-251.

Customer-oriented approach in the quality management system: an axiom or demand of the time

Svetlana A. Kucheryavenko, Irina V. Chistnikova, Anastasia N. Nazarova

Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: Kucheryavenko_s@bsu.edu.ru

Abstract. In a turbulent economy, the development of a quality management system is becoming increasingly important. A customer-oriented approach is becoming one of the basic principles in the organization's

management system. The level of employee satisfaction with working conditions has a significant impact on the performance of the organization. In this connection, there is a need to develop internal customer focus. The purpose of this study is to define and systematize the main criteria of customer focus through the prism of the concept of lean management. As a result of the study, the main conditions for the formation and maintenance of the internal client-orientation of the organization were identified and summarized. The article considers the effects of internal customer focus arising from the improvement of interaction and the formation of a culture of relationships between the organization's personnel. The research results can be used in the process of development of the organization's quality management system.

Keywords: internal customer focus, criteria of internal customer focus, corporate communications, development of internal customer focus, assessment of internal customer focus, strategies for interacting with internal customers, effects of internal customer focus, staff loyalty.

Acknowledgements: the study was carried out within the framework of an international project under the European Union program Erasmus + №619477-EPP-1-2020-1-NL-EPPKA2-CBHE-JP "Enhancement of internal quality assurance of education in teaching, learning and assessment in HEIs of Azerbaijan and Russia".

For citation: Kucheryavenko S.A., Chistnikova I.V., Nazarova A.N. 2021. Customer-oriented approach in the quality management system: an axiom or demand of the time. Economics. Information technologies, 48 (2): 244–251. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-244-251.

Введение

Развитие системы менеджмента качества в любой организации является стратегическим решением, способным улучшить результаты ее деятельности и обеспечить устойчивое развитие. Основные потенциальные преимущества от применения системы менеджмента заключаются в способности стабильно удовлетворять требования потребителей. Улучшение эффективности и результативности системы менеджмента качества сегодня возможно за счет формирования в организации культуры бережливого производства.

Конкурентоспособность и выживание любой компании в сложившейся экономической ситуации непосредственно зависит от количества постоянных клиентов и способности привлечения новых потребителей товаров, работ и услуг. Ориентация на запросы, потребности и ожидания клиента является одним из базовых принципов бережливого управления.

Полное удовлетворение ожиданий внешнего потребителя возможно при своевременном выполнении его заказа в требуемом качестве и количестве. Для реализации данного условия необходимо организованное и слаженное взаимодействие всех сотрудников и подразделений обслуживающей фирмы. То есть должны выполняться требования внутренней клиентоориентированности [Колесникова, 2015; Lee и др., 2021].

В концепции бережливого производства важным является глубокое понимание потребностей не только внешних клиентов, но и внутренних. При этом к внутренним клиентам следует относить всех сотрудников, использующих внутренние сервисы компании для осуществления своей деятельности.

Развитие внутренней клиентоориентированности является фактором повышения конкурентоспособности организации и обеспечения высоких экономических результатов за счет обеспечения стабильной, качественной и слаженной работы сотрудников компании.

Основная часть

Исследование категориального аппарата внутренней клиентоориентированности

Многие экономисты, исследовавшие понятие «внутренней клиентоориентированности», выделяют две составляющие: **корпоративная культура**, инициируемая топ-менеджерами организации, которая направлена на внимание к потребностям своих сотрудников; **коммуникации**, выстроенные по принципу

«оперативности, профессионализма и командной работы» [Wolfenbarger и др., 2010; Frank, 2004; Conduit и др., 2014].

Так, Шкирандо О.И., внутреннюю клиентоориентированность обосновывает как «способность организации извлекать дополнительную прибыль за счет глубокого понимания и эффективного удовлетворения потребностей своих сотрудников, возникающих в процессе рабочей деятельности» [Шкирандо, 2017].

«Понятие внутренней клиентоориентированности тесно связано с мотивацией сотрудников, психологическим климатом в компании, атмосферой на рабочем месте и, как следствие, с уровнем удовлетворенности персонала в целом» [Грабс-Уэст, 2014].

Формирование культуры бережливого производства, как экономического регулятора поведения персонала, позволяет получить дополнительную прибыль за счет ранее скрытых резервов. Основные положительные эффекты, фиксируемые организациями, внедряющими принципы внутренней клиентоориентированности, представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Основные эффекты от внутренней клиентоориентированности организации
Fig. 1. The main effects of the internal customer orientation of the organization

По мнению авторов, под внутренней клиентоориентированностью нужно понимать внимание и уважение к ожиданиям и потребностям сотрудника организации, как внутреннего клиента ее услуг и корпоративных ценностей.

Критерии и принципы внутренней клиентоориентированности организации

Исследование сущности внутренней клиентоориентированности позволяет определить основные правила, которыми должны руководствоваться топ-менеджеры, внедряющие принципы клиентоориентированности на предприятии:

- формирование клиентоориентированного поведения сотрудников, основанного на уважении к «внутренним посетителям», понимании и удовлетворении их потребностей и профессиональной компетентности в области функциональных обязанностей;
- организация клиентоориентированного пространства: создание комфортной среды, поддержание чистоты помещений, оснащение необходимыми сервисами, зонирование помещения;
- выстраивание взаимоотношений на принципах партнерства.

Перспективу для решения проблемы внутрикорпоративной клиентоориентированности дает комплексное рассмотрение ее основных составляющих характеристик (рис. 2).



Рис. 2. Основные критерии формирования внутренней клиентоориентированности организации
Fig. 2. The main criteria for the formation of internal customer orientation of the organization

Поэтому под критериями внутренней клиентоориентированности целесообразно понимать систему показателей, используемую для оценки клиентоориентированности организации: скорость обслуживания, внимательность к проблемам сотрудников, доброжелательность обслуживания, профессионализм.

Методы оценки и развития внутренней клиентоориентированности

В трудах Натейкиной Ю.О. представлены методы оценки уровня внутренней клиентоориентированности сотрудников [Натейкина, 2015; Натейкина, 2016]. В основу предлагаемых методов оценки заложен мониторинг лояльности сотрудников.

Однако использование данных методов для оценки уровня внутренней клиентоориентированности не позволяет провести диагностику клиентоориентированности в полном объеме. А именно, не предусмотрены: оценка эффективности коммуникаций персонала разных подразделений организации, оценка культуры взаимоотношений персонала, мониторинг вовлеченности персонала в достижение целей организации в области качества и понимание причастности к общему делу. Использование перечисленных методов позволит расширить инструментарий исследования внутренней клиентоориентированности организации и получить полную информацию для дальнейшего развития.

Анализируя опыт развития внутренней клиентоориентированности на отечественных предприятиях, можно заключить, что для формирования и обеспечения функционирования внутрикорпоративной клиентоориентированности должны быть созданы определенные условия (табл. 1).

Таблица 1
 Table 1

Основные условия формирования и обеспечения функционирования внутренней клиентоориентированности организации
 The main conditions for the formation and maintenance of the internal customer orientation of the organization

Условие внутренней клиентоориентированности	Характеристика условия	Мероприятия для обеспечения условий
Понимание целей, ценностей, миссии компании	Понимание работников организации сути деятельности компании, вовлеченность персонала в процессы по ее улучшению	Информирование работников о предназначении бизнеса, формирование корпоративной культуры, организация корпоративных мероприятий
Положительные взаимоотношения	Доброжелательное коммуницирование и обслуживание работников компании	Создание понятных и конкретных алгоритмов (регламентов) процессов компании
Доброжелательное и активное сотрудничество	Регулярное эффективное взаимодействие в командах, большое количество предложений по улучшениям	Создание возможностей для участия каждого работника в процессах преобразования деятельности компании
Признание	Оценка хорошей работы	Применение инструментов морального и материального стимулирования сотрудников
Оценка заслуг	Признание и поощрение хороших результатов и достижений в работе	Создание системы премирования, доплат, надбавок
Повышение уровня компетентности	Создание обстановки, способствующей развитию личного и творческого потенциала работников	Организация тренингов, мастер-классов, курсов повышения квалификации, наставничество

«Развитие внутренней клиентоориентированности целесообразно начать с формирования соответствующей корпоративной культуры, при этом следует предусмотреть одновременное изменение корпоративных целей, ценностей, образа мышления и взаимодействия сотрудников» [Лидин и др., 2015; Donovan и др., 2004].

Следует отметить, что существенного повышения эффективности коммуникации для целей достижения внутренней клиентоориентированности можно достичь посредством стандартизации речевых оборотов сотрудников компании, а также всех процессов системы менеджмента качества организации, регламентируя четкую последовательность действий сотрудников. Особое значение имеет разработка стандартов обслуживания внутренних клиентов, регламенты по оформлению различных внутренних документов, «эталон взаимодействия между отделами компании», требования к предоставлению внутренней информации.

Разрабатывая стандарты (регламенты) следует учитывать, что запросы персонала предприятия могут быть типовые, а могут быть отличные от классического сценария. Поэтому руководству необходимо определить несколько сценариев взаимодействия с внутренними клиентами (табл. 2) и обучить персонал организации выстраивать коммуникации в рутинных, однотипных, часто повторяющихся процессах, а также моделировать профессионально точные и вежливые сообщения на нестандартные запросы.

Таблица 2
Table 2

Принципы формирования ответов и решений на запросы внутренних клиентов
Principles of forming responses and solutions to internal customer requests

Вид обращения (требования)	Особенность ответа (решения) на запрос	Характеристика ответа (решения)
Типовое обращение, официальное требование стандартной процедуры	Типовой ответ	Ответ и решение формируется на основе опыта подобных регулярных обращений
Нетиповое официальное требование, имеющее понятную последовательность решения	Оригинальный (уникальный) ответ	Формирование решения на основе компоновки стандартных ответов в предлагаемой последовательности
Официальное обращение с изменяющимися требованиями	Ряд типовых ответов, соответствующих этике и корпоративной культуре	Поиск нескольких ответов, формирование компромиссных решений
Нелогичный запрос в рамках официальной процедуры	Творческий ответ	Формирование решения на основе компоновки стандартных и креативных ответов

Заключение

Учитывая современные тенденции развития внутренней клиентоориентированности организации, инструменты бережливого производства становятся базовыми для ориентации на потребности внутреннего клиента организации, а их внедрение в организации позволяет достичь постоянного улучшения эффективности и результативности системы менеджмента качества. Ключевой технологией в данном случае можно считать стандартизацию ответов на запросы и официальные обращения.

Результативность работы любой компании напрямую зависит от уровня взаимодействия и взаимопонимания ее команды. Поэтому аспектам формирования атмосферы внутренней клиентоориентированности следует уделять особое внимание, создавая в компании условия для развития личностного потенциала, доброжелательности, признания заслуг и достижений, поощрений, приобщения к корпоративным ценностям и др.

В итоге хотелось бы подчеркнуть, что для функционирования системы обеспечения внутрикорпоративной клиентоориентированности необходимы мониторинг режима коммуникационного процесса, изучение удовлетворенности внутренних клиентов и показателей скорости и качества их обслуживания, оценка вовлеченности персонала в достижение целей организации в области качества и понимание причастности к общему делу. Применение такого подхода позволит развивать внутреннюю клиентоориентированность.

Список литературы

1. Баев Г.О. 2020. Использование простых инструментов бережливого производства для достижения целей. Электронный ресурс. URL: <http://cup-russia.ru/2019/03/volgaero/> (дата обращения 15 февраля 2021).
2. Грабс-Уэст Л. 2014. Сотрудники на всю жизнь. Уроки лояльности от Southwest Airlines. Л. Грабс-Уэст. М.: Манн, Иванов и Фербер, 128 с.
3. Колесникова А.В. 2015. Основные принципы организации работы клиентоориентированной компании. Евразийский союз ученых. 4–1 (13): 160–161.
4. Лидин К.Л., Потехина А.М., Якобсон А.Я. 2015. Стратегия клиентоориентированного подхода в средах с различной турбулентностью. Современные проблемы науки и образования. 1: 683.

5. Натейкина Ю.О. 2015. Анализ уровня внутренней клиентоориентированности сотрудников. *Международный научно-исследовательский журнал*. 9 (40): 57–58.
6. Натейкина Ю.О. 2016. Методы развития внутренней клиентоориентированности персонала. *Международный научно-исследовательский журнал*. 3 (45): 48–49.
7. Сетина И.И. 2018. Применение бережливых технологий в управлении организацией. XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: сборник статей: 149–152.
8. Шкирандо О.И. 2017. Формирование внутренней клиентоориентированности организации: принципы и рекомендации. *Проблемы современной экономики: сборник материалов XXXVII Международной научно-практической конференции*: 60–66.
9. Bellou V. 2017. The role of learning and customer orientation for delivering service quality to patients. *Journal of Health Organization and Management*.
10. Conduit J., Matanda M.J., Mavondo F.T. 2014. Balancing the act: the implications of jointly pursuing internal customer orientation and external customer orientation. *Journal of Marketing Management*. 13–14: 1320–1352.
11. Donavan D.T., Brown T.J., Mowen J.C. 2004. Internal benefits of service-worker customer orientation: Job satisfaction, commitment, and organizational citizenship behaviors. *Journal of marketing*. 68, 1: 128–146.
12. Frank L. 2004. Eichorn Internal Customer Relationship Management (IntCRM) a Framework for Achieving Customer Relationship Management from the Inside Out. *Problems and Perspectives in Management*. 1: 154–177.
13. Kilburn A.J. 2009. Building quality internal exchange: the role of the organization and the individual in internal customer orientation. *Academy of Marketing Studies Journal*. 13 (1): 79.
14. Lee C.M.J., Che-Ha N., Alwi S.F.S. 2021. Service customer orientation and social sustainability: The case of small medium enterprises. *Journal of Business Research*. 122: 751–760.
15. Wolfenbarger M., Gilly M.C. 2010. Employees as internal audience: how advertising affects employees' customer focus. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 38 (40): 520–529.

References

1. Bayev G.O. 2020. The use of simple tools of lean manufacturing to achieve goals. [Antlion] Available at: <http://cup-russia.ru/2019/03/volgaero/> (accessed 15 February 2021).
2. Grabs-West L. 2014. Employees for life. Lessons of loyalty from Southwest Airlines. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber: 128.
3. Kolesnikova A.V. 2015. Osnovnye principy organizacii raboty klientoorientirovannoj kompanii [Basic principles of organizing the work of a customer-oriented company]. *Evrazijskij sojuz uchenyh*. 4–1 (13): 160–161.
4. Lidin K.L., Potekhina A.M., Yakobson A.Ya. 2015. The strategy of customer-oriented approach the environment with the different level of turbulence. *Modern problems of science and education*. 1: 683.
5. Nateikina Y.O. 2015. Analysis of the level of internal customer orientation staff. *International Research Journal*. 9 (40): 57–58.
6. Nateikina Y.O. 2016. Methods for development internal staff customer orientation. *International research journal*. 3 (45): 48–49.
7. Setina I.I. 2018. The use of lean technologies in the management of the organization. XX All-Russian Student Scientific and Practical Conference of Nizhnevartovsk State University: collection of articles: 149–152.
8. Shkirando O.I. 2017. Formirovanie vnutrennej klientoorientirovannosti organizacii: principy i rekomendacii [Formation of internal customer orientation of the organization: principles and recommendations]. *Problemy sovremennoj jekonomiki: sbornik materialov XXXVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*: 60–66.
9. Bellou V. 2017. The role of learning and customer orientation for delivering service quality to patients. *Journal of Health Organization and Management*.
10. Conduit J., Matanda M.J., Mavondo F.T. 2014. Balancing the act: the implications of jointly pursuing internal customer orientation and external customer orientation. *Journal of Marketing Management*. 13–14: 1320–1352.

11. Donovan D.T., Brown T.J., Mowen J.C. 2004. Internal benefits of service-worker customer orientation: Job satisfaction, commitment, and organizational citizenship behaviors. *Journal of marketing*. 68, 1: 128–146.
12. Frank L. 2004. Eichorn Internal Customer Relationship Management (IntCRM) a Framework for Achieving Customer Relationship Management from the Inside Out. *Problems and Perspectives in Management*. 1: 154–177.
13. Kilburn A.J. 2009. Building quality internal exchange: the role of the organization and the individual in internal customer orientation. *Academy of Marketing Studies Journal*. 13 (1): 79.
14. Lee C.M.J., Che-Ha N., Alwi S.F.S. 2021. Service customer orientation and social sustainability: The case of small medium enterprises. *Journal of Business Research*. 122: 751–760.
15. Wolfenbarger M., Gilly M.C. 2010. Employees as internal audience: how advertising affects employees' customer focus. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 38 (40): 520–529.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент, директор Центра менеджмента качества, доцент кафедры управления и экономики фармации, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Чистникова Ирина Вячеславовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Назарова Анастасия Николаевна, начальник отдела системы менеджмента качества Центра менеджмента качества, старший преподаватель кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana A. Kucheryavenko, PhD in Economics, Associate Professor; Director of the Center for Quality Management, Associate Professor of the Department of Management and Economics of Pharmacy, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Irina V. Chistnikova, PhD in Economics, Associate Professor; Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Anastasia N. Nazarova, Head of the Quality Management System Department of the Quality Management Center, Senior Lecturer of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

УДК 338.48

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-252-263

Антикризисные меры по развитию внутреннего туризма в России

Бареева Е.Д., Прохорова О.Н.

Петрозаводский государственный университет,
Россия, 185000, г. Петрозаводск, пр-т. Ленина, 33
E-mail: bareevae@yandex.ru, oksana_prokhorov@mail.ru

Аннотация. По прогнозам Всемирной туристской организации, потери мирового рынка туризма в 2020 году составили 70 %. Вместе с тем сложившаяся ситуация дала стимул к модификации туристской отрасли. В частности, одна из задач российской экономики заключается в поддержке рынка туризма путем формирования новых направлений развития отрасли. Гипотеза данной работы: пандемия 2020 года стала причиной развития внутреннего туризма не только по традиционно популярным направлениям, но и по удаленным туристическим поездкам в такие регионы как: Карелия, Камчатка, Бурятия, Хакасия, Алтай и др. Целью написания данной работы является на основе систематизации антикризисных мер в индустрии туризма сформулировать основные направления поддержки и развития внутреннего рынка туризма Российской Федерации, способствующие восстановлению туристской отрасли в ближайшей перспективе. В работе были рассмотрены проблемы, связанные с выполнением данных задач. Методами исследования стали сравнение, моделирование и наблюдение. Обзор антикризисных мер и состояния рынка туризма в Российской Федерации показывает, что внутренний рынок был готов к изменениям. В статье предлагаются ключевые направления поддержания и развития внутреннего туризма в России в современных условиях. Государство оказывает значительные единовременные компенсации и другие меры по поддержке отрасли во время кризиса. Также Стратегия развития туризма в России направлена в основном на внутренний рынок, поэтому ее выполнение во многом будет способствовать восстановлению отрасли. Стоит отметить, что правительству Российской Федерации на данном этапе стоит обратить внимание на факторы, сдерживающие темпы восстановления рынка и принять необходимые меры. Несмотря на реализованные меры, не все регионы получили поддержку, а также стоимость путевок до сих пор остается на высоком уровне. Следующим шагом в исследовании авторов станет вопрос оценки эффективности финансовых механизмов развития внутреннего туризма в регионах на примере Республики Карелия.

Ключевые слова: рынок туризма, кризис 2020 года, коронавирус, Всемирная туристическая организация ООН, направления туристического потока, внутренний туризм, туристический поток, восстановление туристской отрасли, стратегия развития внутреннего туризма, гранты, программа кешбэка.

Для цитирования: Бареева Е.Д., Прохорова О.Н. 2021. Антикризисные меры по развитию внутреннего туризма в России. Экономика. Информатика. 48 (2): 252–263. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-252-263.

Anti-crisis measures for the development of domestic tourism in Russia

Ekaterina D. Bareeva, Oksana N. Prokhorova

Petrozavodsk State University, 33 Lenin St, Petrozavodsk, 185000, Russia
E-mail: bareevae@yandex.ru, oksana_prokhorov@mail.ru

Abstract. According to forecasts of the world tourism organization, the loss of the world tourism market in 2020 were amount to 70 %. At the same time, the current situation has given an incentive to modify the tourism

industry. One of the tasks of the Russian economy is to support the tourism market by creating new directions for the development of the industry. The hypothesis of this work: the 2020 pandemic caused the development of domestic tourism not only in the central regions of our country, but also to remote destinations of tourist trips, such as: Karelia, Kamchatka, Buryatia, Khakassia, Altai, etc. The purpose of this article is to formulate the main directions of support and development of the domestic tourism market of the Russian Federation, contributing to the recovery of the tourism industry soon, based on the systematization of anti-crisis measures in the tourism industry. The paper considered the problems associated with the implementation of these tasks. The research methods were comparison, modeling, and observation. A review of anti-crisis measures and the state of the tourism market in the Russian Federation shows that the domestic market was ready for changes. The article suggests the key directions for maintaining and developing domestic tourism in Russia soon. The state provides significant one-time compensation and other measures to support the industry during the crisis. Also, the strategy of tourism development in Russia is mainly aimed at the domestic market, so its implementation will largely contribute to the recovery of the industry. It is worth noting that the government of the Russian Federation at this stage should pay attention to the factors constraining the pace of market recovery and take the necessary measures. Despite the implemented measures, not all regions received support, and the cost of vouchers remains at a high level. The next step in the authors' research will be to assess the effectiveness of financial mechanisms for the development of domestic tourism in the regions on the example of the Republic of Karelia.

Keywords: Tourism market, crisis of 2020, coronavirus, UN world tourism organization, directions of tourist flow, domestic tourism, tourist flow, recovery of the tourism industry, strategy for the development of domestic tourism, grants, cashback program.

For citation: Bareeva E.D., Prokhorova O.N. 2021. Anti-crisis measures for the development of domestic tourism in Russia. Economics. Information technologies. 48 (2): 252–263. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-252-263.

Введение

Мировой рынок туризма на протяжении последних 10 лет стабильно рос [Станцева, 2020]. Не был исключением 2019 год: по данным Всемирной туристической организации ООН (UNWTO), международные поездки достигли уровня в 1,5 млрд, что дало рост в 4 % по сравнению с 2018 годом [Станцева, 2020].

Такой же прирост ожидался в 2020 году: 47 % экспертов Всемирной туристической организации считали, что рост рынка туризма составит до 4 % по сравнению с 2019 годом [Федеральная служба государственной статистики, 2020]. В свою очередь, 43 % экспертов полагали, что объем рынка не изменится. Рост данного сектора могли обеспечить крупные мировые события, например, Олимпийские игры в Токио, и культурные события, такие как ЭКСПО-2020 в Дубае [Федеральная служба государственной статистики, 2020].

В 2019 году отмечалось влияние глобальных проблем на рынок: замедление темпа роста рынка туризма наблюдали в Европе, Азии и Тихоокеанском регионе [Станцева, 2020]. Данное снижение темпов роста было вызвано выходом Великобритании из Евросоюза (Brexit), ликвидацией крупнейшей туристической компании Thomas Cook (представленной на рынке в 16 странах), геополитической напряженностью и глобальным экономическим спадом [ООО «Яндекс», 2020].

По данным Всемирной туристической организации, за восемь месяцев 2020 года количество международных прибытий во всем мире упало на 70 %, что составило 700 миллионов долларов упущенной прибыли и 730 миллиардов долларов упущенных экспортных поступлений от международного туризма [Панферова, 2020]. Это более чем в восемь раз превышает потери, понесенные на фоне глобального экономического и финансового кризиса 2009 года [Панферова, 2020].

По итогам 2020 года эксперты Всемирной туристической организации ожидают сохранение падения международных прибытий в целом на уровне 20 % [Станцева, 2020]. Восстановление отрасли, по мнению специалистов UNWTO, можно ожидать не раньше

третьего квартала 2021 года. Однако 20 % экспертов делают прогноз восстановления рынка на 2022 год [Ставцева, 2020].

За последние двадцать лет туристический рынок России развивался как для внешнего потребителя, так и для внутреннего: был сформирован образ страны, где возможно провести разнообразный и комфортный отдых.

Согласно глобальному рейтингу конкурентоспособности в сфере туризма Всемирного экономического форума (The Travel and Tourism Competitiveness Report), в 2019 году Россия заняла 39 место из 140, в 2017 – 44 место [World Economic Forum, 2019].

В Стратегии развития туризма в Российской Федерации до 2035 года сказано, что Россия может быть сильным конкурентом на мировом рынке туризма в связи с «наличием множества точек притяжения для внутренних и въездных туристов, которые имеют всемирное значение и благодаря которым можно развивать практически любые виды туризма» [Правительство России, 2019].

В 2020 году российская индустрия туризма, как и во всем мире, переживала кризис, вызванный стремительным распространением вируса. Гипотеза данной работы: пандемия 2020 года стала причиной развития внутреннего туризма не только в основополагающих районах страны (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Сочи и прочие), но и в дальних частях страны (Карелия, Камчатка, Сибирь, Бурятия и прочие).

Целью написания данной работы является на основе систематизации антикризисных мер в индустрии туризма сформулировать основные направления поддержки и развития внутреннего рынка туризма Российской Федерации, способствующие восстановлению туристской отрасли в ближайшей перспективе.

Объект и методы исследования

Объектом исследования данной работы является внутренний рынок туризма. Методами исследования стали сравнение, моделирование и наблюдение. Обзор антикризисных мер и состояния рынка туризма в Российской Федерации показывает, что внутренний рынок был готов к изменениям. В статье предлагаются ключевые направления поддержания и развития внутреннего туризма в России на ближайшую перспективу.

Результаты и их обсуждение

Развитие внутреннего рынка туризма до пандемии 2020. Согласно статистике, доля туризма в мировом ВВП составила 10,3 % в 2019 году, в свою очередь доля туризма в ВВП Российской Федерации – 4,8 % [Кноета, 2020] – см. рисунок 1.



Рис. 1. Доля рынка туризма в мировом ВВП и ВВП РФ за 2008–2019 года, % [Кноета, 2020]

Fig. 1. The share of the tourism market in the world GDP and the GDP of the Russian Federation for 2008–2019, %

Однако рынок туризма не осуществляет значительный вклад в экономику Российской Федерации на данный момент. Для многих стран рынок туризма является основополагающим рынком всей экономики. Например, доля туризма в ВВП Мальдив составила 66,1 % в 2019

году, в ВВП Сейшельских островов – 65,8 % [Кноета, 2020]. В свою очередь для стран с развитой экономикой доля туризма в ВВП страны составляет до 11 % [Кноета, 2020] – см. рисунок 2.

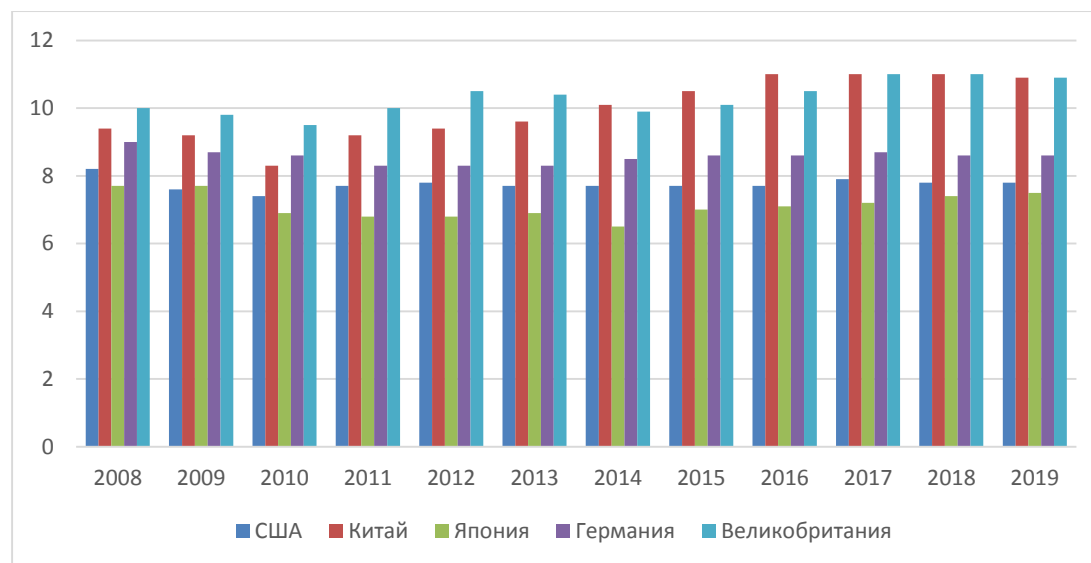


Рис. 2. Доля рынка туризма в ВВП стран с развитой экономикой в 2008–2019 годах, % [Кноета, 2020]

Fig. 2. Tourism market share in GDP of advanced economies in 2008–2019, %

В 2019 году российский потребитель предпочел внешний туризм внутреннему. По данным Пограничной службы ФСБ России, в 2019 г. граждане России совершили более 48 миллионов поездок в 176 зарубежных государств [Федорцова, 2020]. В то же самое время по данным Ассоциации туроператоров России (АТОР), в 2019 году общий турпоток по стране составил более 6 миллионов человек [Гридин, 2020].

Рассмотрим более подробно каждое направление. В 2019 году россияне в большей степени предпочли для отдыха Турцию [Федорцова, 2020]: почти 7 миллионов россиян побывали в этой стране, что составило прирост в 18 % по сравнению с 2018 годом – см. таблицу 1.

Таблица 1
Table 1

ТОП-10 популярных направлений выездного туризма среди россиян в 2019 году: количество поездок и прирост [Федорцова, 2020]

TOP-10 popular outbound tourism destinations among Russians in 2019: number of trips and growth

Направление	Количество поездок в 2019 году, ед.	Прирост к 2018 году, %
Турция	6991528	+ 18,5 %
Абхазия	4802475	+ 6,5 %
Финляндия	3962865	+ 7,9 %
Казахстан	3417996	+ 7,5 %
Китай	2606719	+ 13,5 %
Украина	2177871	+ 1,05 %
Эстония	1890452	+ 0,8 %
Германия	1426262	+ 1,30 %
Италия	1361946	+ 16,7 %
Таиланд	1231441	+ 0,6 %

На внутреннем рынке в 2019 году можно выделить следующие популярные направления [Гридин, 2020]:

- Москва и Московская область – 7,58 % российских туристов;
- Сочи – 6,29 %;
- Анапа – 3,27 %;
- Санкт-Петербург – 3,25 %;
- Южный берег Крыма (Ялта, Алушта, Судак) – 3,11 %;
- Геленджик – 2,42 %;
- Западный берег Крыма (Евпатория, Оленевка, Саки) – 1,32 %;
- Туапсе – 1,28 %;
- Восточный берег Крыма (Феодосия, Керчь) – 1,26 %;
- Казань – 0,93 %.

Для развития внутреннего туризма как среди зарубежного, так и среди внутреннего потребителей, 20 сентября 2019 года распоряжением председателя Правительства Российской Федерации Дмитрия Медведева была утверждена «Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года» [Одинокоев, 2019].

Стратегия включает в себя комплекс направлений развития, в том числе «развитие туристской, коммунальной и транспортной инфраструктуры, строительство и реконструкцию объектов магистральной инфраструктуры, формирование туристского продукта с учетом природного, культурного, этнического разнообразия регионов России» [Правительство России, 2019].

Также в данном документе указаны целевые показатели, которые власти намерены достичь к 2035 году: «рост объема туристской индустрии с 3 158 млрд рублей до 16 306 млрд рублей; увеличение более чем в два раза количества внутренних туристских поездок на одного жителя России; увеличение экспорта туристских услуг с 8,9 млрд до 28,6 млрд долларов США; увеличение инвестиций в сферу туризма в три раза» [Правительство России, 2019].

За каждым регионом, согласно Стратегии, закрепляется большой перечень определенных специализаций, которые могут обеспечить весомый вклад в развитие экономики. Соответственно, туризм стал «перспективной экономической специализацией» практически во всех регионах.

Стоит также отметить, что в документе выделено отдельно направление развития инфраструктуры [Правительство России, 2019]:

- развитие межрегионального авиационного сообщения за счет реконструкции региональных аэропортов и сокращения доли перелетов через Москву с 63 % до 48,7 % и менее к 2025 году;
- улучшение транспортной доступности туристских территорий Российской Федерации;
- развитие сети федеральных, региональных и местных автодорог, востребованных для развития туризма, а также приведение их в нормативное состояние.

Еще одним направлением в рамках развития внутреннего туризма станет детский туризм. Планируется дополнительная интеграция туризма в программы общеобразовательных (например, экскурсии в музеи) и внеурочных (например, профориентация) занятий [Правительство России, 2019].

Также в Стратегии предлагается широкий спектр решений, направленных на развитие цифровых технологий в российском туризме, в числе которых: «внедрение и развитие мультязычных информационных сервисов помощи туристам; разработка и реализация электронной туристской карты гостя и аналогичного мобильного приложения в городах и субъектах РФ; предоставление прозрачной электронной системы оценки качества предлагаемых туристских услуг; обеспечение возможности ознакомления с культурными и природными достопримечательностями, экспозициями музеев, туристскими маршрутами в онлайн-режиме; создание и развитие сервисов дополненной реальности для навигации по городам и объектам

показа; развитие сервисов онлайн-построения туристского маршрута с возможностью покупки билетов и бронирования гостиниц» и прочее [Правительство России, 2019].

В Стратегии затронут вопрос о формировании туристического бренда Российской Федерации путем создания различных направлений отдыха, в том числе краеведческих и экологических. Безусловно, данному направлению будет способствовать создание цифровой платформы для развития туризма и размещения информации о туристических событиях, а также проведение массовых международных федеральных и региональных событийных мероприятий, нацеленных на привлечение туристов в регионы России.

Другим важным событием для поддержки внутреннего туризма в Российской Федерации стал Приказ о предоставлении «субсидий и грантов предпринимателям на развитие внутреннего и въездного туризма из средств федерального бюджета». Данные правила вступили в силу с 1 января 2020 года.

На получение грантов смогут претендовать только российские юридические лица и индивидуальные предприниматели. Гранты предоставляются «в целях реализации мероприятий, направленных на увеличение объема туристских услуг, числа ночевок, а также на приобретение туристского оборудования, модульных гостиниц, катеров, мототехники, микроавтобусов» [Правительство России, 2019].

Таким образом, можно сделать вывод, что в 2020 год Российская Федерация вошла с сформированной стратегией развития внутреннего туризма в стране. Однако многие направления требуют значительных вложений, которые только планировалось реализовать в течение 15 лет, а не с огромными темпами внедрять за несколько лет, как потребовала действительность. Также стоит отметить, что в том числе из-за начальной стадии развития внутреннего туризма отрасль понесла такой уровень потерь в 2020 году.

Развитие внутреннего рынка туризма в России. Безусловно, пандемия изменила ход деятельности во всех сферах хозяйства, особенно в туризме. В России, по оценке Ростуризма, объем продаж туристской отрасли весной 2020 года сократился почти на 100 %. По оценкам экспертов, 1,5 трлн рублей составит общий объем недополученных доходов, учитывая доходы всей сферы деятельности туристической отрасли (отели, санатории, туроператоры, перевозки и так далее) [Федеральная служба государственной статистики, 2020], отрасли требовалась государственная поддержка для выхода из кризиса.

Правительство Российской Федерации в конце марта 2020 года выделило отрасли, которые смогут получить государственную поддержку [Гайва, 2020]. В числе перечисленных отраслей были выделены туризм, гостиничный бизнес и санаторно-курортная деятельность. В основном поддержка заключалась в налоговых льготах: отсрочка уплаты налоговых платежей и страховых взносов, предоставления деклараций, проведения налоговых проверок и другое.

Согласно общероссийскому плану восстановления экономики Российской Федерации государство намерено выделить 73 млрд рублей на поддержку рынка туризма и гостеприимства в 2020–2021 годах [ТАСС, 2020]. Часть средств была заложена в рамках реализации Стратегии развития туризма до 2035 года, часть высвободилась в результате перераспределения [ТАСС, 2020].

Так, в начале апреля туроператорам было выделено 3,5 млрд рублей на выплаты компенсаций туристам за невозвратные билеты, проданные в составе турпакетов [Федеральное агентство по туризму, 2021]. Также было выделено 6,7 млрд рублей на поддержку гостиниц на компенсацию платежей по процентам (до 50 %) и на отсрочку выплаты основного долга по ранее выданным кредитам [ТАСС, 2020].

В августе 2020 года Правительство Российской Федерации выделило 15 млрд рублей на программу поддержки внутреннего туризма: путешествия по России, турист получает 20 % от стоимости поездок при выполнении ряда условий [Федеральное агентство по туризму, 2021].

Первая волна программы прошла с 21 по 28 августа. За этот период было реализовано туров на сумму более 1 млрд рублей [Мошняга, 2013]. По данным всех туроператоров – членов

Ассоциации Туроператоров, акция положительно отразилась на спросе на туры по России. Продажи увеличились по сравнению с аналогичным периодом 2019 года: у Национального туроператора АЛЕАН выросли на 73 %, у туроператора «Интурист» – на 45 %, у «Дельфина» и туроператора ПАКС – на 40 %, у «Тари Тур» – на 14 % [Гридин, 2020].

По данным ряда крупных туроператоров с большими объемами реализованных туров, средний чек по приобретенным турам с кешбэком составил 50–57 тысяч рублей [Гридин, 2020]. Около 70–80 % всех реализованных туров пришлось на осень. По данным туроператоров, большего всего туров было приобретено в Краснодарский край, Крым и Кавказские минеральные воды. Также большое число туров реализовано для поездок в Санкт-Петербург, Татарстан, Калининград, Алтайский край, Байкал [Гридин, 2020].

Программа была признана эффективной, и на этом основании было принято решение о продлении акции до 10 января 2021 года. За первую неделю второго этапа акции реализовано туров на сумму более 900 млн рублей [Эксперт, 2020]. Большинство туроператоров и гостиниц фиксируют рост продаж в 1,5–2 раза по сравнению с периодом до старта акции. Продажи по нескольким направлениям по сравнению с первым этапом акции выросли в 3–4 раза [Эксперт, 2020]. Однако чаще туристы бронируют путевки с заездом в ближайшие 10–14 дней, что связано с эпидемиологической обстановкой: ужесточение ограничений и рост заболеваемости в стране [Эксперт, 2020].

В рамках реализации Стратегии развития туризма до 2035 года был проведен конкурс для получения гранта и субсидий на развитие отрасли туризма. В этом году в ней приняли участие 4061 компаний, из которых в середине октября 2020 года было выбрано 474 для получения гранта и реализации своих проектов [Федеральное агентство по туризму, 2021].

Больше всего проектов было направлено на «приобретение туристского оборудования, модульных гостиниц, оборудования для туристских информационных центров, пунктов проката, объектов туристского показа и объектов развлекательной инфраструктуры» – 70,5 % [Федеральное агентство по туризму, 2021].

По данным общероссийского плана восстановления экономики Российской Федерации, для реализации проектов, которые победили в конкурсе, направят [ТАСС, 2020]:

- в 2020 году – 6,09 млрд рублей, в 2021 году – 5,32 млрд рублей на расширение государственной поддержки внутренних и въездных туроператоров для обеспечения прироста въездных и внутренних турпотоков, в том числе путем формирования новых привлекательных маршрутов и поддержки детского туризма;

- в 2020 году – 10,39 млрд рублей, в 2021 году – 22,55 млрд рублей на системное развитие туристской и иной инфраструктуры, включая льготное кредитование, субсидирование ввода новых гостиниц и обеспечивающей инфраструктуры, планы развития перспективных туристских территорий, формирование туристско-привлекательных центров городов;

- в 2020 году – 1,67 млрд рублей, в 2021 году – 2,7 млрд рублей на оказание мер государственной финансовой поддержки, направленной на снижение стоимости авиационных и железнодорожных перевозок в целях повышения конкурентоспособности внутреннего туристского продукта.

Одновременно Российский союз туриндустрии (РСТ) составил ряд мер по восстановлению туристической отрасли после кризиса [Ставцева, 2020]:

- субсидирование путевок для снижения продукта на рынке с целью формирования массового туризма;

- субсидирование социального туризма — организованных поездок социально незащищенных групп (школьников, студентов, пенсионеров и т.п.);

- частичное субсидирование авиаперелетов в малодоступные (в связи с высокой стоимостью перелета) регионы (например, Байкал и Сахалин);

- субсидирование грантов, выданных предпринимателям с целью развития туризма в регионах (продукта, инфраструктуры и прочее).

На данный момент многие антикризисные меры РСТ уже были реализованы: летом 2020 года при поддержке Ростуризма были запущены чартерные рейсы в малодоступные регионы, что позволило снизить цену на стоимость перелета [Федеральная служба государственной статистики, 2020]. К примеру, стоимость путевки на двоих на 7 дней в Республику Хакасию составляла от 42 тыс. рублей, в Республику Алтай – от 47 тыс. рублей [Федеральная служба государственной статистики, 2020].

Также было сформировано чартерное направление на Байкал: прилет в город Улан-Удэ (Бурятия). Туристам предлагалось проживание на побережье Байкала и путешествие по самой Бурятии со стоимостью путевок на 9 дней на двоих от 50 тыс. рублей [Федеральная служба государственной статистики, 2020].

Стоит отметить, что в развитии транспортной инфраструктуры активное участие принимает и Министерство транспорта РФ. Например, в рамках Программы развития сообщений между городами России из столицы Карелии в 2020 году были запущено авиасообщение в Москву, Симферополь, Анапу, Сочи, Калининград, Мурманск, Череповец и Архангельск [Федеральное агентство по туризму, 2021]. В 2021 году планируется запуск перелетов в следующие города: Казань, Минск, Хельсинки и Минеральные Воды [Федеральное агентство по туризму, 2021].

В целом, по оценке Ростуризма, запуск чартерных рейсов, открытие пляжного отдыха с 1 июня и программа по возврату туристического кешбэка восстановили летний туристический поток: за период с июня по август он составил 90 % от того же периода 2019 года [Эксперт, 2020].

Согласно данным Яндекс, этим летом значительно выросло количество туристических запросов о южных направлениях. Помимо этого, выросли запросы о таких непопулярных местах отдыха, как: Калининградская область, Республика Карелия и Байкал: на 60 %, 45 % и 18 %, соответственно, по сравнению с тем же периодом 2019 года [ООО «Яндекс», 2020].

Необходимо отметить, что летом 2020 года наблюдался рост запросов про неотельные типы размещения: у пользователей на 12 % по сравнению с прошлым годом увеличился интерес к базам отдыха, коттеджам, кемпингам, домам отдыха, пансионатам. На этом фоне спрос на отельный тип размещения в июне-июле сократился на 36 % по сравнению с аналогичным периодом 2019 года [ООО «Яндекс», 2020] – см. рисунок 3.



Рис. 3. Туристические запросы в России на всех устройствах за июнь-июль 2020 года, млн [ООО «Яндекс», 2020]

Fig. 3. Travel requests in Russia on all devices for June-July 2020, mln

По результатам исследования Яндекс, больше всего поисковых запросов в летний период 2020 пришлось на базы отдыха, пансионаты и кемпинги: 12 млн, 2,7 млн и 1 млн запросов, соответственно [ООО «Яндекс», 2020]. Пользователей также интересует размещение в домах отдыха – 732 тыс. запросов, аренда домов – 644 тыс. и коттеджей – 538 тыс. запросов [ООО «Яндекс», 2020].

Однако эксперты Ростуризма ожидают, что к концу года туристический поток составит только 60–70 % от туристического потока 2019 года [Эксперт, 2020]. Данные показатели связаны с бизнес-туризмом, который значительно сократился из-за запрета на проведение массовых мероприятий и перехода многих компаний на удаленный режим работы.

Таким образом, внутреннему рынку туризма оказывается значительная государственная поддержка: компенсация потерь отрасли, выплаты участникам рынка, дополнительные выплаты туристам, развитие транспортной инфраструктуры. Безусловно, основным механизмом стимулирования внутреннего туризма является развитие транспортной системы и программа возврата туристам – кешбэк, так как оба инструмента способствуют снижению стоимости путешествия.

Рекомендации для российской индустрии туризма с учетом мирового опыта поддержки и развития внутреннего туристического рынка. В индустрию туризма из 195 государств вовлечены более 150 [Мошняга, 2013]. Десятая часть трудоспособного населения Земли, по данным Всемирного совета по туризму, работала в 2019 году в сфере туризма [Мошняга, 2013].

В 2018 году 10,3 % мирового ВВП приходилась на туристическую отрасль [Федеральная служба государственной статистики, 2020]. В 2019 году мировой ВВП сектора туризма и путешествий по сравнению с 2018 годом вырос на 103,5 %. Вклад туризма в мировой ВВП в 2019 году составил 8,9 трлн долларов США, число рабочих мест, занятых в сфере мирового туризма – 330 млн человек, инвестиции в основной капитал в индустрии туризма – 948 млрд долларов США. Для сравнения, рост мирового ВВП составил в 2019 году, по сравнению с 2018 годом, 102,5 % [Федеральная служба государственной статистики, 2020], т. е. мировой туризм как отрасль рос быстрее, чем мировая экономика в целом.

С приходом пандемии положительная тенденция роста мирового рынка туризма в 2020 году прервалась. В нынешних условиях первостепенной стала задача найти достойные выходы из кризиса. Всемирная туристская организация составила рекомендации по выводу из кризиса туристической отрасли в различных странах, выделив три направления поддержки и развития туристической отрасли в современной действительности: смягчение последствий, восстановление индустрии и работа на перспективу. По каждому из этих трех направлений относительно восстановления российской отрасли туризма возможно заключить следующее.

Во-первых, нашим государством оказываются значительные единовременные компенсации и другие меры по поддержке отрасли во время кризиса. Во-вторых, Стратегия развития туризма в России направлена в основном на внутренний рынок, поэтому ее выполнение во многом будет способствовать восстановлению отрасли. В-третьих, Всемирная туристская организация выделяет экологический туризм в числе приоритетных направлений развития туризма в России, что обусловлено особыми природными условиями страны и прогнозом популярности данных направлений после спада распространения вируса. Данный факт необходимо учитывать при реализации Стратегии развития отрасли. В частности, при отборе компаний на получение гранта из федеральных программ. В-четвертых, правительству Российской Федерации на данном этапе стоит обратить внимание на факторы, сдерживающие темпы восстановления рынка, и ориентироваться на мнение экспертов Всемирной туристической организации, приняв необходимые меры, которые можно разделить на три блока [World Economic Forum, 2019].

1) Управление кризисом и смягчение его последствий: сохранение рабочих мест; поддержка ликвидности компаний; пересмотр налогов и сборов, связанных с индустрией туризма; защита прав потребителей; повышение цифровых навыков работников туристского бизнеса; включение туризма в общие стратегии спасения экономики различных регионов и государств, создание механизмов антикризисного управления.

2) Стимулирование ускоренного восстановления индустрии туризма: стимулирование инвестиций в туризм; обеспечение подготовки туристов к путешествиям, связанной, в том числе, с имеющимся уровнем риска пандемий; создание новых рабочих мест; учет

экологической устойчивости туристских регионов; понимание рынка и оперативные действия на рынке туристских услуг; повышение роли маркетинга; создание специального органа управления, регулирующего восстановление туризма.

3) Подготовка к завтрашнему дню: диверсификация рынков, продуктов и сервисов, инвестиции в системы исследования рынка и цифровой трансформации; повышение эффективности управления туризмом на всех уровнях; обеспечение готовности к кризисным ситуациям; инвестиции в человеческий капитал; переход к безотходной экономике и принятие целей устойчивого развития.

В рамках данного подхода одним из трендов после спада пандемии стало развитие экологического туризма, который подразумевает отсутствие массовых путешествий и, как следствие, снижение вероятности заражения. Такой вид направления подразумевает размещение на природе в комфортном жилье, например, типа глэмпинга (глэмпинг – разновидность кемпинга, объединяющая в себе комфорт гостиничного номера с возможностью отдыха на природе) [Devine, 2018].

Согласно данным Всемирной туристской организации, доля экологических туров в мировом туризме составляет около 10 % по итогам 2019 года. Экологический туризм обладает следующими характеристиками [Логунцова, 2019]:

- использование природных ресурсов;
- сохранение природного, социального и культурного разнообразия;
- планирование, комплексный подход, интеграция экотуризма в планы регионального развития;
- поддержка местной экономики;
- участие местного населения в развитии туризма;
- повышение уровня экологического образования посетителей.

Объектами экологического туризма могут выступать как природные ландшафты, так и культурные достопримечательности. Экологический туризм требует минимальный объем инфраструктуры в отличие от других видов туризма [Логунцова, 2019].

Заключение

Сделав обзор отечественного российского рынка туризма до и после пандемии 2020 года, можно сделать ряд выводов.

Во-первых, несмотря на все последствия кризиса важно отметить, что внутренний рынок туризма давно находится в преддверии больших перемен. Сложившаяся ситуация только ускорила приближающуюся трансформацию.

Во-вторых, Стратегия развития внутреннего рынка туризма до 2035 года включала в себя план развития внутреннего рынка туризма. Однако план был составлен на 15 лет, а современные условия требуют его реализации за несколько лет в связи с восстановлением отрасли после кризиса 2020 года.

В-третьих, текущие программы направлены на поддержку регионов, на которые есть спрос среди туристов, но стоимость путевки высокая. Например, был запущен чартерный рейс в Бурятию с целью снижения стоимости посещения озера Байкал, что привело к росту спроса по данному направлению.

В-четвертых, многим направлениям туристических поездок не была оказана поддержка в 2020 году, например, Карелии и Камчатке. Безусловно, добраться в Карелию из центральных регионов нашей страны намного дешевле и легче с точки зрения инфраструктуры, чем на Камчатку. Данные регионы особенно интересны с точки зрения развития экологического и уединенного туризма.

Для развития данных регионов требуется: запуск чартерных рейсов на Камчатку, расширение направлений рейсов, проверка качества оказываемых туристических услуг, формирование новых направлений туризма (например, экологического) путем выдачи грантов по текущей программе заинтересованным компаниям, поддержка существующих компаний, прошедших проверку.

Вместе с тем перечисленные выше меры требуют формирования четкой системы оценки их эффективности. Следующим шагом в исследовании авторов станет вопрос оценки эффективности финансовых механизмов развития внутреннего туризма в регионах на примере Республики Карелия.

Список источников

1. Правительство России. 2019. Стратегия развития туризма Российской Федерации на период до 2035 г., утверждена Распоряжением Правительства РФ от 20 сентября 2019 г. № 2129-р. URL: <http://government.ru/docs/37906/> (дата обращения: 01.02.2021).
2. Правительство России. 2019. Постановление от 7 декабря 2019 г. № 1619 «Об утверждении правил предоставления субсидий из федерального бюджета на грантовую поддержку общественных и предпринимательских инициатив, направленных на развитие внутреннего и въездного туризма». Правительство России. URL: <https://tourism.gov.ru/doc/2020Постановление%201619%20в%20редакции%2011-08-2020.pdf> (дата обращения: 01.02.2021).
3. Исследование ООО «Яндекс». 2020. Путешествия по России и не только: туризм после самоизоляции. URL: <https://yandex.ru/adv/analytics-now/puteshestviya-po-rossii-i-ne-tolko-turizm-posle-samoizolyatsii> (дата обращения: 01.02.2021).
4. Федеральная служба государственной статистики. 2020. По данным ежегодного исследования Всемирного совета по туризму и путешествиям (WTTC) с участием экспертов Oxford Economics за 2019 год. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/100185> (дата обращения: 01.02.2021).
5. Федеральное агентство по туризму. 2021. Оплачивайте путешествия по России картой «Мир» и верните 20 % от стоимости поездки. Официальный сайт программы Росстуризм. URL: <https://мирпутешествий.рф> (дата обращения: 01.02.2021).
6. Федеральное агентство по туризму. 2021. Объявлены победители конкурса на получение грантов для развития туризма. Федеральное агентство по туризму. URL: <https://tourism.gov.ru/news/16973/> (дата обращения: 01.02.2021).
7. Эксперт. 2020. «Россия: Туризм – 2020»: новые направления для отдыха внутри страны. URL: https://expert.ru/2020/07/20/rossiya-turizm-2020_-novyie-napravleniya-dlya-otdyiha-vnutri-stranyi/ (дата обращения: 01.02.2021).
8. Электронная газета ТАСС. 2020. Туризм в 2020–2021 годах получит более 70 млрд рублей господдержки. URL: <https://tass.ru/ekonomika/9644931> (дата обращения: 01.02.2021).
9. World Economic Forum. 2019. Travel & Tourism Competitiveness Index. World Economic Forum. URL: <http://reports.weforum.org/travel-and-tourism-competitiveness-report-2019/rankings/> (дата обращения: 01.02.2021).

Список литературы

1. Гайва Е. 2020. Правительство выделило 3,5 млрд рублей для компенсации аннулированных туров. Российская газета. URL: <https://rg.ru/2020/04/08/pravitelstvo-vydililo-35-mlrd-rublej-dlia-kompensacii-annulirovannyh-turov.html> (дата обращения: 01.02.2021).
2. Гридин Д. 2020. Статистика внутреннего туризма в России в 2019 году. Turazbuka NEWS™. URL: <https://ekes.ru/statistika-vnutrennego-turizma-v-rossii-v-2019-godu/> (дата обращения: 01.02.2021).
3. Логунцова И.В. 2019. Маркетинговые аспекты управления туризмом. М.: АРГАМАК-МЕДИА, 110.
4. Мошняга Е.В. 2013. Основные тенденции развития туризма в современном мире. Вестник РМАТ, 3 (9): 20–34.
5. Одинокоев Е. 2019. Итоги года в российском туризме: обошлось без потрясений. «АЭИ «ПРАЙМ». URL: <https://1prime.ru/business/20191227/830747757.html> (дата обращения: 20.11.2020).
6. Панферова Н. 2020. UNWTO посчитала потери мирового туризма. Ежедневная электронная газета Российского союза туриндустрии. URL: https://ratanews.ru/news/news_2102020_9.stm (дата обращения: 01.02.2021).
7. Ставцева С. 2020. В UNWTO спрогнозировали сроки восстановления международного туризма. Ежедневная электронная газета Российского союза туриндустрии. URL: https://ratanews.ru/news/news_28102020_4.stm (дата обращения: 01.02.2021).

8. Ставцева С. 2020. Такой активной совместной работы регионов мы давно не видели. Ежедневная электронная газета Российского союза туристической индустрии. URL: https://ratanews.ru/news/news_7042020_10.stm (дата обращения: 01.02.2021).
9. Ставцева С. 2020. Туризм вновь выступил драйвером мировой экономики. Ежедневная электронная газета Российского союза туристической индустрии. URL: https://ratanews.ru/news/news_21012020_7.stm. (дата обращения: 01.02.2021).
10. Федорцова С.С. 2020. Современное состояние индустрии туризма Colloquium-journal, 8 (60): 8–11.
11. Darren Devine. 2018. Glamping's yurts, podes and domes continue to lead way for Welsh tourism. Wales Online. URL: <https://www.walesonline.co.uk/news/wales-news/glampings-yurts-podes-domes-continue-8863161> (дата обращения: 01.02.2021).
12. Кноема. 2020. Общий вклад туризма в ВВП. URL: <https://knoema.ru/atlas/topics/Туризм/Общий-вклад-туризма-в-ВВП/Общий-вклад-в-ВВП-доля-percent> (дата обращения: 01.02.2021).

References

1. Gaiva E. 2020. The government allocated 3.5 billion rubles to compensate for the canceled tours. Rossiyskaya gazeta. URL: <https://rg.ru/2020/04/08/pravitelstvo-vydelilo-35-mlrd-rublej-dlia-kompensacii-annulirovannyh-turov.html> (accessed: 01.02.2021).
2. Gridin D. 2020. Statistics of domestic tourism in Russia in 2019. Turazbuka NEWS™. URL: <https://ekek.ru/statistika-vnutrennego-turizma-v-rossii-v-2019-godu/> (accessed: 01.02.2021).
3. Loguntsova I.V. 2019. Marketing aspects of tourism management. Moscow: ARGAMAK-MEDIA, 110.
4. Moshnyaga E.V. 2013. The main trends in the development of tourism in the modern world. Bulletin of the RMAT, 3 (9): 20–34.
5. Odinokov E. 2019 Results of the year in Russian tourism: there were no shocks. "AEI" PRIME". URL: <https://1prime.ru/business/20191227/830747757.html> (accessed: 20.11.2020).
6. Panferova N. 2020. UNWTO counted the losses of world tourism. Daily electronic newspaper of the Russian Union of Travel Industry. URL: https://ratanews.ru/news/news_2102020_9.stm (accessed: 01.02.2021).
7. Stavtseva S. 2020. UNWTO predicted the timing of the recovery of international tourism. Daily electronic newspaper of the Russian Union of Travel Industry. URL: https://ratanews.ru/news/news_28102020_4.stm (accessed: 01.02.2021).
8. Stavtseva S. 2020. We have not seen such an active joint work of the regions for a long time. Daily electronic newspaper of the Russian Union of Travel Industry. URL: https://ratanews.ru/news/news_7042020_10.stm (accessed: 01.02.2021).
9. Stavtseva S. 2020. Tourism has once again become a driver of the global economy. Daily electronic newspaper of the Russian Union of Travel Industry. URL: https://ratanews.ru/news/news_21012020_7.stm (accessed: 01.02.2021).
10. Fedortsova S.S. 2020. The current state of the tourism industry Colloquium-journal, 8 (60): 8–11.
11. Darren Devine. 2018. Glamping's yurts, podes and domes continue to lead way for Welsh tourism. Wales Online. URL: <https://www.walesonline.co.uk/news/wales-news/glampings-yurts-podes-domes-continue-8863161> (дата обращения: 01.02.2021).
12. Кноема. 2020. Туризма в ВВП. URL: <https://knoema.ru/atlas/topics/Туризм/Общий-вклад-туризма-в-ВВП/Общий-вклад-в-ВВП-доля-percent> (дата обращения: 01.02.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бареева Екатерина Дмитриевна, магистр, 2 курс, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

Прохорова Оксана Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и менеджмента Института экономики и права, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina D. Bareeva, Master's degree 2nd year, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

Oksana N. Prokhorova, Ph. D. in Economics, Docent, Professor of the Department of economic theory and management, Institute of Economics and law, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

УДК 332.05
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-264-273

Гендерные различия в предпринимательстве сферы сервиса национальных экономик

Пиньковецкая Ю.С.

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

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме развития сферы услуг в современных национальных экономиках. Целью исследования является оценка уровней специализации фирм, созданных предпринимателями в сервисных видах экономической деятельности. При этом рассматриваются предпринимательские структуры в таких видах деятельности, как финансовые, профессиональные, административные, потребительские и социальные услуги, а также здравоохранение и образование. Процесс исследования включал пять этапов. В качестве исходной информации в исследовании использовались результаты опросов взрослых людей, проведенных в 59 странах, в процессе реализации проекта Глобального мониторинга предпринимательства. В исследовании были решены задачи оценки значений показателей, характеризующих удельные веса мужчин и женщин, создавших бизнесы в сфере услуг по данным за 2018 год, в общей численности соответствующих гендерных страт. Исследование основывалось на разработке экономико-математических моделей. При этом в большинстве стран показано наличие гендерного разрыва. Приведенные в статье выводы обладают существенной новизной и оригинальностью. Они могут быть использованы в деятельности органов государственного управления, а также в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: предприниматели, услуги, мужчины, женщины, отраслевая специализация.

Для цитирования: Пиньковецкая Ю.С. 2021. Гендерные различия в предпринимательстве сферы сервиса национальных экономик. Экономика. Информатика, 48 (2): 264–273. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-264-273.

Gender differences in entrepreneurship in the service sector and the economy

Iuliia S. Pinkovetskaia

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

Abstract. The article is devoted to the actual problem of the development of the service sector in modern national economies. The aim of the study is to assess the levels of specialization of firms created by entrepreneurs in service types of economic activity. In this case, the authors consider business structures in such types of activities as financial, professional, administrative, consumer and social services, as well as health and education. The research process included five stages. As a starting point, the study used the results of surveys of adults conducted in 59 countries during the implementation of the Global Entrepreneurship Monitoring project. The study solved the problem of assessing the values of indicators that characterize the proportion of men and women who have created businesses in the service sector according to data for 2018, in the total number of relevant gender strata. The study was based on the development of economic and mathematical models. At the same time, most countries show the presence of a gender gap. The conclusions presented in the article have a significant novelty and originality. They can be used in the activities of public administration bodies, as well as in further research.

Keywords: entrepreneurs, services, men, women, industry specialization.

For citation: Pinkovetskaia I.S. 2021. Gender differences in entrepreneurship in the service sector and the economy. *Economics. Information technologies*, 48 (2): 264–273. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-264-273.

Введение

С началом двадцать первого века в большинстве экономически развитых и развивающихся стран существенно ускорился процесс структурных изменений в экономике, связанный с возрастанием доли сферы сервиса [Castaldi, 2009; Eichengreen, Gupta, 2009]. В связи с этим проблема развития предпринимательства, обеспечивающего выполнение разнообразных услуг, стала одной из наиболее актуальных в современных научных исследованиях.

Рассмотрим некоторые наиболее интересные зарубежные публикации, посвященные указанной проблеме. Общие принципы и концепции сервисной предпринимательской деятельности представлены в монографии [Cuadrado, 2013]. В ней в частности выделены две основные группы фирм, осуществляющих оказание услуг. К первой группе относятся фирмы, специализированные на финансовых, профессиональных, административных и потребительских услугах. Ко второй группе относятся частные организации здравоохранения, образования, а также оказывающие социальные услуги. В работах [Castillo et al., 2014; Fuentes, 2005] анализируется развитие услуг в различных регионах Мексики, при этом отмечается влияние роста объемов оказываемых услуг на сокращение разрыва в экономике этих регионов. Исследования [June, Khar, 2014; Cruz, Delfina, 2004] показывают, что именно предприятия сферы услуг обеспечивают наибольший вклад в рост рабочих мест.

Ряд научных публикаций был посвящен конкретным видам деятельности в сфере услуг. Так, особенности оказания профессиональных услуг были рассмотрены в работе [Nordenflycht, 2010]. Анализ некоторых аспектов предпринимательства в здравоохранении приведен в статье [Black, et al., 2011]. В исследовании [Liao, 2020] рассматриваются вопросы наращивания в последние годы объемов предоставляемых предпринимателями потребительских услуг в Китае. Специализация фирм на социальной работе демонстрируется в работе [Spatscheck, 2019]. Развитие малых предприятий, осуществляющих выполнение финансовых операций для физических лиц, живущих в развивающихся странах, изучено в статье [Mugwati et al., 2013].

Учитывая возрастание роли гендерных исследований в предпринимательстве [Chhabra, Karmarkar, 2016; Grosser, Moon, 2019; Sperber, Linder, 2018], наряду с межстрановым анализом в настоящей статье рассматриваются сложившиеся различия в создании сервисных бизнесов женщинами и мужчинами [Aidis, Weeks, 2016; Jennings, Brush, 2013].

Необходимо отметить, что в выполненных ранее научных исследованиях проблеме гендерных особенностей, характерных для фирм, специализированных на оказании услуг в различных странах, уделялось недостаточно внимания.

Методика исследования

Цель исследования – оценка уровней специализации фирм, созданных предпринимателями (женщинами и мужчинами) в сервисных видах экономической деятельности в современных странах. При этом рассматриваются указанные ранее две основные группы фирм. К первой группе относятся фирмы, оказывающие финансовые, профессиональные, административные и потребительские услуги. Ко второй группе относятся фирмы в здравоохранении, образовании, а также оказывающие социальные услуги. Процесс исследования включал пять этапов. На первом этапе формировались исходные данные, описывающие создание женщинами и мужчинами бизнесов в сфере услуг по различным странам. На втором этапе оценивались значения удельных показателей, характеризующих создание таких бизнесов женщинами и мужчинами, в общей численности соответствующих

гендерных страт предпринимателей. На третьем этапе определялись средние значения указанных показателей по рассматриваемым странам и диапазоны, в которых находятся значения этих показателей для большинства из них. На четвертом этапе проводился компаративный анализ, в процессе которого устанавливались страны, в которых отмечались минимальные и максимальные значения показателей. На пятом этапе проводился сравнительный анализ значений показателей по России и зарубежным странам.

В качестве исходной информации в исследовании использовались результаты опросов, проведенных в 59 странах, в процессе реализации проекта Глобального мониторинга предпринимательства [Global Entrepreneurship Monitor, 2019]. Опросы не менее двух тысяч предпринимателей (18-64 лет) в каждой из этих стран позволили получить данные об их специализации на предоставлении услуг.

В нашем исследовании рассматривалась оценка шести показателей, характеризующих создание бизнесов женщинами и мужчинами в сельскохозяйственной и добывающей, а также обрабатывающей и транспортной отраслях по 59 странам в 2018 году. К этим показателям относятся:

- удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, (показатель 1);
- удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, (показатель 2);
- отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, (показатель 3);
- удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин (показатель 4);
- удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, (показатель 5);
- отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, (показатель 6).

Проведенное исследование включало проверку пяти следующих гипотез:

- гипотеза 1 - в большинстве стран имеют место гендерные различия в удельных весах женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг;
- гипотеза 2 - в большинстве стран имеют место гендерные различия в удельных весах женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг;
- гипотеза 3 - значения рассматриваемых шести показателей имеют существенную дифференциацию по разным странам;
- гипотеза 4 - территориальное расположение стран не оказывает существенного влияния на значения каждого из шести показателей;
- гипотеза 5 - уровень доходов населения в рассматриваемых странах не оказывает существенного влияния на значения каждого из шести показателей.

В экономико-математическом моделировании, используемом для оценки каждого из шести показателей, применялись функции нормального распределения. В статье автора [Pinkovetskaia, Slepova, 2018] представлен методический подход к их разработке и использованию для определения средних значений показателей по рассматриваемым государствам, а также диапазонов вариации значений по большинству государств. В процессе нашей работы устанавливались государства с максимальными и минимальными величинами показателей.

Результаты и обсуждение результатов

В процессе вычислительного эксперимента проводилось экономико-математическое моделирование на основе эмпирических данных. Модели, которые описывают распределения шести показателей по 59 странам, продемонстрированы далее:

- удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, %

$$y_1(x_1) = \frac{491,67}{10,49 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_1 - 15,14)^2}{2 \times 10,49 \times 10,49}}; \quad (1)$$

- удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, %

$$y_2(x_2) = \frac{368,75}{9,63 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_2 - 16,96)^2}{2 \times 9,63 \times 9,63}}; \quad (2)$$

- отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг

$$y_3(x_3) = \frac{23,61}{0,48 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_3 - 0,91)^2}{2 \times 0,48 \times 0,48}}; \quad (3)$$

- удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, %

$$y_4(x_4) = \frac{505,71}{10,32 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_4 - 20,28)^2}{2 \times 10,32 \times 10,32}}; \quad (4)$$

- удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, %

$$y_5(x_5) = \frac{219,14}{4,14 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_5 - 10,60)^2}{2 \times 4,14 \times 4,14}}; \quad (5)$$

- отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг

$$y_6(x_6) = \frac{42,14}{0,82 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_6 - 1,91)^2}{2 \times 0,82 \times 0,82}}. \quad (6)$$

Высокое качество функций (1)–(6) было подтверждено в процессе тестирования по критериям Шапиро-Вилка, Пирсона и Колмогорова-Смирнова.

На следующем этапе исследования были выявлены закономерности, характеризующие распределения рассматриваемых показателей. В столбце 2 (табл. 1) приведены данные, характеризующие средние величины показателей. Диапазоны, в которых находятся значения показателей по большинству стран, продемонстрированы в третьем столбце таблицы.

Таблица 1
 Table 1

Значения показателей, характеризующих предпринимателей в сфере услуг
 Values of indicators that characterize entrepreneurs in the service sector

Наименование показателя	Средние величины	Значения по большинству стран
удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, %	15,14	4,65–25,63
удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, %	16,96	7,33–26,59
отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг	0,91	0,43–1,39
удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, %	20,28	9,96–30,6
удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, %	10,60	6,46–14,74
отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг	1,91	1,09–2,73

Источник. Расчеты проведены автором на основе функций (1)–(6).

Среднее значение удельного веса женщин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, достигало в 2018 году более 15,4 %. Соответствующий показатель по мужчинам был несколько выше – почти 17 %. То есть почти каждый шестой предприниматель в рассматриваемых странах специализировался на оказании указанных услуг. Превышение удельного веса мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг характерно для большинства (37) стран. В 20 странах отмечается превышение показателя по женщинам. В двух странах показатели по женщинам и мужчинам равны. Среднее значение отношения величин указанных показателей составило в 2018 году 0,91. Таким образом, гипотеза 1 о наличии гендерных различий подтвердилась, поскольку в большинстве стран отмечалось превалирование удельного веса фирм, созданных мужчинами.

Среднее значение удельного веса женщин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, составило в 2018 году более 20,3 %. Этим видам услуг отдала предпочтение каждая пятая женщина-предприниматель. Соответствующий показатель по мужчинам был существенно (в 1,9 раза) меньше – почти 10,6 %. Тенденция превышения указанного показателя по женщинам характерна для большинства (52 стран). Только в 7 странах, а именно Индонезии, Мексике, Панаме, Японии, Эквадоре, Таиланде и Малайзии имело место превышение показателей по мужчинам по сравнению с женщинами. Среднее значение отношения величин показателей составило в 2018 году 1,91. Подтвердилась

гипотеза 2 о наличии гендерных различий в здравоохранении, образовании и социальных услугах, поскольку в большинстве стран удельный вес женских бизнесов отмечался на более высоком уровне по сравнению с мужскими бизнесами.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что в среднем по рассматриваемым странам удельный вес женщин, создавших бизнесы в сфере услуг (по обеим группам фирм), достигал почти 35,4 %. Фирмы, специализированные на всех рассматриваемых в статье видах услуг, в 2018 году были созданы 27,6 % от общего количества предпринимателей-мужчин. Интересно отметить, что в сфере сервиса в большинстве рассматриваемых стран в 2018 году среди созданных преобладали женские бизнесы.

Для проверки гипотезы 3 проводился анализ данных, представленных в столбце 3 таблицы 1. Анализ показал существенную дифференциацию по рассматриваемым странам значений каждого из шести показателей. Следовательно, третья гипотеза подтвердилась.

На следующем этапе выявлялись страны, в которых отмечались максимальные и минимальные значения каждого из показателей. При этом к максимальным и минимальным относятся значения, соответственно превышающие верхние границы диапазонов, продемонстрированных в третьем столбце таблицы 1 и меньшие нижних границ 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.

Таблица 2
Table 2

Страны с максимальными и минимальными значениями показателей
 Countries with maximum and minimum indicator values

Наименование показателя	Максимальные значения	Минимальные значения
1	2	3
удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, %	Австрия, Великобритания, Эстония, Швейцария, Хорватия, США, Люксембург, Кипр, Австралия, Словения. Расположены в Европе – восемь стран, по одной стране в Северной Америке и Австралии. Доходы населения во всех странах высокие.	Индонезия, Российская Федерация, Ангола, Вьетнам, Греция, Таиланд, Египет, Малайзия, Эквадор, Индия, Марокко. Две страны расположены в Европе, в Азии – пять стран, в Африке – три страны, в Латинской Америке – одна страна. Высокие доходы населения отмечаются в одной стране, средние доходы – в трех странах, низкие – в семи странах.
удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, %	Словения, Канада, Кипр, Люксембург, ОАЭ, Израиль, Испания, Великобритания, США, Швейцария. Семь стран расположены в Европе, две страны – в Азии, в Северной Америке – одна страна. Доходы населения высокие во всех странах.	Индонезия, Мадагаскар, Индия, Малайзия, Марокко, Египет, Бразилия, Судан, Таиланд, Саудовская Аравия. Пять стран расположены в Азии, в Африке – четыре страны, в Латинской Америке – одна страна. Доходы населения: высокие (одна страна), средние (две страны), низкие (семь стран).

Окончание табл. 2

1	2	3
отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг	Саудовская Аравия, Ирландия, Бразилия, Босния и Герцеговина, Хорватия, Болгария, Мадагаскар. Четыре страны расположены в Европе, по одной стране в Азии, Африке и Латинской Америке. Доходы населения: высокие (три страны), средние (три страны), низкие (одна страна).	Греция, Российская Федерация, Аргентина, Вьетнам, ОАЭ, Ангола, Пуэрто-Рико. По две страны расположены в Европе, Азии и Латинской Америке, одна страна в Африке. Высокие доходы имели место в семи странах, низкие доходы были в двух странах.
удельный вес женщин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении, и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность женщин, %	Пуэрто-Рико, Великобритания, Швеция, Франция, ОАЭ, Германия, Индия, Нидерланды. Расположены в Европе пять стран, в Азии – две страны, в Латинской Америке – одна страна. Высокие доходы населения в семи странах, низкие доходы в одной стране.	Мадагаскар, Малайзия, Эквадор, Таиланд, Ангола, Гватемала, Мексика, Вьетнам, Египет. Три страны расположены в Азии, по три страны – в Африке и Латинской Америке. Средние доходы отмечались в четырех странах, а низкие доходы – в пяти странах.
удельный вес мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг, в общей численности начавших предпринимательскую деятельность мужчин, %	Республика Корея, Пуэрто-Рико, Ирландия, Франция, Панама, Япония, Германия, Словацкая Республика, Австрия, Казахстан. В Европе расположены пять стран, три страны – в Азии, две страны – в Латинской Америке. В девяти странах доходы населения высокие, средние доходы – в одной стране.	Мадагаскар, Италия, Египет, Индия, Кипр, Тайвань, Китай, Гватемала. В Европе и Африке расположены по две страны, три страны расположены в Азии, одна страна – в Латинской Америке. Доходы населения: высокие (три страны), средние (две страны), низкие (три страны).
отношение значений показателей, характеризующих удельные веса женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию услуг в здравоохранении и образовании, а также социальных услуг	Испания, ОАЭ, Великобритания, Аргентина, Нидерланды, Катар, Швеция, Кипр, Индия, Италия. В Европе расположены шесть стран, в Азии – три страны, в Латинской Америке одна страна. Доходы населения: высокие (восемь стран), средние и низкие (одна страна).	Индонезия, Мексика, Панама, Япония, Эквадор, Таиланд, Малайзия, Болгария, Ангола, Вьетнам. По одной стране расположены в Европе и Африке, в Латинской Америке три страны, а в Азии – пять стран. Высокие доходы населения имели место в двух странах, средние доходы – в четырех странах, низкие доходы – в четырех странах.

Источник. Разработано автором на основе данных таблицы 1 и проекта Глобального мониторинга предпринимательства.

В таблице 2 приведена информация по территориальному расположению стран с высокими (столбец 2) и низкими (столбец 3) значениями каждого из шести оцениваемых в нашем исследовании показателей. Анализ этой информации показал, что связи между значениями показателей и территориальным расположением стран, а также уровнем доходов населения в этих странах, не наблюдается. То есть страны с высокими и низкими значениями показателей расположены в различных частях света. Таким образом, можно констатировать подтверждение гипотезы 4. Гипотеза 5 не нашла подтверждение по странам, в которых

отмечались максимальные значения удельных весов женщин и мужчин, создавших фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг. Все указанные страны характеризовались только высоким уровнем доходов населения. По остальным странам гипотеза 5 подтвердилась.

Сравнительный анализ значений рассматриваемых показателей по России и зарубежным странам продемонстрировал следующее:

- значение показателя 1 составляет 2,5 %, что существенно в 6,1 раза меньше средней величины по зарубежным странам;
- значение показателя 2 составляет 15,5 %, что в 1,1 раза меньше средней величины по зарубежным странам;
- значение показателя 3 составляет 0,2, что в 4,6 раза меньше средней величины по зарубежным странам;
- значение показателя 4 составляет 20,0 %, что совпадает со средней величиной по зарубежным странам;
- значение показателя 5 составляет 11,3 %, что в 1,1 раза больше средней величины по зарубежным странам;
- значение показателя 6 составляет 1,77, что в 1,1 раза меньше средней величины по зарубежным странам.

Таким образом, в России как женщины, так и мужчины реже, по сравнению с зарубежными странами, создают фирмы по оказанию финансовых, профессиональных, административных и потребительских услуг. Это, на наш взгляд, логично, поскольку указанные частные фирмы в этих видах деятельности начали создаваться в нашей стране относительно недавно. По фирмам, созданным женщинами и относящимся ко второй группе, в нашей стране наблюдается паритет с зарубежными странами. А по аналогичным фирмам, созданным мужчинами, имеет место небольшое превышение по сравнению со средним уровнем в зарубежных странах.

Заключение

Цель исследования, заключающаяся в оценке уровней участия предпринимателей в сфере услуг в современных национальных экономиках по данным за 2018 год, была достигнута. К выводам, обладающим научной новизной и оригинальностью, относятся:

1. Приведена методика оценки показателей, описывающих создание фирм в сфере услуг женщинами и мужчинами.
2. Проведено моделирование распределения шести показателей, характеризующих оказание услуг предпринимателями по 59 странам.
3. Доказано, что около 30 % фирм, созданных предпринимателями, специализируются на оказании двух основных групп услуг.
4. Показано, что в большинстве стран имеют место гендерные различия в удельных весах сервисных фирм.
5. В 2018 году имели место существенные различия в значениях шести рассматриваемых показателей по странам.
6. Выявлены страны, для которых были характерны максимальные и минимальные значения этих шести показателей.
7. Проведено сопоставление значений показателей по России и зарубежным странам.

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 в сфере услуг могут использоваться в деятельности образовательных учреждений.

Список литературы

1. Aidis R., Weeks J. 2016. Mapping the Gendered Ecosystem: The Evolution of Measurement Tools for Comparative High-Impact Female Entrepreneur Development. *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 8 (4): 330–352.
2. 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.
3. Castaldi C. 2009. The relative weight of manufacturing and services in Europe: An innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 76 (6): 709–722.
4. Castillo R., Flores C., Rodrigue M. 2014. The Relative Importance of the Service Sector in the Mexican Economy: A Time Series Analysis *Lecturas de Economía*, 80: 133–151.
5. Chhabra M., Karmarkar Y. 2016. Gender gap in entrepreneurship – a study of small and micro enterprises. *ZENITH International Journal of Multidisciplinary Research*, 6 (8): 82–99.
6. Cuadrado R. 2013. *Service industries and regions, growth, location and regional effects*. Springer. Berlin. Germany. 450 p.
7. Cruz R., Delfina M. 2004. Desigualdad Salarial y Desplazamientos de la Demanda Calificada en México, 1993-1999. *Trimestre Económico*, 71 (289): 625–680.
8. Eichengreen B., Gupta P. 2013. The two waves of service sector growth. *Oxford Economic Papers*, 65 (1): 96–123.
9. Fuentes N.A. 2005. Construcción de una Matriz Regional de InsumoProducto. *Problemas del Desarrollo*, 36 (140): 89–112.
10. Fukao K. 2010. *Service Sector Productivity in Japan: The key to future economic growth*. RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-007. August.
11. *Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019. 2019. Women’s Entrepreneurship Report*. Global Entrepreneurship Research Association (GERA). London Business School, London, United Kingdom.
12. Grosser K., Moon J. 2019. CSR and feminist organization studies: towards an integrated theorization for the analysis of gender issues. *Journal of Business Ethics*, 155 (2): 321–342.
13. Jennings J.E., Brush C.G. 2013. Research on women entrepreneurs: challenges to (and from) the broader entrepreneurship literature? *The Academy of Management Annals*, 7 (1): 663–715.
14. June S., Khar K.Y. 2014. Innovative work behavior (IWB) in the knowledge intensive business services (KIBS) sector in Malaysia: The effect of leader-member exchange (LMX) and social capital (SC). *Asian Social Science*, 10 (2): 172–182.
15. Liao J. 2020. The rise of the service sector in China. *China Economic Review*, 59: 1–22.
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. 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.
18. 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.
19. 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.
20. Sperber S., Linder C. 2018. Gender-specifics in startup strategies and the role of the entrepreneurial ecosystem. *Small Business Economics*, 53 (4): 1–14.

References

1. Aidis R., Weeks J. 2016. Mapping the Gendered Ecosystem: The Evolution of Measurement Tools for Comparative High-Impact Female Entrepreneur Development. *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 8 (4): 330–352.
2. 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.
3. Castaldi C. 2009. The relative weight of manufacturing and services in Europe: An innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 76 (6): 709–722.
4. Castillo R., Flores C., Rodrigue M. 2014. The Relative Importance of the Service Sector in the Mexican Economy: A Time Series Analysis *Lecturas de Economía*, 80: 133–151.
5. Chhabra M., Karmarkar Y. 2016. Gender gap in entrepreneurship – a study of small and micro enterprises. *ZENITH International Journal of Multidisciplinary Research*, 6 (8): 82–99.

6. Cuadrado R. 2013. Service industries and regions, growth, location and regional effects. Springer. Berlin. Germany. 450 p.
7. Cruz R., Delfina M. 2004. Desigualdad Salarial y Desplazamientos de la Demanda Calificada en México, 1993-1999. Trimestre Económico, 71 (289): 625–680.
8. Eichengreen B., Gupta P. 2013. The two waves of service sector growth. Oxford Economic Papers, 65 (1): 96–123.
9. Fuentes N.A. 2005. Construcción de una Matriz Regional de InsumoProducto. Problemas del Desarrollo, 36 (140): 89–112.
10. Fukao K. 2010. Service Sector Productivity in Japan: The key to future economic growth. RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-007. August.
11. Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019. 2019. Women’s Entrepreneurship Report. Global Entrepreneurship Research Association (GERA). London Business School, London, United Kingdom.
12. Grosser K., Moon J. 2019. CSR and feminist organization studies: towards an integrated theorization for the analysis of gender issues. Journal of Business Ethics, 155 (2): 321–342.
13. Jennings J.E., Brush C.G. 2013. Research on women entrepreneurs: challenges to (and from) the broader entrepreneurship literature? The Academy of Management Annals, 7 (1): 663–715.
14. June S., Khar K.Y. 2014. Innovative work behavior (IWB) in the knowledge intensive business services (KIBS) sector in Malaysia: The effect of leader-member exchange (LMX) and social capital (SC). Asian Social Science, 10 (2): 172–182.
15. Liao J. 2020. The rise of the service sector in China. China Economic Review, 59: 1–22.
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. 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.
18. 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.
19. 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.
20. Sperber S., Linder C. 2018. Gender-specifics in startup strategies and the role of the entrepreneurial ecosystem. Small Business Economics, 53 (4): 1–14.

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, Russian

УДК 070.3:002.2+339.137+659.1
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-274-286

Модель межотраслевого (межтематического) существования современного печатного СМИ: аспекты реализации и потенциальные положительные перспективы

Хмелев А.В.

Сибирский государственный университет телекоммуникации и информатики,
Россия, 630102, г. Новосибирск, ул. Гурьевская, 51
E-mail: ah.04@mail.ru

Аннотация. В данной статье проведено изучение вопроса использования межотраслевой (межтематической) модели современных печатных средств массовой информации, используемой для решения проблемы стабилизации показателей конкурентоспособности (экономических и статистических). Изучение данной модели в сфере массмедиа строится на теории стабилизации показателей (общий объем, рекламный объем), на основе синхронизации работы нескольких разделов, относящихся к разным сферам (отраслям) в одном проекте (СМИ). Для реализации подобной модели нужно учесть ряд важных аспектов, один из главных – это вопрос календарного колебания активности в разных сферах. Данный вопрос изучен на примере сфер экономики и спорта, посредством анализа изменений показателей, средств массовой информации, относящихся к данным сферам. Произведена оценка перспектив развития (усиления позиции на рынке), расширения возможностей (увеличения охвата рекламодателей, и расширения потенциала электронных ресурсов), поддержания конкурентоспособности (возможность обновления частей одного бренда) и деления на несколько проектов при использовании такой модели в современных условиях.

Ключевые слова: издания, конкуренция, тематические разделы, календарное колебание, стабилизация, перспективы.

Для цитирования: Хмелев А.В. 2021. Модель межотраслевого (межтематического) существования современного печатного СМИ: аспекты реализации и потенциальные положительные перспективы. Экономика. Информатика, 48 (2): 274–286. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-274-286.

Model of intersectoral (interthematic) existence of modern print media: implementation aspects and potential positive prospects

Alexey V. Khmelev

Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences,
51 Guryevskaya St, Novosibirsk, 630102, Russia
E-mail: ah.04@mail.ru

Abstract. This material is devoted to the study of the use of the intersectoral model in the field of modern media, for solving such problems as competitiveness and stabilization. These tasks are implemented based on the synchronization of the work of several sections related to different areas (branches) in one project. Special attention is paid to the consideration of the theory of calendar fluctuations in activity on the example of existing mass media, namely, changes in their content (total volume and advertising) during the year. An assessment was made of the prospects for development (strengthening the position in the market), expanding opportunities (increasing the coverage of advertisers, and expanding the potential of electronic resources), maintaining competitiveness (the possibility of updating parts of one brand) and dividing (into several projects) when using such a model in modern conditions.

Keywords: editions, competition, thematic sections, calendar fluctuations, stabilization, prospects.

For citation: Khmelev A.V. 2021. Model of intersectoral (interthematic) existence of modern print media: implementation aspects and potential positive prospects. Economics. Information technologies, 48 (2): 274–286. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-274-286.

Введение

При всей стремительной динамике развития современных электронных медиа-ресурсов печатные издания остаются с точки зрения продвижения – очень сильным рекламным инструментом, с точки зрения соискателей работы – привлекательным местом работы, с точки зрения владения – прибыльным активом, ежемесячные денежные поступления могут быть от 450 тысяч рублей до 12 миллионов рублей [Хмелев, 2017; Зверева, 2019]. Так, в качестве примера можно привести печатное издание «Аргументы и факты на Оби» (Новосибирск) – в 2019 году полоса рекламы стоила 99,6 тысячи рублей [Прайс-лист «АиФ на Оби»]. Это информационное издание, и согласно законам «о рекламе» и «о средствах массовой информации» оно не может размещать рекламы больше 45 % от объема. Согласно официальным данным на 14.11.19, минимальный объем газеты обозначен в 24 полосы, соответственно объем рекламы равен 10,8 полос, то есть доход с одного выпуска 1 076 328 рублей, в месяц выходит четыре выпуска, что дает в итоге примерно 4 305 312 рублей поступлений.

Но для того чтобы все эти положительные экономические аспекты имелись и сохранялись на стабильном уровне, нужны умелые и продуманные действия в области управления, маркетинга и поддержания конкурентоспособности данного актива. Ключевыми проблемами для современных печатных средств массовой информации можно обозначить:

- Стабилизацию показателей общего объема и рекламного объема;
- Увеличение целевой аудитории издания;

Так как данные проблемы тесно взаимосвязаны, возникает потребность в инструменте, который позволял бы их решить (или одновременно, или поступательно), в качестве такого инструмента стоит рассмотреть модель межотраслевой (межтематической) формы существования издания. Данная модель характеризуется наличием нескольких крупных разделов, относящихся к разным отраслям (сферам) внутри одного издания. Данная модель учитывает ряд важных моментов. Во-первых, тот факт, что в сфере средств массовой информации очень высока конкурентная плотность [Тамберг, Бадьин, 2005; Доктор, 2013]. Одной из особенностей конкуренции среди средств массовой информации является то, что крупные издания в качестве конкурентов воспринимают только издания такого же склада (конструкции), если брать официальную терминологию, то это издания, ориентированные на тот же тематический сегмент рынка, тех же рекламодателей, тех же читателей [Амблер, 1999]. Есть так же особенные случаи в российской экономике, когда в одном сегменте существует два крупных издания, но при этом их конкуренция сведена к минимальному значению, так как у них разное позиционирование и формы подачи материалов. Это позволяет им мирно сосуществовать в одном сегменте [Мудров, 2008; Огилви, 2005; Тамберг, Бадьин, 2005]. Во-вторых, специфику узкопрофильных изданий. Многие крупные издания являются специализированными (узкопрофильными) и существуют в рамках одной конкретной отрасли или же в рамках одной конкретной специфики. Так, например, издание Status – это финансово-экономическое издание, которое даже позиционирует себя как «Бизнес-журнал для состоявшихся людей», или же издание ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – журнал обо всем, что происходит в агропромышленном комплексе (АПК) [Журнал Status; Журнал Председатель]. Так же примером можно считать журнал «ИНФОСФЕРА», который охватывал сферу связи – теле- и радиовещания и все связанные аспекты, такие как кабельное, спутниковое и иное техническое оборудование [Журнал Инфосфера]. Необходимо выделить еще один важный аспект узкопрофильных изданий, на их показателях (общий объем, объем рекламных средств) сильно отражается календарное колебание, ведь в каждом сегменте рынка или отрасли есть

промежутки с высокой и низкой активностью её участников. Если общий объем узкопрофильные издания еще могут компенсировать увеличением редакционного материала, то с рекламными объемами все на порядок сложнее, отсутствие профильной рекламы нельзя компенсировать ни тематической, ни профильной, что может привести к падению имиджа и оттоку читателей и рекламодателей.

Как выше уже отмечалось, особенностью предлагаемой модели является синхронизация двух разделов, относящихся к разным отраслям (сферам). Естественно, что данный аспект зависит от календарного колебания в выбранных отраслях (сферах), что приводит к необходимости детального изучения данного параметра или теории календарного колебания. В данном материале будет рассмотрена данная теория посредством изучения синхронизации тематических сфер – экономики и спорта, а в рамках изучения будет представлена теория календарного колебания для каждой из обозначенных сфер, изучено колебание показателей реально существующих изданий в данных направлениях. Также произведена оценка потенциальных возможностей существования в межотраслевой модели, в частности решения вышеобозначенных ключевых проблем, и проанализированы наиболее возможные положительные перспективы, которые могут возникнуть, и сложности их реализации. В качестве базы данных будут использованы открытые архивы изданий (печатных и электронных), при этом для обработки данных был использован метод сбора и обобщения (метод синтеза) с учетом требований законов «о средствах массовой информации» и «о рекламе».

Основные результаты исследования

Для построения теоретической шкалы активности используются следующие обозначения в материале:

- 1 – максимальная активность компаний в определённой тематике;
- 0,75 – высокая активность компаний в определённой тематике;
- 0,5 – средняя активность компаний в определённой тематике;
- 0,3 – переменная активность компаний в определённой тематике;
- 0,25 – низкая активность компаний в определённой тематике;
- 0 – отсутствие активности среди компаний в определенной тематике.

Первой будет изучена сфера экономики, для этого ниже на диаграмме приведена теория рекламной активности компаний данной сферы в течение года.

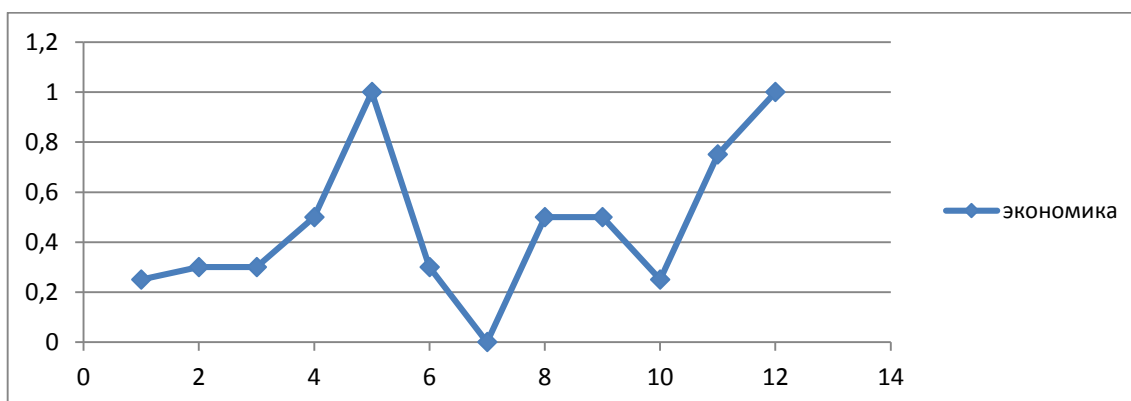


Рис. 1. Активность компаний, относящихся к разделу о экономике, в течение года

Fig. 1. Activity of companies related to the section on the economy during the year

Источник: составлено автором на основе теории.

Более детальное пояснение по диаграмме активности.

Отрезки январь-март и ноябрь-декабрь сильно взаимосвязаны. В первую очередь это тот факт, что рекламные материалы для первого номера (если он в январе-феврале)

сотрудники издания согласуют в декабре, и так же проходит оплата данных материалов, так как в дальнейшем на новогодние выходные большая часть руководителей уезжает. В конце года многие компании дают материал, который освещает их положительные итоги, а также есть большое количество материалов поздравительного характера, этот факт также влияет на показатель рекламной активности. Низкая активность в начале года обусловлена двумя факторами. Первый – это большое количество праздничных дней в январе, и соответственно начало работы 9–11 числа. Второй – это тот факт, что в январе только формируется и согласовывается рекламный фонд на год (соответственно большая часть рекламы в них – это ранее согласованные материалы, оплаченные в предшествующем году и из фонда предшествующего года). В качестве примера можно привести журнал «ИНФОСФЕРА», одно из ключевых мероприятий данного издания – это выставка CSTB, которая проходит в конце января – начале февраля, отдельного номера в январе у данного издания не было, оно выпускало декабрьский (новогодний) номер, где размещало пресс-релиз данной выставки, и соответственно реклама всех, кто был заинтересован в рекламе на данной выставке через данный ресурс и оплата всех материалов осуществлялась в декабре.

Отрезки апрель–май и середина августа – сентябрь – в этих отрезках наблюдается активность (от средней до максимальной). В этих отрезках очень много мероприятий (выставок и форумов), которые могут выступить в качестве информационного повода для выхода очередного выпуска, например, если провести мониторинг по г. Новосибирск, получается, что в 2019 году 12 из 19 мероприятий проходили в данных промежутках времени. В частности, в весенней части «форум «ИТМСибирь»» (май), что касается осеннего отрезка, одно из ключевых мероприятий – это «форум «Технопром»» (сентябрь). На подобных мероприятиях присутствуют руководители области, мэрии, профильных министерств, а также руководители и эксперты коммерческих компаний, стоит также отметить, что на подобных мероприятиях подписывается множество договоров о сотрудничестве и данные события компании также предпочитают освещать в прессе.

Отрезок спада – это промежуток с середины июня по середину августа, спад характеризуется большим количеством отпусков, в том числе и руководителей компании. Также если ознакомиться, например, с календарем выставок и форумов в г. Новосибирске – в данном отрезке нет мероприятий (в конце мая большинство мероприятий заканчиваются, а новые крупные мероприятия предстоят только в сентябре).

В описании всех отрезков большое внимание уделялось наличию или отсутствию мероприятий (выставок и форумов). Для понимания важности такого мероприятия для печатного издания оптимально рассмотреть практический пример. Так, в 2016 году журнал «ИНФОСФЕРА» готовил очередной осенний номер, который традиционно привязан к выставке NATEXPO (Москва). Но по экономическим причинам руководство приняло решение отказаться от участия в выставке, что привело к тому, что из 12 постоянных клиентов (кто ежегодно участвовал в осеннем номере) отказались 7, издание потеряло 24,7 % от всей планируемой рекламы.

Для подтверждения вышепредставленного графика (рис. 1) проведем анализ наполнения журналов, относящихся к экономике, бизнесу и финансам. К таковым можно отнести журнал NetWorker, Status и LEADERSTODAY (ранее журнал СТИЛЬ). Стоит пояснить, что при изучении архивов номеров этих журналов за 2018 год, в качестве рекламного наполнения будет учитываться весь контент с пометками «реклама» и «размещено на правах рекламы», так как этого требует закон о рекламе (табл. 1).

Для большей наглядности преобразуем полученные данные в диаграммы, рис. 2 (изменения общего объема) и рис. 3 (изменения рекламного объема).

Как видно из вышепредставленного графика, есть много точек совпадений с ранее предложенной концепцией колебания в области экономики (рис. 1). Для начала о журнале LEADERSTODAY: есть небольшие расхождения в начальной стадии графика (январь) и в финальной (декабрь). Данное отклонение можно аргументировать тем фактом, что часть материалов переводят с декабрьского номера в январский для того, чтобы не было высокой

разницы в параметрах наполнения. Также виден провал в летнем промежутке, который совпадает с теорией, изложенной на рис. 1, данный провал выглядит менее выделяющимся, и в этой ситуации есть логическое объяснение: руководство журнала выпустило 11, а не 12 номеров, седьмой номер является по факту двумя номерами, соединёнными в один, поэтому у него такой значимый размер и именно по этой причине после него следует провал. Один номер в 156 страниц выглядит весьма солидно и соответствует образу издания, а два номера по 76–80 страниц будут выглядеть провалом. Также на данном графике присутствует рост показателей в промежутках весна (апрель-май) и осень (сентябрь-ноябрь), что было отображено в теории на рис. 1.

Таблица 1
Table 1

Изменения общего объема и рекламного объема изданий «NetWorker», «Status» и «LEADERSTODAY» за 2018 год
 Changes in the total volume and advertising volume of «NetWorker», «Status» and «LEADERSTODAY» publications for 2018

Издание	Параметры	Номер										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LEADERSTODAY (ранее СТИЛЬ)	общий объем (страниц)	124	118	108	116	116	124	156	132	124	148	124
	рекламный объем (страниц)	65	51	57	56	57	66	85	67	79	81	69
Status	общий объем (страниц)	92	102	100	100	100	100	100				
	рекламный объем (страниц)	42	45	40	30	55	42	34				
NetWorker	общий объем (страниц)	86	70	88	94	70	74	62	72	62	64	82
	рекламный объем (страниц)	54	41	42	52	45	56	29	38	45	43	55

Источник: составлено авторами по материалам [сайт журнала NetWorker; сайт журнала Status; сайт журнала LEADERSTODAY].

Что касается журнала Status, также есть ряд точек совпадений. Во-первых, начало года отличается низкими показателями. Во-вторых, летний промежуток также совпадает в плане снижения рекламного наполнения. Пять из семи выпусков сдвоенные – то есть над ними работали два месяца, что позволяет стабилизировать общий объем в течение года.

Если же говорить о NetWorker, также есть спад общего объема и рекламного объема (более ощутим спад рекламного материала) летом, также есть наращивание показателя с сентября по ноябрь. Есть расхождения с выдвинутой теорией на стадии начала года, но это объясняется тем, что издание выпускает один номер декабрь-январь.

В целом можно сказать, что большая часть теории колебания в тематическом направлении экономики подтверждаются. Для преодоления летнего и январского спада издания используют метод сдвоенного номера, а также стабилизируют объем за счет редакционных материалов, а если взять во внимание активное использование электронных ресурсов и прирост денежных средств от них, можно сказать, что электронная реклама покрывает расходы на увеличение качественного редакционного контента [Российская периодическая печать, 2019; Зверева, 2019].

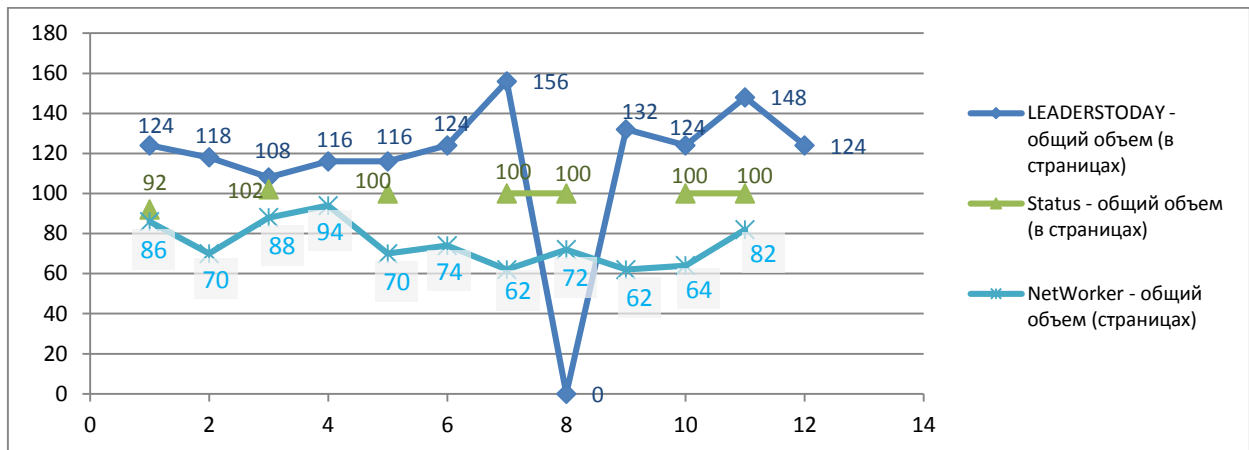


Рис. 2. Изменения общего объема наполнения в журналах «LEADERSTODAY», «Status» и «NetWorker» в течение 2018 года, согласно данным таблицы 1
 Fig. 2. Changes in the total volume of filling in the magazines «LEADERSTODAY», «Status» and «NetWorker» during 2018, according to the data in Table 1

Источник: составлено автором на основе табл. 1.

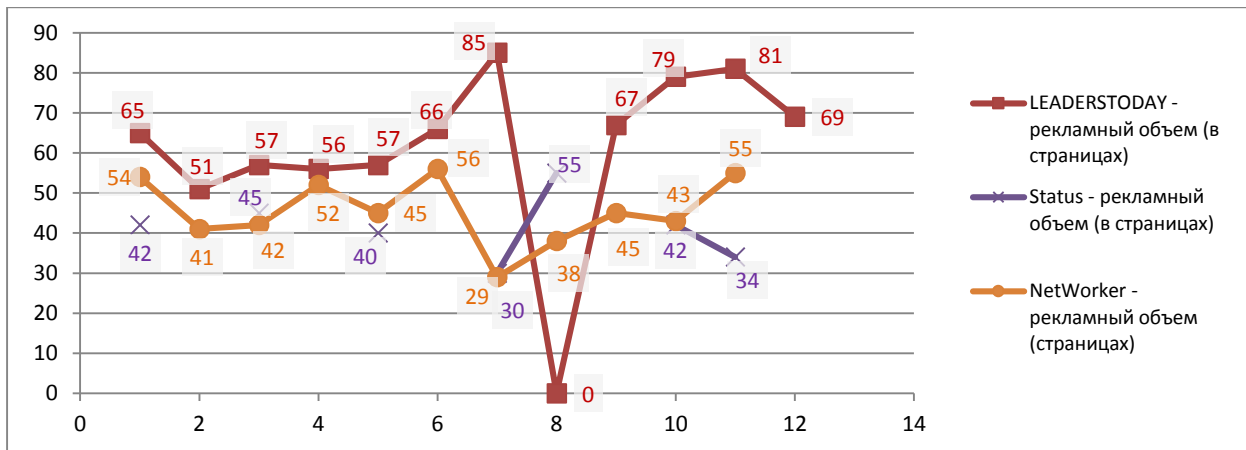


Рис. 3. Изменения рекламного объема наполнения в журналах «LEADERSTODAY», «Status» и «NetWorker» в течение 2018 года, согласно данным таблицы 1
 Fig. 3. Changes in the advertising volume of content in the magazines «LEADERSTODAY», «Status» and «NetWorker» during 2018, according to the data in Table 1

Источник: составлено автором на основе табл. 1.

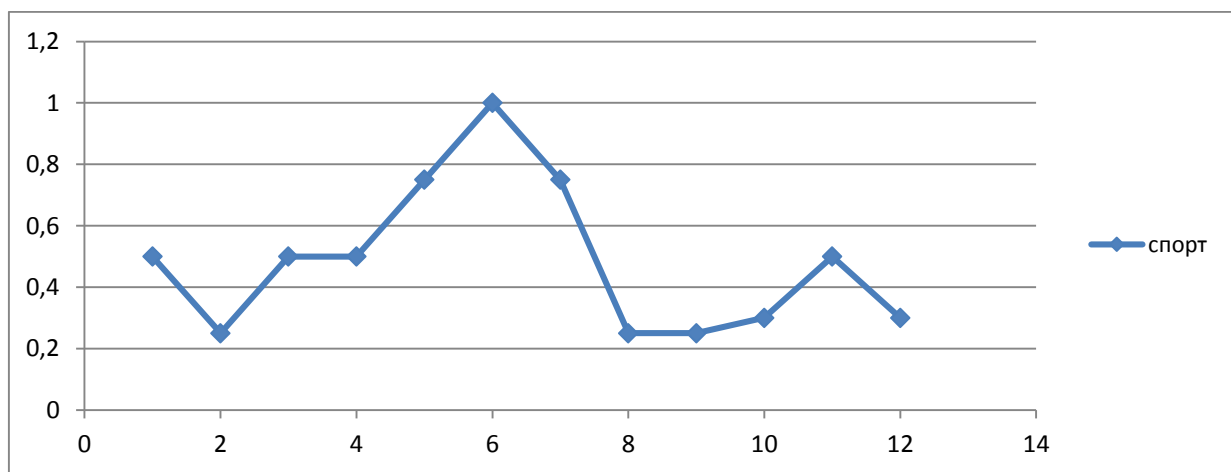


Рис. 4. Активность компаний, относящихся к разделу о спорте, в течение года
 Fig. 4. Activity of companies related to the sports section during the year

Источник: составлено автором на основе теории.

На данном рисунке пик максимальной активности выпадает на промежуток с марта по июнь (причина – большинство спортивных мероприятий и соревнований заканчиваются к началу лета), здесь можно привести много примеров: это и биатлон, футбольные, баскетбольные чемпионаты, зимние олимпийские игры и т. д. Также видны спады в промежутке с июля по август, в это время очень мало мероприятий и информационных новостей.

Для подтверждения вышепредставленного графика проведем анализ наполнения журналов, относящихся к спорту. На текущий момент изданий, занимающихся только спортивной тематикой, практически нет (или же издания есть, но отсутствует архив в свободном доступе), поэтому в качестве объекта изучения был взят сайт basketball.ru.com и его новостное наполнение за 2019 год. Результаты анализа представлены ниже на рисунке 5.

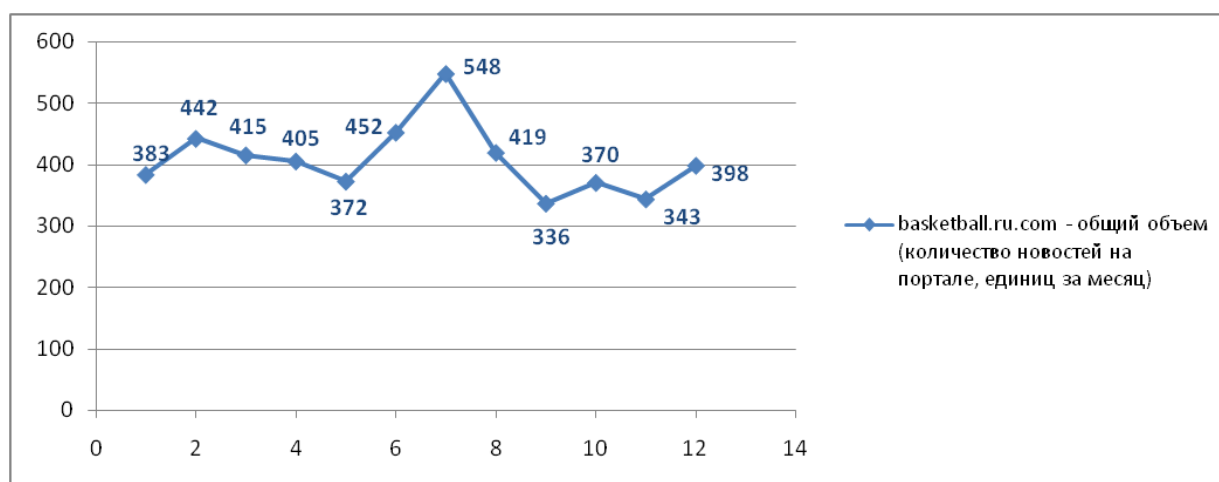


Рис. 5. Изменения информационного объема информационного ресурса в течение 2019 года

Fig. 5. Changes in the information volume of the information resource during 2019

Источник: составлено автором по материалам [сайт Basketball.ru.com].

Если объективно оценивать полученный результат анализа сайта, можно сказать, что также есть ряд точек, по которым выдвинутая теория колебания данной сферы подтверждается. Так, например, есть рост в весенней части, есть спад в осеннем промежутке. Есть небольшие расхождения: так, точка максимальной активности для данного спортивного ресурса находится не в июне, а в июле, но в обозначенной теории промежуток май-июль обозначен как высокоактивный в целом для всего спорта, так как хоккейный сезон заканчивается в начале мае, а футбольный – в середине.

Теперь, синхронизируя схемы двух разделов, получаем следующий результат, продемонстрированный на рисунке 6.

Как видно, при синхронизации двух разделов (относящихся к вышеизученным сферам) в рамках одного издания в теории можно стабилизировать объем в первую очередь общий, при оптимальном подходе также рекламный. Отчетливо видно следующее: где у одного раздела (сферы) наступает спад, там наступает высокая активность у другого раздела (сферы).

Если же говорить о расширении читательской аудитории и об интересе к такого рода проекту, стоит отметить следующее – в этом направлении очень важную роль будет играть тематический переход и сам контент (наполнение). Если разбирать данные нюансы на ранее начатом примере, а именно синхронизации экономики и спорта, здесь переход может иметь такие формы – например, экономика заканчивается материалом об анализе рынка недвижимости, а спорт начинается с материала о строительстве крупного спортивного объекта. Также у данных сфер есть ряд других точек соприкосновения: часть спортивных

соревнований имеют призовой фонд от спонсоров (коммерческих компании), поэтому мероприятия имеют и спортивную, и экономическую составляющую. Что касается контента, его нужно детально прорабатывать, именно в плане уникальности (форма подачи, выработка фирменного стиля подачи материала) и проработанности (факты, цифры и комментарии экспертов) [Огилви, 2005; Доктор, 2013].

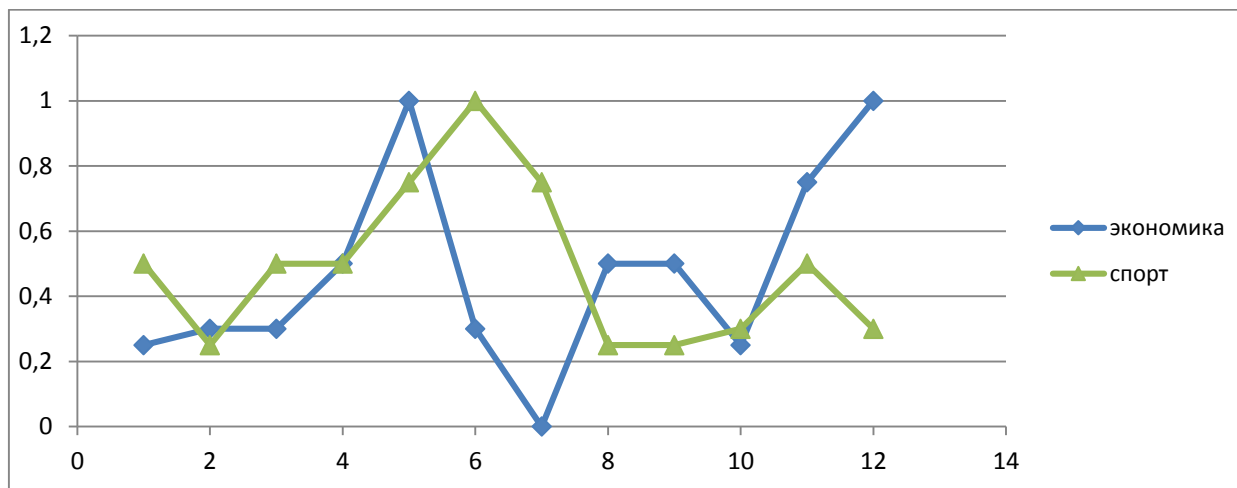


Рис. 6. Синхронизация активности двух разделов в рамках одного издания в течение года
 Fig. 6. Synchronization of the activity of two sections within one publication throughout the year

Источник: составлено автором на основе теории.

Потенциальные экономические перспективы и сложности их достижения

Во-первых, стабилизация и укрепление позиции на информационном рынке и расширение возможностей. Про стабилизацию внутреннего наполнения было уже сказано, но как это связано с укреплением позиции на рынке? Стабилизация позволяет стабилизировать показатели – объема номера и среднегодовой объем выпуска, а также удерживать колебания наполнения на уровне 10–12 %. Данные показатели напрямую привязаны к статусу издания и к его позиции на рынке. Если крупное издание теряет стабильность в объеме и номера могут выходить то 80, то 100, то 60 страниц, то такое издание частично утрачивает позицию «сильного участника», и его могут начать расценивать как объект для поглощения другие участники информационного рынка. Еще Т. Амблер писал, что нужно ориентироваться на сильных игроков рынка, но изучать слабых для возможного поглощения [Амблер, 1999]. Казалось бы, такой подход устарел, но в 2017 году на открытой презентации компании «Реклама Онлайн» была озвучена следующая позиция: «Мы в кризис не уходим и не ослабляем свои позиции, мы поглощаем слабых». Поэтому стабильный объем – это своего рода показатель экономической стабильности и умелого управления. Что касается «расширения возможностей» – это спектр вариантов более продуктивного расширения возможностей на электронных платформах [Браславец, 2009]. Современные издания очень активно используют электронные платформы для получения дополнительных денежных ресурсов (digital доходы) [Российская периодическая печать, 2019]. Есть ряд примеров, когда издания кроме своего сайта также активно используют социальные сети и даже строят системы перехода с одного ресурса на другой. Так, например, журнал «Я Покупаю» кроме печатной версии продвигает фирменный сайт и активно использует площадки в социальных сетях (ВКонтакте и Instagram), или журнал Председатель, который кроме печатной рекламы также предлагает интернет-продвижение (официальный сайт), видео интервью (свой канал YouTube), а также рекламные кампании [Журнал «Я Покупаю»; Журнал Председатель]. При изучаемой системе издание может поделить сайт на две тематические части, и для каждой создать нужные платформы в социальных сетях. В потенциале это может привести к увеличению

денежных поступлений за счет расширения диапазона охвата аудитории, а также посредством расширения вариативности услуг (отдельно печатная или электронная реклама, или совмещенный вариант). Для более точного понимания, если аудитория печатного ресурса – это смежная аудитория (те, кому интересна и экономическая, и спортивная информация), то электронные площадки могут расширяться в своем тематическом пространстве и охватывать дополнительную (специальную) аудиторию.

Сложности данной перспективы: в материале отмечалось, что количество тематических разделов должно быть 2–3, данное ограничение связано с таким ключевым параметром, как контент. Если разделов очень много, и они относятся к разным отраслям, у руководства может возникнуть дефицит ресурсов (сотрудников) для создания действительно уникального, качественного и проработанного контента, вместо этого будет поверхностный и аналоговый контент. Так, Доктор К. отмечал, что трансформация в электронную форму массмедиа не произвела «революцию» в плане наполнения [Доктор, 2013]. В данном случае можно говорить, что ряд изданий при переходе в электронную форму утратил уникальность контента, многие стали однотипными, в таких параметрах как объем (короткие материалы), форма подачи (максимальная прагматичность), изученность (оперативно, но поверхностно). Возможно, именно уникальный (для каждого печатного издания) стиль подачи материала стал одним из ключевых параметров того, почему они остаются конкурентоспособны сегодня [Конев, 2018].

Во-вторых, поддержание конкурентоспособности бренда издания посредством создания условий для циклического обновления. В рамках межотраслевого существования формируется два крупных раздела, и у издания есть возможность проводить обновления и перезагрузку одного раздела, опираясь на стабильную экономическую работу второго [Хмелев, 2020]. Если говорить о смысле – это поддержание конкурентоспособности бренда, так как со временем может устаревать форма подачи материала, сам контент, и актуальность тем, а также есть вероятность, что часть рынка перестроится или исчезнет. Например, сейчас, после запуска всероссийской цифровизации телевидения, всё, что касается аналогового вещания, становится неактуальным и устаревшим, а компании, работавшие в этом сегменте, вынуждены перепрофилироваться под «цифру». Соответственно и издания должны следить за такими изменениями и поступательно обновляться, но если издание узкопрофильное, и тематика строго привязана к одной отрасли, то единственный путь – это полномасштабная перезагрузка бренда (ребрендинг), что может отрицательно восприняться действующими партнерами (рекламодателями), читательской аудиторией и соответственно привести к их сокращению. [Аакер, 2003]. Стоит также понимать, что процесс формирования новой базы (новых рекламодателей) – это процесс, который требует времени (от одного до трех месяцев), и может возникнуть ситуация, когда старые клиенты ушли, а новых еще нет [Портер, 2005; Мудров, 2008; Хмелев, 2020]. Данная модель дает условия для плавного обновления части актива в циклическом режиме.

Сложности данной перспективы: данная перспектива требует постоянного контроля и учёта статистических данных медиаресурса для того чтобы понимать, в какой стадии жизненного цикла находится каждый раздел, стоит отметить, что жизненный цикл средства массовой информации составляет 15 лет (пик возможностей 7,5–10 лет). Также нужен глубокий маркетинговый анализ рынка с целью изучения изменений – аудитории, стилистики, актуальности темы, трансформация сферы / отрасли и ключевые мероприятия, в целом все ключевые параметры [Котлер, 1991].

В-третьих, потенциальная перспектива укрупнения или расширения. Когда идет речь о укрупнении и расширении, обычно в сфере массмедиа имеются в виду два варианта: первый – приобретения уже существующего издания и второй – создания нового издания [Хмелев, 2017]. Но данная система дает третий вариант – это укрупнение посредством деления межотраслевого издания на несколько узкопрофильных. Процесс, когда название издания сохраняется в качестве общего названия для целого ряда специализированных тематических журналов (каждый тематический раздел становится самостоятельным специализированным

журналом), посредством этого происходит увеличение количества рекламодателей, увеличение охвата аудитории и количества сегментов рынка [Хмелев, Хмелева, 2017; Портер]. Но стоит отметить важное отличие данного процесса от метода создания нового издания – это минимальная вероятность наступления одного из сценариев теории каннибализма. Данная теория, согласно Ламбену, означала следующее: «компания, имеющая успешную товарную марку, при создании новой, сильно рискует, потому что новая марка может перетянуть как клиентов конкурентов, так и клиентов уже успешно существующей марки» [Ламбен, 1996, с. 442]. При создании нового издания есть высокая вероятность наступления одного из сценариев, в то время как при разделении журнала на тематические издания такая угроза сведена к минимуму. Так как, если внутри одного издания разделы не имели точек соприкосновений (общих рекламодателей), или их было крайне мало, то этот факт останется и при разделении журнала.

Для реализации этой перспективы требуются следующие условия:

- во-первых, изначально при создании издания было заложено два (от 2 до 3) тематических раздела. Например, разделы «Бизнес» и «Строительство» в рамках делового журнала или разделы про «Киберспорт» и «Инновационные технологии» в рамках технического журнала. В практике можно такое встретить, например, у издания «Коммерсантъ» – существует «Коммерсантъ Деньги» и «Коммерсантъ Власть» [Коммерсантъ].

- во-вторых, издание стабилизировало объем (то есть количество полос) каждого раздела на определенной отметке, которая равна объему самостоятельного издания малого или среднего типа (примечание: объем малого издания равен 40–60 полос, объем среднего издания равен 60–80 полос). Так, например, чтобы считаться солидным или крупным изданием, журналу нужен средний объем в радиусе 120–180 страниц, таким образом, при двух разделах объем одного раздела в среднем будет равен 60–90, при трех – 40–60 страниц. Этот показатель определяет, что каждый раздел может существовать как отдельный тематический журнал (проект), и при такой форме существования увеличивать количество новых рекламодателей (которые ранее не привлекались, так как у них отсутствовал интерес из-за того, что журнал охватывал другие тематики и не был узкопрофильным). Таким образом, для укрупнения нужны статистические данные, которые позволяли бы понять динамику работы каждого раздела журнала, а именно:

- средний объем (всего / рекламы) раздела в течение года;
- радиус колебания объёма (общего / рекламного) каждого раздела в течение года;
- динамика изменения объема раздела периодом за последние год-два года.

Ниже на рисунке 7 схематически представлен пример данного процесса.

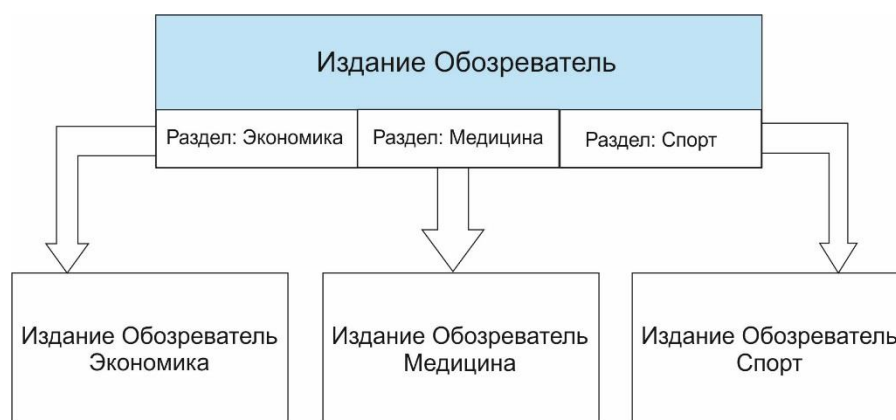


Рис. 7. Теоретический пример процесса по делению издания на несколько (обособленное существование каждого тематического раздела)

Fig. 7. A theoretical example of the process of dividing a publication into several (separate existence of each thematic section)

Источник: составлено автором на основе теории.

Пример, продемонстрированный на рисунке 7, показывает, что издание может развиваться, сохраняя свое имя, добавив к нему тематическое примечание. Например, журнал «Обозреватель» преобразуется в издания: «Обозреватель: экономика», и «Обозреватель: спорт» [Хмелев, Хмелева, 2017]. С экономической точки зрения происходит следующее: издание использует межотраслевую форму для снижения прямой конкуренции и закрепления на рынке, затем происходит деление с дальнейшими тематическими расширениями в области целевой аудитории и рекламодателей.

Данный процесс может протекать как в вышеописанной форме, так и несколько иначе, если быть точным, то внутри каждого тематического раздела могут сформироваться подразделы – так, например, в разделе о медицине может быть два подраздела «Здоровье» и «Красота». И тогда схема деления может происходить согласно рисунку 8.

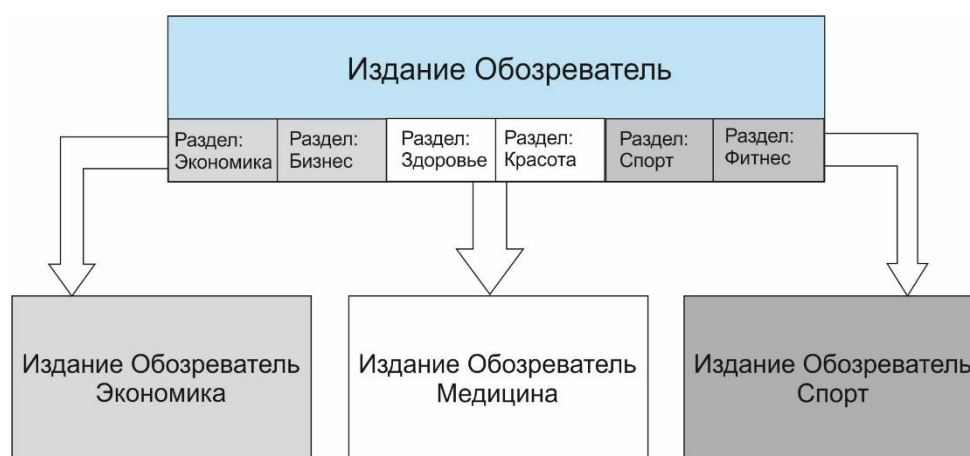


Рис. 8. Укрупнение до обособленного существования разделов, внутри которых группы подразделов

Fig. 8. Consolidation to the isolated existence of sections, within which there are groups of subsections

Источник: составлено автором на основе теории.

Сложности данной перспективы: для реализации данной перспективы нужен сбор и анализ статистических данных о состоянии каждого раздела, а также понимание того, соединение каких разделов (подразделов) будет гармонично. Так как в данном конкретном случае есть вероятность наступления одного из сценариев теории каннибализма, при большом количестве подразделов может формироваться плотная взаимосвязь и есть вероятность наличия множества малых точек соприкосновения, и все будет зависеть от количества этих точек и их материального значения в экономическом плане [Ламбен, 1996]. Так, например, если разбирать рисунок 8, может образоваться вопрос «инновации в медицине» – это одновременно и вопрос медицины, но также и экономики (так как это одно из направлений инвестиций). Именно диагностика таких точек важна, потому как при большом их количестве в них может происходить деление до 40 % рекламы от объема каждого из разделов.

Заключение

Минимальная прямая конкуренция с крупными изданиями, стабилизация объемов (общих и рекламных), широкий охват аудитории – данные положительные моменты говорят о том, что рассматриваемая модель существования имеет положительный потенциал. Если оценивать перспективы – модель дает несколько вариантов для дальнейшей работы, а именно «циклическое обновление» или «деление на несколько СМИ». Уверенные руководители могут выбрать путь приумножения актива, в то время как осторожные могут выбрать стратегию обновления и ожидания подходящего времени. Получается, что изучаемая модель подходит для разных типов руководителей и разных стратегий развития. Из отрицательных моментов

можно выделить три сложности – маркетинговый анализ рынка, статистический анализ актива и проработку наполнения, но при этом все эти сложности возможно решить грамотным подбором кадров.

Список источников

1. BASKETBALL.RU. URL: <http://basketball.ru.com/> (дата обращения: 10.11.2020).
2. Журнал «Leaderstoday» URL: <https://leaderstoday.ru/>. (7.11.2020).
3. Журнал NetWorker URL: <https://leaderstoday.ru/>. (10.02.2021).
4. Журнал Shopping Guide «Я Покупаю» URL: <http://nsk.yarokupayu.ru/>. (9.08.2020).
5. Журнал Status URL: <http://status-media.com/o-zhurnale/>. (7.11.2020).
6. Журнал Инфосфера URL: <http://infosfera.sfo.ru/>. (9.10.2016).
7. Журнал «Председатель» URL: <https://predsedatel-apk.ru/>. (12.08.2020).
8. Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/archive> (15.11.2020).
9. Прайс-лист «АиФ на Оби» URL: <https://nsk.aif.ru/static/2965172> (дата обращения: 22.01.2021).
10. Федеральный закон от 13.03.2006 N 38-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О рекламе». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58968/f68afc90fd06f2e62b3e3cb45714c287c5e44086/ (28.09.2020).

Список литературы

1. Амблер Т. 1999. Практический маркетинг. СПб.: Издательство «Питер», 400. (Ambler T. 1996. The Financial Times Guide to Marketing: from advertising to zen. London, Pitman publishing, 400).
2. Аакер Д.А. 2003. Создание сильных брендов. М.: Издательский Дом Гребенникова, 340.
3. Браславец Л.А. 2009. Социальные сети как средства массовой информации: к постановке проблемы. Вестник ВГУ. Серия: Филология. Журналистика. 1: 125–132.
4. Доктор К. 2013. Ньюсономика. Двенадцать трендов, которые изменят новости. М.: РИА «Новости», 352.
5. Зверева Е.А. 2019. Бумажная пресса в условиях цифровизации медиасистемы. В кн.: «Журналистика – 2019: состояние, проблемы, перспективы». Материалы 21-й международной научно-практической конференции. Минск, Изд-во БГУ: 137–141.
6. Конев Е. 2018. Прогнозируемые векторы развития зарубежных медиа. В кн.: «Журналистика – 2018: состояние, проблемы, перспективы». Материалы 20-й международной научно-практической конференции. Минск, Изд-во БГУ: 294–297.
7. Котлер Ф. 1991. Основы маркетинга. М.: Издательство «Прогресс».
8. Ламбен Жан-Жак. 1996. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива. СПб.: Наука, 589. (Lambin Jean-Jacques. 1994. Le marketing strategique. Une perspective europeene. Ediscience international, 589.).
9. Мудров А.Н. 2008. Основы рекламы: учебник. 2-е изд. М.: Магистр.
10. Огилви Д. 2005. Тайны рекламного двора – советы старого рекламиста. М.: Ассоциация работников рекламы, 61.
11. Портер Майкл Е. 2005. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Бизнес Букс, 454. (Michael E. Porter. 1998. Competitive strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. The Free Press, 454.).
12. Российская периодическая печать. 2020. Состояние, тенденции и перспективы развития в 2019 году. Отраслевой доклад, под общ. ред. В.В. Григорьева. М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, 123.
13. Тамберг В., Бадьин А. 2005. Бренд. Боевая машина бизнеса. М.: «Олимп-Бизнес», 240.
14. Хмелев А.В. 2017. Анализ проблем и рисков процесса укрупнения и усиления современных печатных СМИ. Вестник НГУЭУ, 3: 299–310.
15. Хмелев А.В. 2020. Развитие брендов печатных средств массовой информации. e-FORUM, 4 (13).
16. Хмелев А.В., Хмелева И.В. 2017. Исследования инструментов воздействия и способов ведения конкурентной борьбы изданий. В кн.: Современное коммуникационное пространство: анализ состояния и тенденции развития – 2017. Материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Новосибирск, Изд-во НГПУ: 271–274.

References

1. Ambler T. 1999. *Prakticheskiy marketing*. SPb.: Izdatel'stvo «Piter», 400. (Ambler T. 1996 *The Financial Times Guide to Marketing: from advertising to zen*. London, PITMAN PUBLISHING, 1996. 400).
2. Aaker D.A. 2003. *Sozdanie sil'nykh brendov [Creating strong brands]*. M.: Izdatel'skiy Dom Grebennikova, 340.
3. Braslavets L.A. 2009. *Sotsial'nye seti kak sredstva massovoy informatsii: k postanovke problemy*. Vestnik VGU. Seriya: Filologiya. Zhurnalistika [Social networks as mass media: to the problem statement. Vestnik VSU. Series: Philology. Journalism], 1: 125–132.
4. Doktor K. 2013. *N'yusonomika. Dvenadtsat' trendov, kotorye izmenyat novosti [Newsonomics. Twelve trends that will change the news]*. M.: RIA «Novosti», 352.
5. Zvereva E.A. 2019. *Bumazhnaya pressa v usloviyakh tsifrovizatsii mediasistemy*. V kn.: «Zhurnalistika-2019: sostoyanie, problemy, perspektivy» – 2019. Materialy 21-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Paper press in the context of digitalization of the media system. Proceedings of the 21st international scientific and practical conference «Journalism – 2019: state, problems, prospects»]. Minsk, Izd-vo BGU: 137–141.
6. Konev E. 2018. *Prognoziruemye vektory razvitiya zarubezhnykh media*. V kn.: «Zhurnalistika-2018: sostoyanie, problemy, perspektivy» – 2018. Materialy 20-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Forecasted vectors of development of foreign media. Materials of the 20th international scientific-practical conference «Journalism – 2018: state, problems, prospects»]. Minsk, Izd-vo BGU: 294–297.
7. Kotler F. 1991. *Osnovy marketinga*. M.: Izdatel'stvo «Progress».
8. Lamben Zhan-Zhak. 1996. *Strategicheskiy marketing. Evropeyskaya perspektiva*. SPb.: Nauka, 589. (Lambin Jean-Jacques. 1994. *Le marketing strategique. Une perspective europeene*. Ediscience international, 589.).
9. Mudrov A.N. 2008. *Osnovy reklamy: uchebnik [Basics of advertising: a textbook]*. 2-e izd. M.: Magistr.
10. Ogilvi D. 2005. *Tayny reklamnogo dvora – sovery starogo reklamista [Secrets of the advertising yard-tips of the old advertiser]*. M.: Assotsiatsiya rabotnikov reklamy, 61.
11. Porter Maykl E. 2005. *Konkurentnaya strategiya: Metodika analiza otrasley i konkurentov*. M.: Al'pina Biznes Buks, 454. (Michael E. Porter. 1998. *COMPETITIVE STRATEGY: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. The Free Press, 454.).
12. *Rossiyskaya periodicheskaya pechat'*. 2020. *Sostoyanie, tendentsii i perspektivy razvitiya v 2019 godu*. Otrasevoy doklad, pod obshch. red. V. V. Grigor'eva. M.: Federal'noe agentstvo po pechati i massovym kommunikatsiyam [Russian periodicals. Status, trends and development prospects in 2019. Industry report], 123.
13. Tamberg V., Bad'in A. 2005. *Brend. Boevaya mashina biznesa [Brand. Combat machine of business]*. M.: «Olimp-Biznes», 240.
14. Khmelev A.V. 2017. *Analiz problem i riskov protsessa ukрупneniya i usileniya sovremennykh pechatnykh SMI*. Vestnik NGUEU [Analysis of problems and risks of the process of consolidation and strengthening of modern print media. Vestnik NSUEM], 3: 299–310.
15. Khmelev A.V. 2020. *Razvitie brendov pechatnykh sredstv massovoy informatsii*. e-FORUM [Print media brand development. e-forum], 4 (13).
16. Khmelev A.V., Khmeleva I.V. 2017. *Issledovaniya instrumentov vozdeystviya i sposobov vedeniya konkurentnoy bor'by izdaniy*. V kn.: *Sovremennoe kommunikatsionnoe prostranstvo: analiz sostoyaniya i tendentsii razvitiya – 2017*. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2-kh chastyakh [Research of tools of influence and methods of conducting competitive struggle between publications. Modern communication space: analysis of the state and development trends], Novosibirsk: Izd-vo NGPU: 271–274.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Хмелев Алексей Вячеславович, старший преподаватель кафедры систем автоматизированного проектирования Сибирского государственного университета телекоммуникации и информатики (ФГБОУ ВО СибГУТИ), г. Новосибирск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Alexey V. Khmelev, Senior Lecturer of the Department of computer aided design systems Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences, Novosibirsk, Russia

УДК 331.101:640.41

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-287-298

Исследование факторов влияния на особенности управления персоналом гостиничных предприятий: концептуальные аспекты

Шостак М.А., Яковлева М.А.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Россия, 295007, Республика Крым, г. Симферополь, пр-т Академика Вернадского, 4
E-mail: shostakma@inbox.ru, mariya67.70@mail.ru

Аннотация. В работе представлена концептуальная модель влияния отраслевых факторов индустрии гостеприимства на особенности управления персоналом гостиничных предприятий в современных условиях. Рассмотрены отличительные характеристики деятельности предприятий индустрии гостеприимства. Выявлены и проанализированы факторы управления персоналом, а также обоснована причинно-следственная связь влияния отраслевых факторов на особенности управления персоналом. Методом дифференциации сгруппированы особенности управления персоналом в зависимости от признаков отрасли и выделенных критериев системы управления персоналом гостиничной индустрии в современных условиях.

Ключевые слова: управление персоналом, гостиничное предприятие, индустрия гостеприимства и туризма, особенности, факторы, пандемия Covid-19, коронакризис, цифровая трансформация, цифровизация.

Для цитирования: Шостак М.А., Яковлева М.А. 2021. Исследование факторов влияния на особенности управления персоналом гостиничных предприятий: концептуальные аспекты. Экономика. Информатика, 48 (2): 287–298. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-287-298.

Research of factors influencing features of human resource management of hotels: conceptual aspects

Marina A. Shostak, Maria A. Yakovleva

V.I. Vernadsky Crimean Federal University
4 Acad. Vernadsky ave, Simferopol, Crimean Republic, 295007, Russia
E-mail: shostakma@inbox.ru, mariya67.70@mail.ru

Abstract. The paper presents a conceptual framework showing the influence of the hospitality industry's specific factors on the personnel management's peculiar features in lodging establishments under the present-day conditions, i.e. in the context of the digital transformation of the hotel business and the crisis phenomena of the Covid-19 pandemic. Considered are the specific features of the activities performed by the hospitality industry's establishments. The authors have studied the functional patterns of business processes in the hotel industry determining the specifics of labor activity. Besides, they have identified and analyzed the factors of personnel management, and also substantiated the causal relationship of the identified industry factors' influence on the features of personnel management. The differentiation method has been used to group the features of personnel management according to the industry's characteristic features and the selected criteria of the hotel industry's personnel management system under the present-day conditions. The considered research topic will be of interest to specialists working in the sphere of personnel management and influencing the process of human resource management at hospitality industry establishments.

Keywords: human resource management, hotel enterprise, hospitality and tourism industry, features, factors, Covid-19 pandemic, coronavirus, digital transformation, digitalization.

For citation: Shostak M.A., Yakovleva M.A. 2021. Research of factors influencing features of human resource management of hotels: conceptual aspects. Economics. Information technologies, 48 (2): 287–298 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-287-298.

Введение

В современных условиях, характеризующихся стремительным развитием цифровых технологий, неопределенностью экономической и политической обстановки, а также общей нестабильностью эпидемиологической ситуации, набирает популярность концепция VUCA (Volatility – нестабильность, Uncertainty – неопределенность, Complexity – сложность, Ambiguity – неоднозначность). Данный подход, основанный на поиске эффективных решений в условиях нестабильности и быстрых изменений в мире, подчеркивает особое значение необходимости учета всего многообразия факторов, способных снизить уровень уязвимости предприятий. Скорость и качество происходящих изменений заставляют современные предприятия пересматривать и менять подходы к управлению персоналом: необходимо постоянно наращивать навыки и компетенции, повышающие скорость, гибкость и вовлеченность сотрудников, совершенствовать систему управления персоналом, используя цифровые инструменты и технологии, способные повысить ее адаптивность и эффективность. Происходящие процессы неоднородны в различных отраслях и сферах деятельности. Особенно чувствительна к сложившимся условиям сфера гостеприимства и туризма.

При исследовании вопросов управления персоналом гостиничных предприятий в современных условиях, в фокус внимания специалистов попадают следующие аспекты:

- принципы, функции, система и характерные черты управления персоналом гостиничных предприятий [Архипова, 2019; Лустина, Арутюнян, 2018; Мысова, 2015; Павлова, Никольская, 2016; Савчишкина, 2019; Стахно, 2019; Чуваткин, Горбатов, 2020 и др.],

- продолжающаяся цифровая трансформация бизнеса, требующая пересмотра подходов к управлению персоналом [Вертинова, Бородина, Воронкова, 2019; Кузнецова, 2019; Мартынова, Камшилов, 2019; Нагибина, Щукина, 2017; Семина, 2020; Шостак, 2020; Яковлева, 2020 и др.],

- особо актуальные проблемы, связанные с влиянием пандемии Covid-19 как на рынок труда в целом, так и на систему управления персоналом в частности [Гордеева, Бурова, 2020; Михайлов, Федулов, 2020; Сайфуллина, Комнатная, 2020 и др.].

Вместе с тем анализ научных трудов, посвященных вопросам управления персоналом гостиничных предприятий в современных условиях, позволяет сделать вывод о том, что исследуемая проблема имеет недостаточную степень научной разработанности, требует дополнительного изучения и систематизации знаний в отношении дифференциации особенностей управления персоналом индустрии гостеприимства и отраслевых факторов влияния с целью дальнейшей группировки и представления концептуальной схемы их взаимосвязи.

Таким образом, цель настоящего исследования состоит в разработке концептуальной модели, отражающей причинно-следственные связи, возникающие в процессе влияния факторов индустрии гостеприимства на особенности управления персоналом предприятий отрасли в современных условиях.

Объекты и методы исследования

В ходе исследования использованы общенаучные и специальные методы, применяющиеся на теоретическом и эмпирическом уровнях познания: системный подход, методы индукции и дедукции, анализа и синтеза, наблюдения и аргументации (при исследовании современной общеэкономической ситуации в индустрии гостеприимства в

контексте организационных аспектов управления предприятиями отрасли); абстрагирования (при определении отраслевых факторов, оказывающих наиболее существенное воздействие на политику управления персоналом гостиничных предприятий); экспертной оценки (при анализе практических аспектов управления персоналом гостиничных предприятий региона); сравнения и классификации (при сопоставлении и проведении сравнительного анализа подходов к управлению персоналом в зависимости от формы организации управления гостиничным предприятием на основе выделенных критериев); группировки (при выявлении зависимостей факторов и особенностей управления персоналом гостиничных предприятий); статистические методы (при исследовании контуров переменных величин динамики hh-индексов на рынке труда); метод концептуального моделирования (при построении концептуальной модели влияния отраслевых факторов индустрии гостеприимства на особенности управления персоналом в современных условиях).

Результаты и их обсуждение

Управление персоналом гостиничных предприятий определяется спецификой предоставляемого гостиничного продукта, который состоит из услуг (основных и дополнительных), оказываемых сотрудниками, следствием чего является высокая степень зависимости качества обслуживания и эффективности деятельности предприятия от человеческого фактора. Однако во многом определяющая роль человеческого фактора не является исключительной: на деятельность гостиничного предприятия в области управления персоналом способны оказывать влияние как внутренние факторы, связанные с организацией и ведением бизнеса (специализация, категория, форма собственности, организации управления, размер предприятия), так и внешние, определяющие условия его функционирования и характеризующие особенности и состояние индустрии гостеприимства (сезонность, состояние рынка, в том числе рынка труда, общеэкономическая, эпидемиологическая ситуация, современные тенденции в развитии смежных отраслей и др.).

Ввиду вышесказанного, возникает необходимость выделить и проанализировать ключевые отраслевые факторы, предопределяющие особенности управления персоналом гостиничного предприятия в современных условиях.

Специфичность услуг является основным фактором, оказывающим влияние на процесс управления персоналом гостиничного предприятия, вследствие таких особенностей как: нематериальный характер услуги (неосвязаемость), неразрывность процесса производства и потребления (неотделимость от источника), непостоянство качества, отсутствие владения, несохраняемость. Из перечисленных особенностей услуг наибольшее влияние на процессы, связанные с управлением персоналом, оказывают: неразрывность производства и потребления, непостоянство качества, непосредственно связанные с человеческим фактором. В связи с этим можно выделить особенность управления персоналом гостиничного предприятия, которая заключается в необходимости обеспечения клиентоориентированности персонала.

Клиентоориентированность персонала – комплексная профессиональная компетенция, состоящая из совокупности взаимосвязанных элементов (знаний, умений, навыков, мотивации, ценностей, установок, личностных качеств, поведения), характеризующей качество рабочей силы, выполняющей функции базового компонента и фактора в формировании профессиональных компетенций работников, а также в стратегии установления и поддержания взаимоотношений с клиентами [Шавровская, 2011].

Реализация стратегии клиентоориентированности предполагает проявление внимания не только в отношении внешних, но и внутренних клиентов – персонала организации, который в конечном итоге должен обеспечить наилучшее удовлетворение потребностей клиентов. Основными инструментами при данном подходе выступают корпоративная культура и внутренний (внутриорганизационный) маркетинг, представляющий собой «вид управленческой

деятельности, направленный на оптимизацию внутренней среды предприятия путем использования маркетингового подхода к управлению персоналом (средствами маркетинга)» [Тимиргалеева, Гришин, Шостак, 2015]. Результатом внутреннего маркетинга является вовлеченный персонал, обладающий высоким уровнем клиентоориентированности, обеспечивающий высокие показатели качества обслуживания, лояльности клиентов, укрепление бренда предприятия (в том числе HR-бренда) и, как следствие, повышение прибыли.

В складывающихся условиях в отношении персонала гостиничных предприятий все большее значение приобретают, не только специализированные профессиональные компетенции, соответствующие занимаемой должности (*hard skills*), но и **soft skills**, характеризующие неспециализированные умения и навыки взаимодействия и эффективного общения персонала с клиентами. Среди *soft skills*, наиболее значимых для персонала индустрии гостеприимства, можно выделить: личная и командная ответственность; эмоциональный интеллект и эмпатия; активное слушание; вербальная и невербальная коммуникация; управление стрессом (стрессоустойчивость).

Таким образом, можно выделить два направления HR-работы, определяющие особенности управления персоналом на предприятиях индустрии гостеприимства: особые требования к персоналу в части *soft skills*; поддержание и развитие внутренней клиентоориентированности персонала посредством применения дополнительных HR-инструментов и технологий.

Сезонность. Гостиничная индустрия имеет высокую степень зависимости от данного фактора, так как сезонность является отраслевым фактором и проявляется в количестве клиентов, их расходах, в загрузке номерного фонда. В высокий сезон возникает количественная потребность привлечения сезонных работников. На рис. 1 представлена динамика и взаимосвязь индекса сезонности и показателя, характеризующего спрос на сотрудников отрасли (*hh.индекс* [Статистика HeadHunter по Республике Крым, 2021]), на примере Республики Крым за 2019 год.

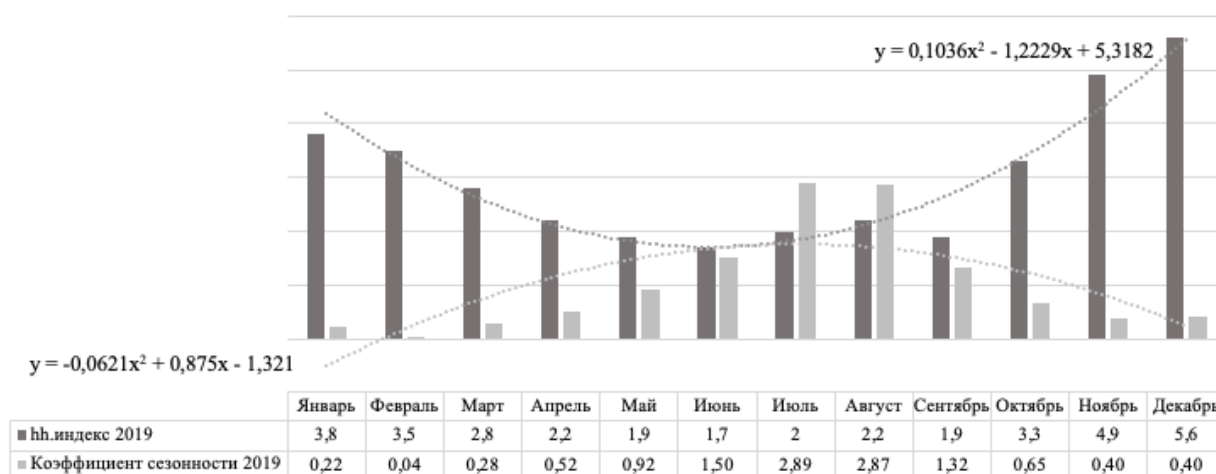


Рис. 1. Динамика *hh.индекса* индустрии гостеприимства (профессиональной сферы «туризм, гостиницы, рестораны») и коэффициента сезонности в Республике Крым (2019 г.)

Fig. 1. Dynamics of the *hh.index* of the hospitality industry (the professional sphere including tourism, hotels and restaurants) and the seasonal coefficient in the Republic of Crimea (2019)

Для рассматриваемого туристского региона данная ситуация была типичной на протяжении последних лет (2015–2019 гг.); кардинальные изменения произошли в 2020 году и были связаны с глобальным коронакризисом. Динамика *hh.индекса* показывает, как изменилось общее количество вакансий, насколько изменился спрос на сотрудника у работодателей в целом по рынку (профессиональная сфера: туризм, гостиницы, рестораны).

Рассчитывается за текущий месяц относительно такого же месяца прошлого года. Из представленного графика видно, что между hh.индексом и сезонностью существует обратная зависимость, свидетельствующая о такой характерной черте индустрии гостеприимства, как сезонность открытия вакансий.

Основная особенность управления персоналом, сформированная под влиянием данного фактора, заключается в дифференцированном подходе к выстраиванию HR-процессов в отношении сезонных и постоянных сотрудников. Данный подход заключается в следующих действиях в управлении персоналом, направленных на оптимизацию работы сезонных и постоянных сотрудников:

- ускоренная программа адаптации и обучения сезонных сотрудников;
- проведение welcome-тренингов с сезонными работниками перед началом сезона;
- применение дополнительных инструментов мотивации в низкий сезон с целью удержания постоянных работников и поддержания высокого уровня вовлеченности (гибкий и индивидуальный график работы, поддержание корпоративного духа, участие в управлении);
- активизация применения обучающих программ, направленных на повышение квалификации постоянного персонала, в период низкого сезона;
- ограничение (низкий уровень) инвестиций в сезонный персонал.

На решение проблемы сезонности в отношении персонала способны повлиять мотивационные программы и оптимизация штатного расписания. А совокупное применение предложенных действий и эффективная HR-политика в области привлечения, найма и обучения сезонного персонала, позволит минимизировать последствия фактора сезонности и сбалансировать работу сезонных и постоянных сотрудников.

Характер рынка труда индустрии гостеприимства и туризма. Ситуация на современном рынке труда характеризуется рядом основных тенденций: повышение значимости имиджа предприятий-работодателей в процессе поиска работы соискателями; растущий приоритет гибкого графика работы; рост популярности технологий аутсорсинга и аутстаффинга при закрытии вакансий; развитие многостороннего сотрудничества с учебными заведениями с целью подбора и развития персонала и др. Данные тенденции подталкивают современные гостиничные предприятия к активному использованию инструментов HR-брендинга, представляющего собой комплекс целенаправленных мероприятий по формированию положительного имиджа работодателя с целью постоянного привлечения лучших специалистов отрасли, что особенно актуально в низкий сезон.

В силу тесной взаимосвязи характера рынка труда индустрии туризма и гостеприимства с таким фактором как сезонность, региональные особенности рынка труда могут иметь различные характерные черты, присущие тому или иному туристскому региону: прямая связь между состоянием рынка труда с туристским сектором экономики региона; сезонные колебания занятости в зависимости от туристского региона (см. рис. 1); неравномерное распределение рабочей силы в границах туристского региона: миграция в период высокого сезона в регионах/городах с наибольшей концентрацией туристских ресурсов, развитой туристской инфраструктурой, более высоким уровнем заработной платы; форс-мажорные обстоятельства и др.

Отмеченные характерные черты непосредственным образом сказываются на ситуации на рынке труда региона, являющегося источником рабочей силы, и соответственно, объясняющим необходимость учета его состояния, прежде всего, в процессе поиска и подбора (рекрутинга) персонала гостиничными предприятиями. Принимая во внимание данную особенность управления персоналом, предприятиям следует отслеживать ситуацию на рынке труда конкретного региона и адаптироваться к нему. Решая данную задачу, предприятия могут пользоваться информацией, предлагаемой официальными источниками государственных учреждений (органы статистики, профильные министерства и ведомства и др.), кадровых агентств и крупных рекрутинговых компаний, представляющих информацию в сети Интернет.

Среди последних особое место занимают сервисы компании «HeadHunter». Например, чтобы получить представление о современной ситуации (2019–2020 гг.) на рынке труда Крыма в индустрии гостеприимства, следует изучить показатели, представленные на [Статистика HeadHunter по Республике Крым, 2021], основным из которых является hh.индекс (рис. 2).

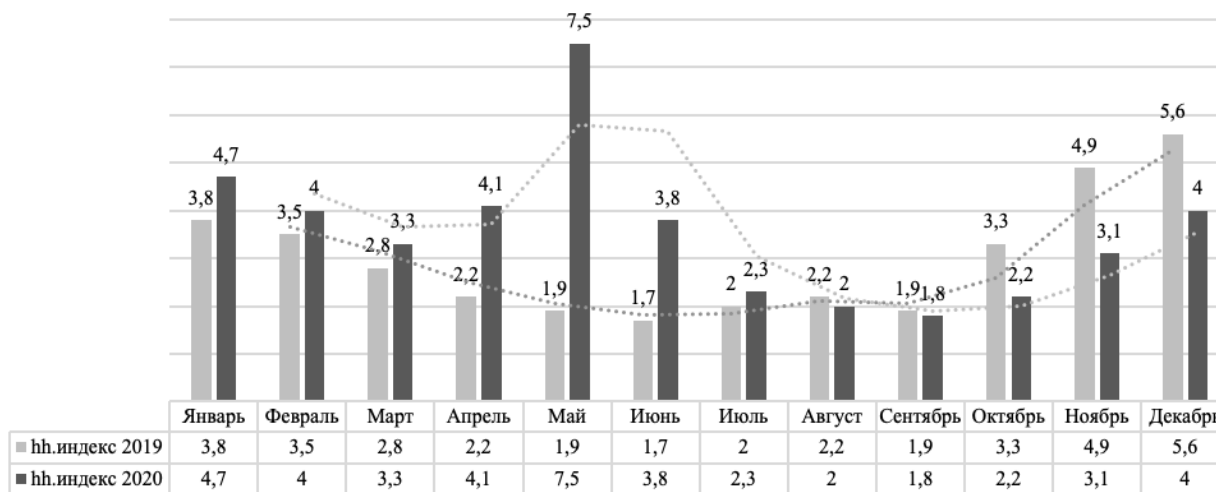


Рис. 2. Динамика hh.индекса индустрии гостеприимства

(профессиональной сферы «туризм, гостиницы, рестораны») в Республике Крым (2019–2020 гг.)

Fig. 2. Dynamics of the hh.index of the hospitality industry (the professional sphere including tourism, hotels and restaurants) and the seasonal coefficient in the Republic of Crimea (2019-2020)

С целью определения и представления тенденций анализируемого показателя за исследуемый период используем метод скользящей средней, позволяющей сглаживать краткосрочные колебания и выделять основные циклы. Как отмечалось ранее, динамика показателя до 2019 г. имела четко выраженную сезонную тенденцию, сохранявшуюся на протяжении ряда предшествующих лет. В то же время неустойчивый характер спроса на услуги гостиничных предприятий региона и сезонность открытия вакансий не позволяют делать однозначный вывод в отношении типа исследуемого рынка (рынок работодателя или рынок соискателя): в зависимости от рассматриваемого сезона (высокий/низкий), и как следствие, поочередной и закономерного превышения предложения (количества вакансий) над спросом (количеством резюме), и наоборот, рынок труда обозначенного туристского региона приобретает соответствующие черты того или иного типа рынка.

Таким образом, гостиничные предприятия того или иного региона могут отслеживать и анализировать информацию о состоянии рынка труда с целью регулирования процесса поиска и подбора персонала.

Категория и специализация. Категория и специализация гостиничного предприятия оказывает заметное влияние на управление персоналом всех уровней и квалификаций. Категория гостиничного предприятия характеризуется количеством звезд, и чем выше уровень звездности/класса, тем разнообразнее (шире) ассортимент услуг, что в свою очередь, влияет на состав и количество подразделений отеля. Специализация предполагает ориентацию средства размещения на определенные виды туризма: деловой туризм, экскурсионный, лечебный и др. Соответственно, специализация характеризует тип гостиничного предприятия: санаторий, конгресс-отель, SPA-отель и т. д. Особенность управления персоналом, обусловленная зависимостью от категории и специализации средства размещения, выражается в том, что к персоналу предъявляются особые требования к: квалификации, опыту работы, профессиональным компетенциям, знанию языков и т. д.

Также наличие определенных требований и установленных гостиничным предприятием стандартов к сотрудникам узкого профиля с определёнными требованиями к квалификации для

продвижения и реализации дополнительных гостиничных услуг, ориентированных на выделенный сегмент рынка туризма (для санатория в приоритете будут квалифицированные медицинские работники, а в бизнес-отеле может вообще отсутствовать медицинский профиль и услуги рекреации). Фактор «категория» предполагает наличие определенных стандартов в гостиничной индустрии, в том числе и стандартов, установленных к персоналу. Положение о классификации гостиниц в РФ [Постановление Правительства РФ, 2020] содержит в себе общие базовые требования к персоналу, предъявляемые к различным категориям гостиниц.

Требования к персоналу будут изменяться и в зависимости от специализации средства размещения (профессиональные компетенции, квалификация, опыт работы). Например, средство размещения, ориентированное на рекреационный туризм, может классифицироваться как санаторно-курортное учреждение. В таком случае, специализация предприятия будет выражаться в наличии медицинского профиля, оздоровительных программ, что, в свою очередь, потребует наличия у сотрудников, предоставляющих медицинские услуги, медицинского образования. Такой тип гостиничного предприятия как конгресс-отель будет ориентирован на деловой туризм и на определенные конференц-группы, что потребует дополнительных требований в области знания иностранных языков.

Форма собственности и организации управления предприятием, относясь к числу факторов, связанных с организацией и ведением гостиничного бизнеса, непосредственным образом сказывается и на организационных аспектах управления персоналом. В частности, на организацию системы управления персоналом гостиничных предприятий оказывает влияние:

- сотрудничество с сетевыми гостиничными отелями (является ли гостиница независимым отелем или входит в гостиничную сеть, осуществляя свою деятельность на условиях франчайзинга);
- форма собственности субъекта ведения хозяйственной деятельности (гостиничного предприятия): частная, муниципальная, федеральная, собственность субъектов РФ; предприятия, находящиеся в частной собственности, имеют возможность более гибко подходить к использованию HR-технологий и инструментов, оперативно реагируя на изменения, происходящие во внешней среде.

Ключевым фактором, предопределяющим различия в подходе к управлению персоналом гостиничных предприятий различной формы организации управления, является система мониторинга гостиничной деятельности предприятия: в сетевых отелях все процессы контролирует и осуществляет головной офис (управляющая компания).

Размер гостиничного предприятия также является одним из факторов, влияющим на управление персоналом. Данный фактор проявляется, прежде всего, во вместимости гостиничного предприятия (номерной фонд) и также определяет:

- сложность организационной структуры управления (на малых предприятиях она более простая),
- численность и обязанности персонала (в зависимости от вместимости гостиничного предприятия, количества отделов и функций, формируется необходимый штат сотрудников),
- регламент обслуживания (определяются стандарты),
- объем используемых цифровых технологий (степень цифровизации),
- систему построения служб маркетинга (в средних и крупных предприятиях создаются специальные службы маркетинга, проводятся маркетинговые исследования, а в малых предприятиях отсутствуют специализированные службы маркетинга, а функции маркетинга выполняет специалист по сбыту) и др.

Исходя из этого можно сформулировать такую особенность управления персоналом, как зависимость структурных характеристик гостиничных предприятий, функционала HR-служб и степени цифровизации от размера предприятия.

Отметим также, что существуют различия в направлениях работы HR-подразделений в зависимости от размера предприятия. На средних и крупных предприятиях уделяется большое внимание созданию и продвижению бренда работодателя, поиску и подбору узкопрофильного персонала, а также адаптации и обучению персонала. В малых отелях часто наблюдается минимальная роль инвестиций в развитие и обучение персонала.

Группировка факторов влияния. Таким образом, проведенное исследование и определение причинно-следственных связей между отраслевыми факторами, влияющими на управление персоналом гостиничных предприятий, и выделенными особенностями управления персоналом, позволяют дифференцировать последние, сгруппировав их следующим образом: факторы, характеризующие особенности и состояние индустрии гостеприимства; факторы, связанные с организацией и ведением бизнеса с индустрии гостеприимства.

Однако представленные группы отраслевых факторов не исчерпывающим образом характеризуют влияние на деятельность гостиничных предприятий и HR бизнес-процессы в частности. В этой связи возникает необходимость выделения дополнительных факторов, носящих глобальный характер, но оказывающих значимое влияние на обозначенные процессы в современных условиях. К числу глобальных факторов можно отнести неблагоприятную эпидемиологическую ситуацию (пандемия Covid-19, коронакризис) и продолжающуюся цифровую трансформацию бизнеса (переход к цифровой экономике). Из приведенных ранее результатов исследования можно заключить, что обозначенные факторы могут оказывать влияние на процессы управления персоналом прямым и опосредованным образом (рис. 3).

Представленная концептуальная модель характеризуется причинно-следственными связями, выявленными в процессе анализа отраслевых факторов, оказывающих влияние на особенности управления персоналом гостиничных предприятий; главными взаимосвязями являются связи между группами факторов и особенностями, так как именно они определяют характер взаимодействия; изменение таких факторов как эпидемиологическая ситуация и цифровая трансформация бизнеса влияет на обе группы факторов, связанных с организацией и ведением гостиничного бизнеса и факторами, характеризующими особенности и состояние индустрии гостеприимства.

Заключение

В заключении следует сделать вывод, что успех управления персоналом гостиничного предприятия в условиях влияния глобальных факторов (цифровизация экономики и коронакризис) во многом зависит от комплексного подхода к рассмотрению и определению ключевых отраслевых факторов, оказывающих непосредственное влияние на управление персоналом гостиничного предприятия. Целостно выстроенная модель понимания структурно-логических и причинно-следственных связей влияния факторов на особенности управления персоналом сможет стать для HR-специалиста гибким инструментом эффективного управления, способствуя оперативному принятию решений, инициированию и быстрой адаптации к сложившимся условиям отрасли, прогнозированию возможностей и угроз, а также разработке долгосрочной стратегии управления предприятием в целом с опорой на выявленные факторы и особенности управления персоналом.

Умение четко видеть и оценивать причины (факторы) позволяет спрогнозировать экономически плодотворные и выгодные решения с учетом ключевых характеристик (особенностей) управления персоналом, что и является определяющим при разработке стратегии управления персоналом гостиничного предприятия.

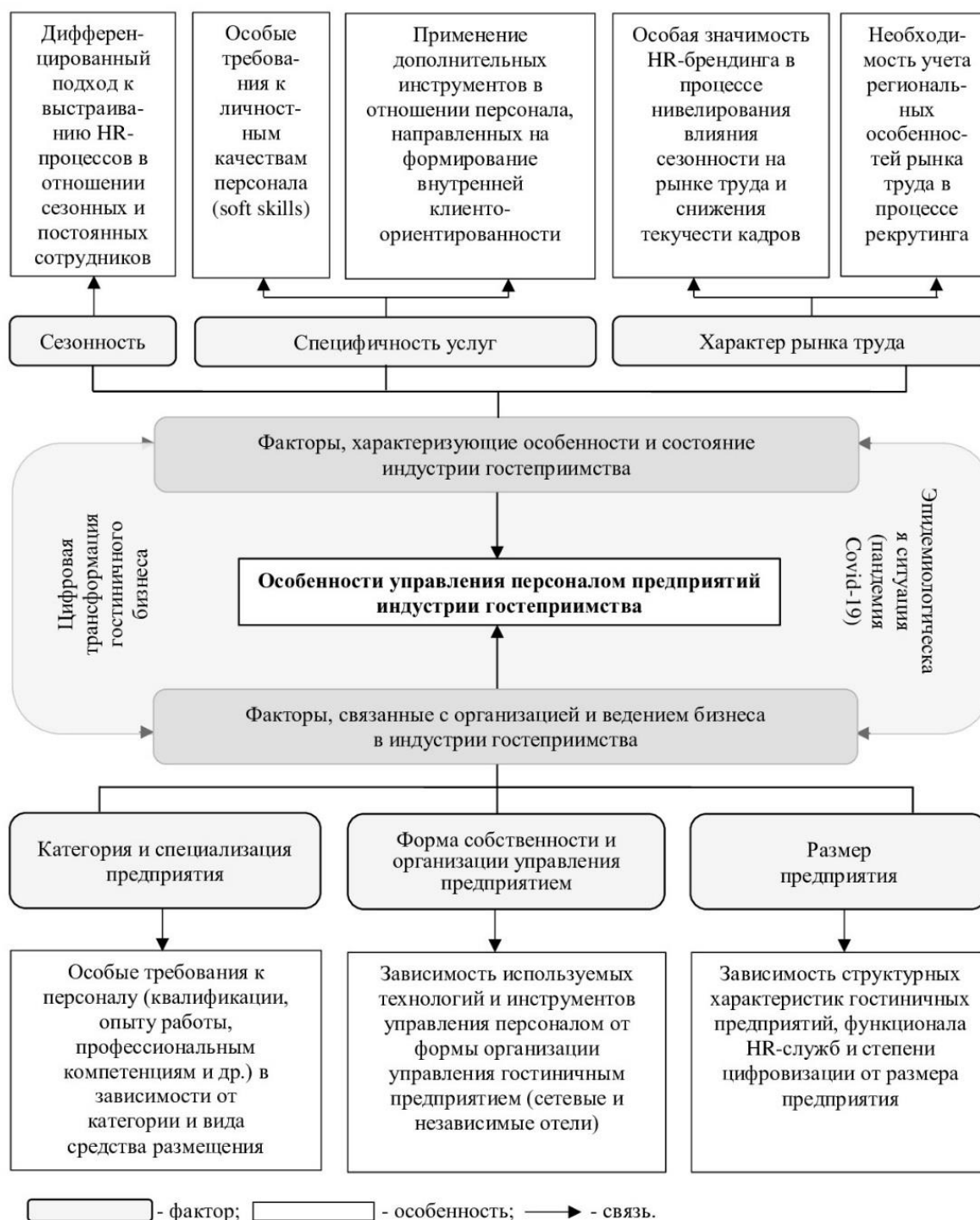


Рис. 3. Концептуальная модель влияния отраслевых факторов индустрии гостеприимства на особенности управления персоналом гостиничных предприятий в современных условиях

Fig. 3. The conceptual influence pattern of sector-specific factors of the hospitality industry on the features of personnel management at hotel establishments under the present-day conditions

Список литературы

1. Архипова Н.И., Данилова Д.В. 2019. Особенности подбора и отбора персонала в гостиничном бизнесе. В кн.: *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник трудов конференции* (Пенза, 13 июля 2019 года). Пенза,

- Изд-во Наука и просвещение: 111–116. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39148656> (дата обращения: 24.12.2020).
2. Вертинова А.А., Бородин Д.М., Воронова К.Н. 2019. Диджитализация сферы управления персоналом. Карельский научный журнал. 3 (28): 81–83 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/didzhitalizatsiya-sfery-upravleniya-personalom> (дата обращения: 23.12.2020).
 3. Гордеева Е.В., Бутова В.В. 2020. Актуальные проблемы в сфере управления персоналом в период распространения COVID-19 в России и за рубежом. Экономика и бизнес: теория и практика. 10–1: 76–79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44210378> (дата обращения: 23.12.2020).
 4. Кузнецова Т.А. 2019. Внедрение digital-технологий в сферу управления человеческими ресурсами. Экономика и бизнес: теория и практика. 9: 111–115. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-digital-tehnologiy-v-sferu-upravleniya-chelovecheskimi-resursami> (дата обращения: 04.01.2021).
 5. Сайфуллина Л.Д., Комнатная А.В. 2020. Влияние пандемии на автоматизацию основных задач HR-специалиста. Экономика и бизнес: теория и практика. 9–2: 52–56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pandemii-na-avtomatizatsiyu-osnovnyh-zadach-hr-spetsialista> (дата обращения: 24.12.2020).
 6. Лустина Т.Н., Арутюнян А.А. 2018. Особенности управления персоналом в гостиничном бизнесе. В кн: Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы. Сборник трудов конференции (Пермь, 10 января 2018 года). Пермь, Изд-во НИЦ Аэтерна: 162–165. URL: <https://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK-204-1.pdf#page=162> (дата обращения: 24.12.2020).
 7. Мартынова М.Э., Камшилов С.Г. 2019. Цифровые технологии в управлении персоналом компании. Общество, экономика, управление. 4: 69–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-upravlenii-personalom-kompanii> (дата обращения: 21.12.2020).
 8. Михайлов А.А., Федулов В.И. 2020. Подходы к управлению персоналом в условиях удаленной занятости. ЕГИ. 3 (29): 222–226. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-upravleniyu-personalom-v-usloviyah-udalennoy-zanyatosti> (дата обращения: 21.12.2020).
 9. Мысова О.С. 2015. Специфика управления персоналом как подсистемы гостиничного менеджмента. Вестник КемГУ. 1–4 (61): 230–234. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-upravleniya-personalom-kak-podsistemy-gostinichnogo-menedzhmenta> (дата обращения: 21.12.2020).
 10. Нагибина Н.И., Щукина А.А. 2017. HR-Digital: цифровые технологии в управлении человеческими ресурсами. Вестник евразийской науки. 1 (38): 1–17. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/24EVN117.pdf> (дата обращения: 24.12.2020).
 11. Павлова М., Никольская Е.Ю. 2016. Особенности системы управления персоналом в индустрии гостеприимства. Инновационная наука. 3–1 (15): 175–182. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sistemy-upravleniya-personalom-v-industrii-gostepriimstva> (дата обращения: 23.12.2020).
 12. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2020 года №1860 «Положение о классификации гостиниц».
 13. Савчишкина Е.П. 2009. Система управления персоналом залог эффективной деятельности организаций сферы гостеприимства. Terra Economicus. 3–3: 82–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-upravleniya-personalom-zalog-effektivnoy-deyatelnosti-organizatsiy-sfery-gostepriimstva> (дата обращения: 23.12.2020).
 14. Семина А.П. 2020. Цифровизация процессов управления персоналом: SMM в HR. Дискуссия. 1 (98): 62–68. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-protsessov-upravleniya-personalom-smm-v-hr> (дата обращения: 24.12.2020).
 15. Статистика по России. Южный федеральный округ. Республика Крым. Head Hunter. URL: https://stats.hh.ru/republic_of_crimea (дата обращения: 24.01.2021).
 16. Тимиргалева Р.Р., Гришин И.Ю., Шостак М.А. 2015. Управление развитием предприятий туристско-рекреационной сферы на основе внутреннего маркетинга. Симферополь, Ариал, 307. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24006828_82942025.pdf (дата обращения: 24.12.2020).
 17. Чуваткин П.П., Горбатов С.А. 2020. Управление персоналом гостиничных предприятий. М., Юрайт, 280. URL: <https://urait.ru/bcode/447423> (дата обращения: 21.12.2020).
 18. Шавровская М.Н. 2011. Клиентоориентированность персонала: формирование и оценка. Автореф. дис. ... канд. экон. наук, Омск. URL: <http://www.dslib.net/economika-hoziajstva/klientoorientirovannost-personala-formirovanie-i-ocenka.html> (дата обращения: 24.12.2020).

19. Шостак М.А. 2020. HR-digital: основные направления использования цифровых технологий в управлении человеческими ресурсами гостиничных предприятий. В кн.: Повышение конкурентоспособности социально-экономических систем в условиях трансграничного сотрудничества регионов. Сборник трудов конференции (Ялта, 2–4 апреля 2020 года). Симферополь, Изд-во Ариал URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44168675> (дата обращения: 21.12.2020).

20. Яковлева М.А. 2020. Влияние цифровой экономики на рынок труда. В кн.: Управленческий и сервисный потенциал цифровой экономики: проблемы и перспективы. Сборник трудов конференции (Омск, 14–15 мая 2020 года). Омск, Изд-во ОмГТУ. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43114502> (дата обращения: 21.12.2020).

21. Яковлева М.А., Шостак М.А. 2020. Применение концепции Well-being предприятиями индустрии гостеприимства. Human Progress. 2: 1–7. URL: http://progress-human.com/images/2020/Том6_2/Яковлева.pdf (дата обращения: 24.12.2020).

References

1. Arhipova N.I., Danilova D.V. 2019. Features of the selection and selection of personnel in the hotel business. In: Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Fundamental and Applied Research: Current Issues, Achievements and Innovation. Proceedings of the conference] (Penza, 13 July 2019) Penza, Publishing house Science and education: 111–116. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39148656> (accessed: 24.12.2020).

2. Vertinova A.A., Borodina D.M., Voronova K.N. 2019. Digitalization of the sphere of personnel management. Karelian scientific journal. 3 (28): 81–83. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/didzhitalizatsiya-sfery-upravleniya-personalom> (accessed: 23.12.2020).

3. Gordeeva E.V., Burova V.V. 2020. Actual problems in the field of personnel management during the spread of COVID-19 in Russia and abroad. Economics and business: theory and practice. 10–1: 76–79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44210378> (accessed: 23.12.2020).

4. Kuznecova T.A. 2019. Implementation of digital technologies in the field of human resource management. Economics and business: theory and practice. 9: 111–115. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-digital-tehnologiy-v-sferu-upravleniya-chelovecheskimi-resursami> (accessed: 04.01.2021).

5. Sajfullina L.D., Komnatnaja A.V. 2020. The impact of the pandemic on the automation of the main tasks of an HR specialist. Economics and business: theory and practice. 9–2: 52–56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pandemii-na-avtomatizatsiyu-osnovnyh-zadach-hr-spetsialista> (accessed: 24.12.2020).

6. Lustina T.N., Arutjunjan A.A. 2018. Features of personnel management in the hotel business. In: Tradicionnaja i innovacionnaja nauka: istorija, sovremennoe sostojanie, perspektivy. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Traditional and innovative science: history, current state, prospects. Materials of international scientific conference] (Perm, January 10, 2018). Perm, SIC Aeterna publishing house: 162–165. URL: <https://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK-204-1.pdf#page=162> (accessed: 24.12.2020).

7. Martynova M.Je., Kamshilov S.G. 2019. Digital technologies in personnel management of the company. Society, economics, management. 4: 69–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-upravlenii-personalom-kompanii> (accessed: 21.12.2020).

8. Mihajlov A.A., Fedulov V.I. 2020. Approaches to personnel management in remote employment. EGI. 3 (29): 222–226. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-upravleniyu-personalom-v-usloviyah-udalennyh-zanyatosti> (accessed: 21.12.2020).

9. Mysova O.S. 2015. The specifics of personnel management as a subsystem of hotel management. Vestnik KemGU. 1–4 (61): 230–234. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-upravleniya-personalom-kak-podsystemy-gostinichnogo-menedzhmenta> (accessed: 21.12.2020).

10. Nagibina N.I., Shhukina A.A. 2017. HR-Digital: digital technologies in human resource management. Bulletin of Eurasian Science. 1 (38): 1–17. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/24EVN117.pdf> (accessed: 24.12.2020).

11. Pavlova M., Nikol'skaja E.Ju. 2016. Features of the personnel management system in the hospitality industry. Innovative Science. 3–1 (15): 175–182. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sistemy-upravleniya-personalom-v-industrii-gostepriimstva> (accessed: 23.12.2020).

12. Decree of the Government of the Russian Federation of November 18, 2020 No. 1860 «Regulations on the classification of hotels».

13. Savchishkina E.P. 2009. The personnel management system is the key to the effective operation of hospitality organizations. *Terra Economicus*. 3–3: 82–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-upravleniya-personalom-zalog-effektivnoy-deyatelnosti-organizatsiy-sfery-gostepriimstva> (accessed: 23.12.2020).
14. Semina A.P. 2020. Digitalization of HR processes: SMM in HR. Discussion. 1 (98): 62–68. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-protsessov-upravleniya-personalom-smm-v-hr> (accessed: 24.12.2020).
15. Statistics for Russia. Southern Federal District. Republic of Crimea. Head Hunter. URL: https://stats.hh.ru/republic_of_crimea (accessed: 24.01.2021).
16. Timirgaleeva R.R., Grishin I.Yu., Shostak M.A. 2015. Management of the development of enterprises in the tourism and recreation sector based on internal marketing. Simferopol, Arial, 307. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24006828_82942025.pdf (accessed: 24.12.2020).
17. Chuvatkin P.P., Gorbatov S.A. 2020. Personnel management of hotel enterprises. M., Yurayt, 280. URL: <https://urait.ru/bcode/447423> (accessed: 21.12.2020).
18. Shavrovskaja M.N. 2011. Klientoorientirovannost' personala: formirovanie i ocenka [Customer focus of staff: formation and assessment]. Abstract. dis. ... cand. econom. sciences. Omsk. URL: <http://www.dslib.net/economika-xoziajstva/klientoorientirovannost-personala-formirovanie-i-ocenka.html> (accessed: 24.12.2020).
19. Shostak M.A. 2020. HR-digital: the main directions of using digital technologies in human resource management of hotel enterprises. In: *Povyshenie konkurentosposobnosti social'no-jekonomicheskikh sistem v usloviyah transgranichnogo sotrudnichestva regionov* [Increasing the competitiveness of socio-economic systems in the context of cross-border cooperation of regions. Materials of international scientific conference] (Yalta, 02–04 April 2020), Simferopol, Arial Publishing House. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44168675> (accessed: 21.12.2020).
20. Yakovleva M.A. 2020. The impact of the digital economy on the labor market. In: *Upravlencheskij i servisnyj potencial cifrovoj jekonomiki: problemy i perspektivy* [Management and service potential of the digital economy: problems and prospects. Materials of international scientific conference] (Omsk, May 14–15, 2020), Omsk, Publishing house of OmSTU. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43114502> (accessed: 21.12.2020).
21. Yakovleva M.A., Shostak M.A. 2020. Applying Well-being to Hospitality Enterprises. *Human Progress*. 2: 1–7. URL: http://progress-human.com/images/2020/Tom6_2/Yakovleva.pdf (accessed: 24.12.2020).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шостак Марина Анатольевна, старший преподаватель кафедры менеджмента и туристского бизнеса Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского

Яковлева Мария Андреевна, обучающаяся, направление подготовки 38.03.02 «Менеджмент», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marina A. Shostak, Senior Lecturer of the Department of Management and Tourism Business, V.I. Vernadsky Crimean Federal University

Maria A. Yakovleva, student, specialty 38.03.02 «Management», V.I. Vernadsky Crimean Federal University

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

УДК 336.144

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-299-306

Методологические подходы к формированию принципов бюджетирования производственной деятельности предприятия

Аль Обайди Аднан Таха

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
E-mail: 53738252@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования принципов бюджетирования производственной деятельности предприятия обусловлена низким уровнем планирования производственно-хозяйственной деятельности. В первую очередь стоит отметить характеристики, которые осуществляют указанный уровень. Это – формирование вектора и пропорции положительной тенденции производства с учетом существующих как материальных, так и трудовых ресурсов на базе извлечения необходимых рынку видов, объемов товаров, а также сроков их выпуска. Благодаря грамотной разработке бюджетирования на предприятии можно детально оценить финансовую состоятельность определенных видов бизнеса и продуктов, что в конечном итоге сформирует прочную финансовую устойчивость всей организации. Научная новизна исследования заключается в анализе методологии бюджетирования, в частности, в уточнении специфических принципов в исследуемой области. В становление и развитие бюджетирования внесли и вносят свой вклад многие отечественные и зарубежные ученые. В настоящее время существует большое количество принципов бюджетирования, но при этом автором были выделены наиболее важные из них. Covid-19 внес свои коррективы, следовательно, это имеет отражение и в данной области исследования. В результате анализа методологических аспектов исследуемой области автор пришел к выводу о том, что единственное правильное решение в таких условиях – использовать именно в комплексе три основных принципа (принцип «к единым стандартам», принцип «прозрачности» информации, принцип ответственности), что впоследствии окажет рост производственной деятельности предприятия.

Ключевые слова: бюджет, бюджетирование, методологические подходы, принципы.

Для цитирования: Аль Обайди Аднан Таха. 2021. Методологические подходы к формированию принципов бюджетирования производственной деятельности предприятия. Экономика. Информатика, 48 (2): 299–306. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-299-306.

Methodological approaches to the formation of budgeting principles in the main activities of the enterprise

Al Obaidi Adnan Taha

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov,
45 Kostyukov St, Belgorod, 308012, Russia
E-mail: Adnan-taha76@mail.ru

Abstract. The relevance of the study of the principles of budgeting of production activities of the enterprise is due to the low level of planning of production and economic activities. First, it is worth noting the characteristics that implement the specified level. The formation of the vector and the proportion of positive trends in the production, considering the existing material and labor resources based on the extraction of

the required market types, quantities, and timing of their release. Thanks to the competent development of budgeting in the enterprise, it is possible to assess in detail the financial viability of certain types of businesses and products, which will ultimately form a strong financial stability of the entire organization. The scientific novelty of the research lies in the analysis of the budgeting methodology in the clarification of specific principles in the field under study. Many Russian and foreign scientists have contributed to the formation and development of budgeting. Currently, there are many principles of budgeting, but the author has highlighted the most important of them. Covid-19 has made its own adjustments, therefore, this is reflected in this area of research. The analysis of methodological aspects of the study area, the author came to the conclusion that the only proper decision in such a situation is to use the complex three main principles (the principle of "to common standards", the principle of transparency of information, the goal-matching principle), which in consequence will have an increase in production activity.

Keywords: budget, budgeting, methodological approaches, principles

For citation: Al Obaidi Adnan Taha. 2021. Methodological approaches to the formation of budgeting principles in the main activities of the enterprise. Economics. Information technologies, 48 (2): 299–306. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-299-306.

Введение

В связи со сложившейся обстановкой на данный период времени, а именно в эпоху коронавирусной инфекции, в стране происходит полный диссонанс во всех сферах экономики. Основной удар пришелся на производственный сектор, который претерпевает серьезные проблемы. Необходимо отметить динамичные колебания в номенклатуре выпускаемой продукции у предприятий и скорости ее обновления, вследствие чего характер деятельности того или иного предприятия кардинально трансформируется. В результате чего регулирование всех основных механизмов невозможно без применения четко сформированного плана действий организации и контроля по его осуществлению. Почему так необходима динамизация по формированию выпуска новой продукции? Все очень просто, она выступает как основная компонента по удовлетворению запросов потенциальных клиентов. С помощью недостаточного количества финансовых ресурсов наращивается значимость правильного принятия решения в отношении приоритетов экономической политики.

Сформированная в Российской Федерации концепция внутрифирменного планирования не дает полной картины в плане постановки четких целей своего функционирования, формирования стратегии компании за счет увеличения его капитализации. Необходимо отметить, что очень важно подойти к выбору критериев анализа достигнутых хозяйственных достижений, так как неправильный подход приведет к деформации показателей плана. Система планирования, которая функционирует в стране, не допускает многовариантности исследования экономических результатов по выполнению планов, а также не рассматривает оценку платежеспособности предприятия к постоянно изменяющейся хозяйственной среде.

Поэтому предприятия вынуждены вести поиск по наиболее результативным методам планирования и контролю над итогом финансово-хозяйственной активности, при этом важно брать во внимание весь инструментарий финансового управления. Ведущей функцией управления предприятием является планирование, которое выражается в способе достижения цели на основе согласованности и хронологии реализации операций.

Сегодняшняя тенденция постоянно изменяющейся экономической обстановки требует разработки стратегически ориентированной программы, суть которой будет заключаться в эффективном развитии производственного предприятия с помощью такого инструмента как бюджетирование. Под бюджетированием понимается процесс по регулированию финансово-хозяйственной деятельности в целях задействования всех структурных подразделений предприятия в отношении разработки и формирования

комплексных планов, которые разрабатываются на базе достоверной и актуальной информации о текущем состоянии внедрения бюджетных систем планирования.

Именно грамотно разработанная система бюджетирования позволит показать высокий уровень результативности плано-аналитической работы производственного предприятия. Следует отметить, что сегодня нет базовых элементов сквозного планирования. Большая проблема возникает перед промышленностью в части внедрения и использования продуктивного механизма бюджетного планирования. Так как промышленность выступает ведущим звеном деятельности какого-либо государства. Именно развитая промышленность представляет собой генеральный показатель для экономики страны: приращение промышленности гарантирует экономический рост. Каким образом это осуществляется? Более высокий выпуск промышленных товаров активизируют рост ВВП.

Необходимо подойти к детальному рассмотрению системы бюджетирования, она, в свою очередь, включает такие важные элементы как: планирование, контроль, обзор результатов функционирования всех объектов системы менеджмента. Такой функциональный комплекс практически не встречается. Это же можно отнести и к составу объектов системы бюджетирования – не все объекты менеджмента входят в данный состав, хотя имеют существенную значимость. В основном бюджетировются денежные средства, финансовые активы, сырье и продукция.

Практическое применение бюджетного планирования на сегодняшний день выражается в том, чтобы осуществлять надзор над определенными показателями (величина дебиторской и кредиторской задолженности, констатировать степень затрат в отдельных структурных подразделениях). Но главный акцент совершенно не делается на регулирование финансами, достижение повышения капитализации, исследование инвестиционной привлекательности отдельных направлений хозяйственной деятельности производственного предприятия. Таким образом, бюджетирование в Российской Федерации в полной мере не используется как процесс согласованного планирования и координации деятельности такого предприятия.

Причиной этого служит то, что планирование при централизованной экономике представляет собой ведущее звено структуры управления над всем финансово-хозяйственным объединением, где плано-экономические нормативы лежали в основе. Тем не менее это сужало возможный потенциал предприятий, препятствовало применению допустимых возможностей по целесообразному управлению финансовой и хозяйственной деятельностью.

Да, действительно обстановка в стране по данному вопросу стоит очень остро, но нельзя сказать, что нет никаких попыток по их устранению. Примером может служить инициативное бюджетирование. Это одно из главных положений народной программы «Единой России» на выборах в Госдуму в 2021 году. Данный вид бюджетирования активно начал внедряться с 2013 года и находит свое практическое применение в наши дни.

Основная часть

Основная задача, которая стоит перед предприятиями в современных условиях – с помощью определенных инструментов и методов достигнуть устойчивого финансового положения в целях обеспечения долгосрочного функционирования. В ходе деятельности такого или иного предприятия может возникнуть кризисная ситуация, а для предотвращения появления таких ситуаций следует применить систему бюджетирования.

Проблему бюджетирования исследовали многие зарубежные и отечественные ученые в своих научных трудах. Можно выделить следующих ученых, которые привнесли большой вклад в изучение данного вопроса, это: Бланк И.А., Бобылёва А.З., Борисов Е.И., Бругхем Ю., Бурмистров Л.А., Хоригрен И.Т., Дж. Фостер, Гаген А., Годин, А.М., Подпорина И.В., Друри К., Милошевич С.Б., Кожин В.А., Гитзберг В.Я., Бочаров В.В., Друкер Я., Сизова Т.В., Керимов В.Э., Самочкин В.Н., Щиборщ К.В. и другие.

Поэтому понятие «бюджетирование» многогранно – характеризуется довольно большим спектром определений. Как отмечает В.А. Самочкина, «бюджетирование – это система согласованного управления подразделениями предприятия в условиях динамично изменяющегося, диверсифицированного бизнеса [Самочкин, 2006]. С его помощью принимаются управленческие решения, связанные с будущими событиями, на основе систематической обработки данных». К.В. Щиборщ в своих исследованиях предлагает следующее трактование: «бюджетирование – это процесс составления и реализации» бюджета «в практической деятельности компании» [Щиборщ, 2004].

Из всего вышеупомянутого можно сказать, что бюджет – это совокупность как финансовых, так и других сопутствующих показателей, а бюджетирование – это объединение процессов по разработке планов и бюджетов, их поэтапного утверждения, выполнения, наблюдения, исследования и поправок.

Для любой организации приоритетным направлением деятельности является достижение финансовой устойчивости, которую можно добиться с помощью анализа результатов деятельности всех объектов системы управления, планирования и контроля. Следует отметить, что синтез вышеуказанных инструментов на предприятии применяется достаточно редко.

Так, по мнению С.А. Агапцова, на российских предприятиях обычно придерживаются планирования, и иногда встречается и считается прогрессом «план-факт анализ», однако оперативный контроль в вышеописанном случае считается нецелесообразным. Исследователь Н.В. Ружанская исходит в своих трудах из того, что процесс планирования лежит в основе процесса бюджетирования и поэтому они должны применяться в деятельности предприятия неразрывно, можно сказать, что бюджетирование – это подфункция планирования.

Следует рассмотреть недостатки инструментов традиционной системы, применяемых предприятием, а именно планирования и управления.

Несмотря на то, что большинство предприятий для упрощения работы переходят на электронный документооборот, проблемы подготовки и дальнейшего анализа огромного количества документации планово-экономическими отделами остаются неизменными, к тому же, как правило, часть данных абсолютно не подлежит для финансового анализа. Также в вопросах по решению оперативных управленческих проблем важен фактор времени, а если для сбора информации необходимо большое количество времени, то процесс финансового планирования будет уже бесполезен [Щиборщ, 2004].

Одним из ключевых недостатков является радикальное отличие плановых от фактических показателей. Это связано с тем, что процесс планирования на предприятии проводится исключительно на производстве продукции, а не на её сбыте. Известно, что цена формируется на основе норматива рентабельности и полной себестоимости без учета рыночных цен определенной отрасли. Невозможность определения запаса финансовой прочности происходит, потому что специалисты по финансовому планированию не осуществляют оценку эффекта операционного рычага и не производят расчеты коэффициента вклада на покрытие.

На основании вышеуказанных недостатков, можно сказать, что действующая в настоящее время система планирования на российских производственных предприятиях максимально затрудняет процесс проведения сценарного анализа и подвергает организацию к финансовой неустойчивости, так как оно не готово к постоянно меняющимся условиям внешнего окружения.

Система бюджетирования способствует устранению вышеперечисленных недостатков планирования производственно-хозяйственной деятельности. Также она имеет целый ряд положительных аспектов и, можно сказать, является передовым инструментом управления организацией.

Российский ученый В.Э. Керимов в своих работах анализирует его применение в различных областях управления [Королева, Галашкин, 2011]:

— в области финансового менеджмента с помощью бюджетирования можно определить тот промежуток времени, через который вероятность получения большой суммы денежных средств достаточно велика, при этом инвестор или предприниматель получает достаточно полные сведения о структуре организации, тем самым происходит процесс регулирования объёма расходов в общем притоке денежных средств компании;

— в области управления коммерческой деятельностью, происходит разработка маркетинговых мероприятий со стороны руководителя для уточнения возможных прогнозов и утверждения тех или иных коммерческих действий с использованием ресурсов предприятия;

— в области общей стратегии развития организации, для промежуточного мониторинга по достижению определенных целей организации, бюджетирование позволяет дать количественную оценку деятельности, отделяя, тем самым, эмоциональное восприятие руководителя, что позволяет выявить отклонения фактических результатов от прогнозных.

Система бюджетирования в разрезе производственного предприятия играет одну из первостепенных ролей, так как данный процесс имеет явно выраженную неоднородность в зависимости от внутренней своеобразности предприятия. Представленная на рисунке 1 схема предназначена для эффективной деятельности производственного предприятия, которая заключается в соотношении ее ожидаемых и фактических показателей, что в конечном итоге подразумевает адекватную оценку результатов деятельности данных предприятий.



Рис. 1. Схема системы бюджетирования производственного предприятия

Fig. 1. Scheme of the production enterprise budgeting system

Эффективность применения бюджетирования базируется на общенаучных принципах. Так, О.Б. Дронченко выделяет следующие принципы бюджетирования [Самочкин, Пронин, 2006]:

— в основе принципа «скольжения» заложена согласованность оперативных, текущих, среднесрочных и долгосрочных планов. К положительному аспекту можно отнести непрерывность плановых расчётов, с помощью которых становится возможным диагностировать и в кратчайшие сроки устранить выявленные негативные отклонения, внося определённые коррективы субъектами производственного предприятия. На практике данный принцип позволяет решить ряд задач: предприятие регулярно учитывает изменения внешних факторов, корректируя свои цели и планы в зависимости от результатов, которые были достигнуты в недалеком прошлом;

— принцип перехода от индикативного планирования к директивному. Известно, что выделяются предварительные (индикативные) и обязательные (директивные) планы. В силу того, что пересмотр бюджета является строго регламентированной процедурой, он также

должен будет подвергнут корректировке, согласованию и утверждению, продолжительность данных стадий указана в регламенте по бюджетированию организации. Оптимальный директивный период – квартал, индикативный период – три квартала, следующие за текущим;

— принцип «к единым стандартам», означает, что все бюджетные формы должны быть одинаковыми и своевременными для всех центров учета. Это необходимо для холдингов, в состав которых входят компании, которые необходимо контролировать. Во избежание разрозненности финансовых форм применяется вышеуказанный принцип, который позволяет эффективно проанализировать деятельность компаний и всего холдинга в целом;

— принцип детализации расходов. Для каждой организации является приоритетной цель по оптимизации имеющихся ресурсов и поэтому все значительные расходы, доля которых превышает 1 % в общей доле расходов, должны быть детализованы;

— принцип детализации расходов. Как правило, детализации подвергается расходы, доля которых превышает 1 % в общей доле расходов. Это необходимо для рационального использования ресурсов и тщательного контроля за использованием имеющихся на предприятии средств. Также можно рассматривать детализацию как контрольный инструмент по работе менеджеров крупных подразделений, используемый для избегания незаконных финансовых операций с их стороны;

— принцип «прозрачности» информации позволяет специалисту, занимающемуся анализом итоговых бюджетных форм, своевременно получать всю необходимую информацию, необходимую для решения той или иной задачи.

Н.С. Пермякова выделяет следующие принципы разработки бюджетов структурных подразделений и служб [Маевская, 2018]:

— принцип целесо согласования, необходим для обеспечения достижения поставленных целей конкретных планов предприятия, которые формируются посредством согласования бюджетных планов между вышестоящими и нижестоящими руководителями того или иного отдела;

— принцип приоритетности в отношении задачи координации бюджетирования предназначен для направления потока дефицитных средств в максимально прибыльном направлении. На практике, в бюджете намерено создаётся направление «основного удара», тем самым расходы на другие виды деятельности значительно уменьшаются;

— принцип причинности, основан на том, что каждая плановая единица может планировать и отвечать только за те величины, на которые она может оказывать влияние;

— принцип ответственности предполагает, что каждое подразделение, наделенное полномочиями вмешательства в случае необходимости, ответственно за исполнение его части бюджета и вправе вносить определенные корректировки для достижения поставленных целей.

Из рассмотренных выше принципов можно выделить наиболее актуальные для настоящего времени, которые положительно скажутся на хозяйственной деятельности производственных предприятий. Так, принцип «к единым стандартам» на практике был применен на многих производственных предприятиях в период карантина 2020 года, для упразднения подачи финансовых документов в электронном виде были разработаны единые формы отчетности, которые в дальнейшем помогают выявить положительные и отрицательные аспекты в деятельности организации. Для реализации принципа прозрачности информации формируется база или реестр, в котором отражаются все отчеты из различных подразделений и структур, предназначенные для специалиста, занимающегося сбором и анализом итоговых бюджетных форм. На каждом предприятии во время пандемии специальным подразделениям организации приходилось вносить корректировки по работе предприятия в сложившейся экономической ситуации, что

оказывает непосредственное влияние на достижение поставленных ранее целей, тем самым происходит реализация принципа ответственности.

Заключение

Система бюджетов позволяет заблаговременно оценивать последствия текущего положения дел в организации или фирме и реализуемой стратегии для улучшения финансового состояния фирмы (путем расчета и анализа финансовых коэффициентов или применения других инструментов финансового анализа). Таким образом, бюджетирование позволяет заранее оценивать финансовую состоятельность отдельных видов бизнеса и продуктов, обеспечивая финансовую устойчивость всей организации [Берман, 2015].

В результате применения бюджетирования в организации определяются резервы сокращения затрат, пути повышения эффективности бизнеса, повышается степень прозрачности, обоснованности и прогнозируемости финансовых потоков, формируется легко воспринимаемая объективная информационная база для принятия управленческих решений, выявляется реальная структура доходов и расходов предприятия, четко определяются зоны финансовой ответственности руководителей и сотрудников, сокращается время подготовки и принятия управленческих решений, сокращаются потери от финансовых операций. Следовательно, нужен грамотный подход к отбору, формированию и практическому применению принципов бюджетирования в деятельности производственного предприятия. В ходе исследования было доказано, что взаимодействие трех основных принципов, применяемых в процессе бюджетирования хозяйствующего субъекта, на данный период времени являются «скелетом» для высокоэффективной деятельности производственного предприятия.

Список источников

1. Берман Г.Н. 2015. Учет затрат, калькулирование, бюджетирование в отраслях производственной сферы: учебное пособие. СПб.: Лань, 368 с.
2. Кузьмина М.С. 2016. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в отраслях производственной сферы. М.: КноРус, 1280 с.
3. Митин А.Н. 2013. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в отраслях производственной сферы (для бакалавров). М.: КноРус, 248 с.
4. Незамайкин В.Н. 2018. Финансовое планирование и бюджетирование: учебное пособие. М.: Вузовский учебник, 200 с.
5. Осипенкова О.Ю. 2007. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование. М.: МГИУ, 124 с.
6. Проктор С.К. 2013. Бюджетирование и финансовые расчеты с помощью Microsoft Excel. М.: СмартБук, 432 с.
7. Смирнова О.П., Быков Д.Ю. 2011. Бюджетирование на предприятии: учеб. пособие. Иваново, Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 96 с.
8. Хруцкий В.Е., Сизов Т.В., Гамаюнов В.В. 2012. Внутрифирменное бюджетирование. Настольная книга по постановке финансового планирования. М.: Финансы и статистика, 400 с.

Список литературы

1. Вахрушина М.А., Пашкова Л.В. 2016. Бюджетирование в системе управленческого учета. М.: Вузовский учебник, 64 с.
2. Великая Е.Г., Чурко В.В. 2014. Индикаторы оценки эффективности организации. Балтийский гуманитарный журнал, 2 (7): 57–61.
3. Гудков А.А. 2014. Система контроля затрат в условиях экономической неопределенности и предпринимательского риска. Управленческий учет и финансы, 3 (39): 214–231.
4. Зубенко Е.Н., Зубренкова О.А. 2014. Учет затрат по текущим нормам на пивоваренных предприятиях. Вестник НГИЭИ, 9 (40): 31–38.
5. Королева Е., Галашкин А. 2011. Обзор систем бюджетирования: Hyperion Pillar, Adaytum e.Planning и Бюджетное управление для 1С: Предприятие. Корпоративные финансы, 1: 123–131.

6. Курилова А.А., Курилов К.Ю. 2016. Формирование системы стратегического управления затратами промышленного предприятия. Вестник НГИЭИ, 3 (58): 31–40.
7. Маевская Е.Б. 2018. Стратегический анализ и бюджетирование денежных потоков коммерческих организаций. М.: Инфра-М, 256 с.
8. Самочкин В.Н., Пронин Ю.Б., Логачева Е.Н. 2002. Гибкое развитие предприятия: Эффективность и бюджетирование. М.: Дело, 374 с.
9. Сухарев О.С. 2005. Учет, анализ и бюджетирование лизинговых операций: теория и практика. М.: Финансы и статистика, 512 с.
10. Чая В. Т., Чупахина Н.И. 2008. Система бюджетирования и управленческая отчетность в агрохолдингах. Экономический анализ: теория и практика, 14 (119): 2–21.
11. Щиборщ К.В. 2004. Бюджетирование деятельности промышленных предприятий России. М.: ПРИОР, 219 с.

References

1. Vahrushina M.A., Pashkova L.V. 2016. Byudzhetrovanie v sisteme upravlencheskogo ucheta [Budgeting in the management accounting system]. М.: Vuzovskij uchebnik, 64 с.
2. Velikaya E.G., SHurko V.V. 2014. Indikatory ocenki effektivnosti organizacii [Indicators for evaluating the effectiveness of an organization]. Baltijskij gumanitarnyj zhurnal, 2 (7): 57–61.
3. Gudkov A.A. 2014. Sistema kontrolya zatrat v usloviyah ekonomicheskoy neopredelennosti i predprinimatel'skogo riska [Cost control system in conditions of economic uncertainty and business risk]. Upravlencheskij uchet i finansy, 3 (39): 214–231.
4. Zubenko E.N., Zubrenkova O.A. 2014. Uchet zatrat po tekushchim normam na pivovarenykh predpriyatiyah [Accounting for costs according to current standards in breweries]. Vestnik NGIEI, 9 (40): 31–38.
5. Koroleva E., Galashkin A. 2011. Obzor sistem byudzhetrovaniya: Hyperion Pillar, Adaytum e.Planning i Byudzhethoe upravlenie dlya 1S:Predpriyatie [Review of budgeting systems: Hyperion Pillar, Adaytum e. Planning and Budget Management for 1C:Company]. Korporativnye finansy, 1: 123–131.
6. Kurilova A.A., Kurilov K.YU. 2016. Formirovanie sistemy strategicheskogo upravleniya zatratami promyshlennogo predpriyatiya [Formation of a system of strategic cost management of an industrial enterprise]. Vestnik NGIEI, 3 (58): 31–40.
7. Maevskaya E.B. 2018. Strategicheskij analiz i byudzhetrovanie denezhnykh potokov kommercheskih organizacij [Strategic analysis and budgeting of cash flows of commercial organizations]. М.: Инфра-М, 256 с.
8. Samochkin V.N., Pronin YU.B., Logacheva E.N. 2002. Gibkoe razvitie predpriyatiya: Effektivnost' i byudzhetrovanie [Flexible enterprise development: Efficiency and budgeting]. М.: Дело, 374 с.
9. Suharev O.S. 2005. Uchet, analiz i byudzhetrovanie lizingovykh operacij: teoriya i praktika [Accounting, analysis and budgeting of leasing operations: theory and practice]. М.: Финансы и статистика, 512 с.
10. Chaya V.T., Chupahina N.I. 2008. Sistema byudzhetrovaniya i upravlencheskaya otchetnost' v agroholdingah [Budgeting system and management reporting in agricultural holdings]. Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika, 14 (119): 2–21.
11. Shchiborshch K.V. 2004. Byudzhetrovanie deyatel'nosti promyshlennykh predpriyatij Rossii [Budgeting of the activities of industrial enterprises in Russia]. М.: PRIOR, 219 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Аль Обайди Аднан Таха, аспирант кафедры экономики и организации производства, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Al Obaidi Adnan Taha, PhD Student of the Department of Economics and Production Organization, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia

УДК 346.548 (075.8)
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-307-318

Эффективность финансового сектора как важнейшее условие обеспечения экономической безопасности государства

¹⁾ Гаджиев Н.Г., ²⁾ Коноваленко С.А., ²⁾ Корнилович Р.А., ²⁾ Трофимов М.Н.

¹⁾ Дагестанский государственный университет
Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43а
nazirhan55@mail.ru

²⁾ Рязанский филиал Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя
Россия, 390043, г. Рязань, 1-я Красная ул., 18
sergejkonovalenko26@gmail.com

Аннотация. Обеспечение эффективности финансового сектора государства – основа формирования эффективного экономического роста и устойчивости платежной системы в Российской Федерации. Эффективность финансового сектора – это приоритетные стратегические направления в деятельности финансовых органов государственной власти, кредитного, страхового сегмента финансового рынка, направленной на формирование условий для экономического роста и финансовой стабильности при сохранении надежности финансовой системы страны. Эффективность финансового сектора страны должна обеспечиваться не только регулятивными действиями Банка России, но и всеми участниками финансового рынка в отдельности путем соблюдения утвержденных предписаний, правил и требований, регулирующих финансовые и денежно-кредитные отношения в обществе. В связи с этим требуется изучение путей повышения эффективности финансового сектора экономики России как важнейшего условия обеспечения экономической безопасности. Целью научной статьи явилось изучение роли финансового сектора на обеспечение экономической безопасности государства. Теоретической и методологической основой исследования явились работы как российских, так и зарубежных специалистов в области экономической безопасности государства, а также материалы периодической печати ведущих ученых экономистов. Основными методами исследования, использованными при написании работы, явились метод теоретического системного экономического анализа, монографический (описательный) метод.

Ключевые слова: финансовый сектор, денежно-кредитная политика, национальная платежная система, экономическая безопасность.

Для цитирования: Гаджиев Н.Г., Коноваленко С.А., Корнилович Р.А., Трофимов М.Н. 2021. Эффективность финансового сектора как важнейшее условие обеспечения экономической безопасности государства. Экономика. Информатика, 48 (2): 307–318. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-307-318.

Efficiency of the financial sector as the most important condition for ensuring the economic security of the state

¹⁾ Nasirkhan G. Gadzhiev, ²⁾ Sergey A. Konovalenko, ²⁾ Ruslan A. Kornilovich,
²⁾ Mikhail N. Trofimov

¹⁾ Dagestan State University; 43a M. Gadzhieva St, Makhachkala, 367000, Russia
nazirhan55@mail.ru

²⁾ Ryazan branch of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after V.Ya. Kikot; 18 1-ya Krasnaya St, Ryazan, 390043, Russia
sergejkonovalenko26@gmail.com

Abstract. Ensuring the efficiency of the financial sector of the state is the basis for the formation of effective economic growth and stability of the payment system in the Russian Federation. The efficiency of the financial

sector is a priority strategic direction in the activities of the financial authorities, the credit and insurance segment of the financial market, aimed at creating conditions for economic growth and financial stability while maintaining the reliability of the country's financial system. The effectiveness of the country's financial sector should be ensured not only by the regulatory actions of the Bank of Russia, but also by all financial market participants individually by complying with the approved regulations, rules and requirements governing financial and monetary relations in the company. In this regard, it is necessary to study ways to improve the efficiency of the financial sector of the Russian economy as the most important condition for ensuring economic security. The purpose of the scientific article was to study the role of the financial sector in ensuring the economic security of the state. The theoretical and methodological basis of the study was the work of both Russian and foreign experts in the field of economic security of the state, as well as the materials of the periodical press of leading economic scientists. The main research methods used in writing the work were the method of theoretical system economic analysis, the monographic (descriptive) method.

Keywords: financial sector, monetary policy, national payment system, economic security.

For citation: Gadzhiev N.G., Konovalenko S.A., Kornilovich R.A., Trofimov M.N. 2021. Efficiency of the financial sector as the most important condition for ensuring the economic security of the state. Economics. Information technologies, 48 (2): 307–318. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-307-318.

Введение

Эффективность финансового сектора может быть увеличена за счет реализации Стратегии повышения финансовой доступности в Российской Федерации на период 2018–2020 годов (одобрена Советом директоров Банка России 26.03.2018). В соответствии с решением Совета директоров Банка России от 23 октября 2020 года действие документа было продлено на весь 2021 год. Основа стратегии – цифровая финансовая инфраструктура, которая предполагает формирование и развитие следующих ключевых ее элементов:

- платформа-маркетплейс для финансовых услуг и регистрации финансовых сделок обеспечат возможность получения услуг клиентами в режиме «единого окна»;
- платформа мгновенных платежей обеспечит возможность проведения онлайн-переводов на финансовом рынке в режиме реального времени (например, номера мобильного телефона, QR-кода) и др.;
- единая система идентификации и аутентификации и единая биометрическая система для обеспечения возможности дистанционного оказания финансовых услуг.

Формирование и развитие единой цифровой финансовой инфраструктуры будет способствовать повышению доступности и качества финансовых услуг для всех заинтересованных пользователей [Коноваленко и др., 2019].

Формирование положительных тенденций экономического роста существенно зависит от ресурсной составляющей финансовой сферы – возможностей содействовать этому, а также противодействовать различного рода отрицательным внешним воздействиям.

Финансовый сектор экономики относится к институциональным секторам экономики. Институциональный сектор экономики – это группа институциональных единиц (хозяйствующих субъектов), которая может от своего имени владеть активами, осуществлять экономические операции с другими единицами на основании однородности с точки зрения выполняемых ими функций в экономическом процессе [Коноваленко и др., 2021].

Финансовый сектор экономики непосредственно связан со всей системой экономической безопасности государства, так как обеспечивает возможность накачки экономической системы государства денежными средствами и финансовыми ресурсами в объеме, необходимом для устойчивого экономического роста и финансовой устойчивости государства.

Таким образом, эффективность финансового сектора – важнейшее условие обеспечения экономической безопасности государства.

Финансовый сектор экономики включается в институциональный сектор экономики и включает в себя: (1) кредитные учреждения; (2) страховые учреждения; (3) инвестиционные фонды; (4) управляющие компании и пайщиков паевых инвестиционных фондов (ПИФов); (5) профессиональных участников рынка ценных бумаг [Седова, 2016].

К кредитным учреждениям относятся: коммерческие банки и небанковские кредитные организации.

Кредитные учреждения обеспечивают оборачиваемость ликвидности в экономике, аккумуляцию сбережений и инвестиций в реальный сектор экономики страны, создают условия для обеспечения положительного денежного потока в рамках производственной и финансовой деятельности субъектов хозяйствования.

Страховые учреждения – государственные и частные компании, занимающиеся всеми видами страхования. Финансирование издержек происходит за счет страховых премий.

Инвестиционные фонды являются основой инвестирования имущества в ценные бумаги.

Паевые инвестиционные фонды – обособленные имущественные комплексы, которые состоят из имущества, переданного в доверительное управление управляющим компаниям [Костыря, Трофимов, 2012].

В основе устойчивого социально-экономического развития лежит принцип роста капитальных инвестиций. Согласно оценкам Минэкономразвития России, рост прямых капитальных инвестиций на 1 % обеспечивает в настоящий момент увеличение ВВП на 0,3–0,4 %. По-прежнему большая часть инвестиционных вложений производится за счет собственных финансовых средств предприятий, что свидетельствует о недостаточной эффективности банковской системы РФ [Чайка, 2015]. Прочие источники инвестиций занимают незначительную долю в общем объеме инвестиций. Сложившаяся ситуация требует развитие механизма частно-государственного партнерства в финансовой сфере.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступает состояние финансового сектора экономики страны как составной части системы экономической безопасности государства.

Основными методами при проведении научного исследования явились: метод группировки данных; монографический метод; обобщения и анализа результатов.

Метод теоретического системного экономического анализа, применялся в отношении исследования основных показателей эффективности финансового сектора экономики страны и оценки динамики преступлений в финансовой сфере по данным МВД России.

Метод группировки данных применялся при оценке эффективности банковской системы и национальной платежной системы.

Монографический метод использовался на всех этапах научного исследования.

Результаты и их обсуждение

Нынешнее положение в финансовом секторе связано как с низкой эффективностью финансовой сферы, так и с сохранением энергосырьевой направленности экспорта, на развитие финансового сектора оказывает влияние ряд факторов, прежде всего это низкая защищенность кредиторов в сфере микрофинансового кредитования, значительный рост мошенничеств в кредитно-финансовой сфере, значительный разрыв в процентных ставках по депозитам и кредитным продуктам, медленное развитие цифровизации финансового рынка и недоверия к рынку ценных бумаг клиентов, создание искусственных барьеров для развития механизма венчурного софинансирования проектов на финансовых площадках.

Страны с сырьевой ориентацией экспорта получают существенные проблемы в системе работы финансового сектора, так как значительная экспортная выручка оказывает давление на совокупный спрос и увеличение расходной части бюджета, в свою очередь это отражается на повышении курса национальной валюты, возникают диспропорции в развитии



производственного, торгового и финансового сектора экономики («голландская болезнь») [Reutov, 2019]. Все это в конечном счете влечет за собой следующие проблемы:

- у населения формируется ложное представление о ситуации, складывающейся в стране, при этом производственная и технологическая составляющие экономики деградируют, так как все инвестиции поступают в экспортно-ориентированный сектор экономики;
- избыток средств приводит к оттоку капитала из страны (приобретению собственности за границей правящей элитой, росту туристических потоков, излишним и нередко неэффективным государственным расходам, и постепенному увеличению дефицита бюджета);
- утрачиваются стимулы к развитию экономики со стороны всех субъектов экономических отношений.

Особое значение для безопасности финансового сектора играют резервы и стабилизационные фонды.

В 2008 г. оказалось, что Стабилизационный фонд выполнил свои задачи, поэтому впоследствии он был трансформирован в Резервный фонд и Фонд национального благосостояния [Моторина, 2017].

Важность Резервного фонда и Фонда национального благосостояния для национальной экономики огромна, так, средства, накопленные в них, позволяют сбалансировать федеральный бюджет в результате непредвиденных расходов и чрезвычайных ситуаций, сформировать тренд развития приоритетных направлений в экономике в зависимости от стратегических целей государства.

Предпосылкой формирования фондов в Российской Федерации стала высокая зависимость экономики страны от экспортных цен на топливно-энергетические ресурсы. В Федеральном законе от 02.12.2019 № 380-ФЗ «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов» отмечается, что объем Фонда национального благосостояния (ФНБ) в 2020 г. составит 8172 трлн руб., в 2021 г. – 11 059,5 трлн руб., в 2022 г. – 13 658,0 трлн руб., или около 10,6 % к ВВП страны (табл. 1.)¹.

Таблица 1
Table 1

Фонд национального благосостояния в 2019–2022 гг. (млрд руб.)
 The national welfare Fund in the years 2019–2022 (bln rub.)

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Объем ФНБ на начало года	4036,0	8172,0	11 059,5	13 658,0
% ВВП	3,7	7,2	9,2	10,6
остатки средств на счетах по учету средств ФНБ в Банке России	2355,6	6546,7	9570,7	12 165,0
% ВВП	2,2	5,8	8,0	9,5
иные финансовые активы	1680,4	1625,3	1488,8	1493,0
% ВВП	1,6	1,4	1,2	1,2
Объем ФНБ на конец года	8172,0	11059,5	13 658,0	16 196,3
% ВВП	7,5	9,8	11,3	12,6
остатки средств на счетах по учету средств ФНБ в Банке России	6546,7	9570,7	12 165,0	14 715,5
% ВВП	6,0	8,5	10,1	11,5
иные финансовые активы	1625,3	1488,8	1493,0	1480,8
% ВВП	1,5	1,3	1,2	1,2

¹ О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов: федер. закон от 02.12.2019 № 380-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912030041> (дата обращения: 20.12.2019).

Проблема повышения эффективности финансовой сферы в рамках обеспечения экономической безопасности предполагает решение Правительством РФ следующих задач:

- 1) проведение эффективной денежно-кредитной политики,
- 2) санирование банковской системы
- 3) развитие финансовых рынков и новых форм финансовых инструментов.

Эффективность денежно-кредитной политики. В современной экономической теории денежно-кредитная, или монетарная, политика – доминирующая экономическая политика большинства государств мира. Сущность ее заключается в поддержании соответствия денежной массы и стоимостного значения объемов производства (номинального ВВП страны). Для обеспечения экономического роста достаточно создать небольшое превышение объема денежной массы над объемами производства, что подстегнет рынок к дополнительному росту потребления за счет более привлекательных цен на товары, работы и услуги. Вместе с тем денежно-кредитная политика не может быть эффективной без применения точечных настроек макроэкономических параметров и правильного сочетания применяемых инструментов регулирования денежной массы в экономике [Долбилов, Лошаков, 2017].

Существенным и приоритетным инструментом денежно-кредитной политики считается регулирование процентных ставок Банком России (направленных на таргетирование инфляционных процессов), так и стимулирования роста ВВП (посредством политики «дешевых денег», снижения процентных ставок по банковским кредитам предприятиям одновременно с увеличением объема кредитования). Регулятивные функции учетных ставок можно сравнить с штурвалом корабля, действия Банка России в этой сфере создают направляющее воздействие для всего финансового сектора. Снижение ставок становится сигналом к импульсу повышения инвестиционной активности. Повышение ставок ориентирует всех участников финансового рынка на переориентацию применения в своей деловой политике финансовых инструментов и сворачивании наименее рентабельных проектов.

Значение процентных ставок в экономике сводится к следующим функциям:

- они должны отражать реальную стоимость свободных денежных средств в экономике, обеспечивая возможность аккумуляции денежных средств в наиболее рентабельных производствах, активизируя мультипликационный эффект в экономике;
- их уровень должен оказывать стимулирующее воздействие на инвестиционную активность;
- они одновременно с динамикой обменного курса рубля (и уровнем различного рода рисков) определяют стоимость внешних заимствований;
- их используют в качестве основного инструмента денежного регулирования (инструмента «мягкого» давления на финансовый рынок) [Vivchar, 2016].

Уровень процентных ставок в российской экономике существенно различается в зависимости от вида финансовых инструментов. Это связано с рейтингом финансовых инструментов и рисков, составляющей финансовых инструментов [Гаджиев и др., 2019].

Еще одним важным аспектом, определяющим денежную политику, является распределение свободных средств в экономике. Основная проблема здесь – процесс размещения свободного избытка денежных средств в реальный сектор экономики. Так, банки предпочитают использовать их для спекулятивных валютных и финансовых операций (средства размещаются в менее рискованные финансовые инструменты государства или выводятся в офшоры для последующего приобретения активов за рубежом) вместо того, чтобы направлять средства на кредиты и займы отечественному производителю. Со стороны мегарегулятора должны приниматься меры для пресечения таких действий [Коноваленко, Трофимов, 2019].

Эффективность банковской системы и национальной платежной системы. Банковская система традиционно сравнивается с кровеносной системой человека; через банковскую систему реализуются функции инвестирования, накопления, сбережения и кредитования экономики.



Основные функции банковской системы могут быть разделены на следующие категории:

- предоставление экономике банковских услуг (лизинг, кредитование, факторинг, страхование, поручительство и т. д.);
- аккумулирование сбережений и накоплений общества;
- осуществление посреднической финансовой деятельности.

Банки в 2017–2020 гг. недостаточно активно занимались кредитованием бизнеса. Проблемы прежние: высокий уровень просрочки в сегменте (15 % против 7 % в корпоративном кредитовании), высокие риски. При этом активно развивался лизинг, прирост которого составил 50 % в структуре лизингового бизнеса. [Авдийский и др., 2015] Представляется, что в 2021 г. данная тенденция сохранится, лизинг будет пользоваться спросом и, скорее всего, также продемонстрирует активную динамику.

В табл. 2 приведены условия предоставления финансовых услуг – кредита и лизинга.

Таблица 2
Table 2

Сравнение кредита и лизинга
Comparison of credit and leasing

Кредит	Лизинг
Годовая стоимость кредита определяется как произведение годовой процентной ставки и остатка долга	Годовая стоимость лизинга – удорожание приобретаемого имущества за год
Проценты по кредиту и комиссия банку в учете относятся на расходы компании; погашение кредита не относится на расходы	Лизинговые платежи относятся на расходы компании
Имущество, приобретенное в кредит, – собственность компании, оно ставится на баланс	Имущество, взятое в лизинг, может быть на балансе как лизингополучателя, так и лизинговой компании
НДС возмещается в полном объеме от стоимости приобретаемого в кредит имущества в следующем периоде после приобретения	НДС возмещают постепенно на протяжении всего периода лизинга
Банк может потребовать застраховать имущество, приобретенное в кредит, но это не обязательно	Страхование лизингового имущества обязательно

Структура факторингового рынка России по объему бизнеса клиентов за последние годы не претерпела существенных изменений: сделки с крупными клиентами по-прежнему преобладают над сделками в сегменте малого и среднего бизнеса (МСБ). При этом по данным, полученным от факторинговых компаний (финансовых агентов), доля сделок, приходящихся на МСБ, растет и составляет примерно 30 %. Это связано со снижением информационной прозрачности ряда крупных участников рынка [Корнилович, 2016].

По базовому прогнозу RAEX, рост рынка факторинга в ближайшие годы составит около 7 %. Данный прогноз предполагает инфляцию на уровне 5–6 %. В результате лидеры рынка продолжают удешевлять фондирование и будут предлагать клиентам еще более привлекательные условия. Рост рынка факторинга в таких условиях составит около 14 %, а совокупный объем уступленных денежных требований достигнет порядка 2,4 трлн руб. [Зинина, Тетерин, 2017].

На сегодняшний день законодательство предусматривает четыре основных вида страхования:

- личное – страхуются имущественные интересы, связанные с личностью: жизнь, здоровье, трудоспособность;

- имущественное – направлено на защиту имущественных интересов личности. Страховые случаи – повреждение или утрата имущества;

- страхование ответственности – применяется в сферах, где профессиональная ошибка может причинить значительный ущерб: в медицине, среди перевозчиков, бизнесменов;

- страхование предпринимательского риска – страхование бизнеса и связанных с ним рисков.

Основным драйвером роста страхового рынка в России последние четыре года является инвестиционное страхование жизни (ИСЖ). Этот продукт, сочетающий в себе страхование жизни клиента и финансовый инструмент, позволяет получить доход. Суть такого страхования заключается в том, что часть внесенных денег инвестируется в различные финансовые активы, предлагаемые страховщиком (облигации или акции компаний, драгоценные металлы).

Еще одним драйвером может стать ипотечное страхование на фоне стремительного роста объемов ипотечного кредитования населения. Важная причина развития страховых услуг в этом направлении – банкротство застройщиков, реорганизации, слияния и поглощения в строительной отрасли. [Бузин и др., 2019] Банкротство строительных компаний и рост числа обманутых дольщиков, в свою очередь, стали основанием для введения запрета на доленое строительство. В связи с этим страховые услуги могут развиваться в двух направлениях: страхование населения и страхование строительных проектов от банкротства девелопера или застройщика.

Усилится развитие страхования партнерских продуктов с банками, ритейлерами, онлайн-партнерами. В данном сегменте в среднесрочной перспективе возрастет популярность страхования киберрисков клиентов.

Достаточно проблемным направлением в страховании является рынок ОСАГО. Страхование ОСАГО стало невыгодным, зачастую убыточным [Шестакова, Яворская, 2018].

Объем средств населения в банках по состоянию на 1 июля 2019 г. составил 28 982,5 млрд руб.

Средний размер вкладов физических лиц (исключая счета до 1 тыс. руб.) на 1 июля 2019 г. составил 174 тыс. руб., увеличившись с начала года на 4,9 %.

Средний размер вкладов малых предприятий (исключая счета до 1 тыс. руб.) на 1 июля 2019 г. составил 1332 тыс. руб.

Средние процентные ставки по рублевым годовым вкладам в размере 1 млн руб. остались на прежнем уровне, составив 7,1 %. При этом средний уровень ставок (взвешенных по объему вкладов) по аналогичным вкладам уменьшился с начала года на 0,6 п. п. до 6,5 % годовых².

Посредническая инвестиционная деятельность коммерческих банков ограничена следующими факторами:

- сохраняющиеся высокие финансовые риски в реальном секторе экономики (низкая рентабельность, значительная долговая и налоговая нагрузка);
- довольно высокий уровень политических рисков;
- рост числа мошеннических действий в кредитном секторе;
- низкий уровень квалификации банковского персонала.

В силу перечисленных факторов деятельность национальных коммерческих банков в качестве посредников (и консультантов) различных инвестиционных проектов пока недостаточно эффективна.

² По данным Государственной корпорации «Агентство по страхованию вкладов» (www.asv.org.ru).



В последнее время в связи с ограничительными мерами со стороны зарубежных финансовых институтов остро встал вопрос об обеспечении независимости российской банковской системы. Одним из инструментов ее обеспечения была призвана стать национальная платежная система. [Борисова и др., 2015] С 1 июля 2018 г. все государственные служащие получают выплаты за счет бюджетных средств только с использованием платежной системы «Мир», которая является национальным платежным инструментом.

Причинами разработки национальной платежной системы стали:

- 1) возможность отключения России от телекоммуникационной системы SWIFT (СВИФТ), используемой при межбанковских расчетах по всему миру;
- 2) угроза со стороны западных стран ограничить объемы транзакций через популярные международные платежные системы;
- 3) опасность утечки информации и ограничения финансирования секретных финансовых операций России за рубежом;
- 4) возросшие требования к защите информации в рамках операций, проводимых через платежные системы.
- 5) перспективностью национальной валюты стать региональной резервной валютой на постсоветском пространстве и в рамках региональных экономических объединений.

На эффективность финансового сектора экономики страны существенное влияние оказывают правоохранительные органы путем противодействия преступности в финансовом секторе экономики страны [Ивлиев и др., 2018]. В таблице 3 представлены данные по выявленным преступлениям в данной сфере без учета составов, предусмотренных ст. 159 УК РФ и 186 УК.

Таблица 3

Table 3

Динамика преступлений в финансовой сфере за 9 месяцев 2020 года по отдельным субъектам РФ

Dynamics of crimes in the financial sphere for 9 months of 2020 by individual subjects of the Russian Federation

Результаты подразделений ЭБиПК на приоритетных направлениях оперативно-служебной деятельности, январь-сентябрь 2020 года	Штат	Финансово-кредитная система		
		Всего	Ранг с учетом штата	
			ЦФО	Россия
1	2	3	4	5
Белгородская обл.	160	29	18	76
Брянская обл.	161	74	16	51
Владимирская обл.	157	112	10	27
Воронежская обл.	249	229	7	18
Ивановская обл.	130	141	6	16
Калужская обл.	157	90	14	42
Костромская обл.	80	93	3	11
Курская обл.	153	82	15	44
Липецкая обл.	137	113	8	20
г. Москва	1374	5367	1	1

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Московская обл.	726	1250	2	3
Р. Дагестан	242	157		31
Рязанская обл.	139	83	13	36
Кабардино-Балкарская Респ.	102	39		54
Карачаево-Черкесская Респ.	84	19		71
Ставропольский край	435	200		40

Согласно представленным данным наибольшее количество преступлений выявляется в следующих субъектах РФ: г. Москва (5367 ед. – 1 место); Московская область (1250 ед. – 3 место). Наименьшее количество преступлений выявлено в Белгородской области (29 ед. – 76 место); Карачаево-Черкесской Республики (19 ед. – 71 место).

Заключение

Таким образом, по результатам исследования нами могут быть сделаны следующие выводы:

Во-первых, национальная банковская система РФ развивается умеренными темпами, однако реальный сектор экономики требует активизации механизма кредитования на выгодных рыночных условиях, повышения эффективности активных банковских операций, повышения гибкости национальной платежной системы.

Во-вторых, развитие банковской системы должно сопровождаться совершенствованием национальной платежной системы; повышением эффективности денежно-кредитной политики; повышением качества предоставляемых финансовых услуг в сфере страхования, факторинга и лизинга; развитием финансовой инфраструктуры.

В-третьих, эффективность финансового сектора может быть увеличена за счет реализации в полном объеме задач, представленных в Стратегии повышения финансовой доступности в Российской Федерации.

В-четвертых, нынешнее положение в финансовом секторе связано как с низкой эффективностью финансовой сферы, так и с сохранением энергосырьевой направленности экспорта, на развитие финансового сектора оказывает влияние ряд факторов, прежде всего это низкая защищенность кредиторов в сфере микрофинансового кредитования, значительный рост мошенничеств в кредитно-финансовой сфере, значительный разрыв в процентных ставках по депозитам и кредитным продуктам, медленное развитие цифровизации финансового рынка и недоверия к рынку ценных бумаг клиентов, создание искусственных барьеров для развития механизма венчурного софинансирования проектов на финансовых площадках. [Lipinsky et. al., 2019]

В-пятых, развитие финансового сектора должно иметь не одностороннюю направленность в обслуживании только экспортоориентированной модели развития экономики, а отвечать интересам сбалансированного развития всех отраслей реального сектора экономики страны.

Список литературы

1. Авдийский В.И. и др. 2015. Финансово-экономическая безопасность экономических агентов. Финансы: теория и практика. 5 (89): 40–50.
2. Борисова И.Ю. и др. 2015. Российская экономика под гнетом санкций и дешевой нефти. Вопросы экономики. 7: 5–35.
3. Бузин Р.В., Золотарев И.И., Золотарева Н.А. 2019. Формирование новой мировой экономики в контексте угроз экономической безопасности России. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 12 (4): 235–243.



4. Гаджиев Н.Г. 2019. Экономическая безопасность: пособие для слушателей, обучающихся на курсах повышения квалификации по направлению «Экономическая безопасность». Н.Г. Гаджиев, С.А. Коноваленко, Г.С. Султанов; под ред. Н.Г. Гаджиева. Махачкала: Изд-во ДГУ. 47.
5. Долбилов А.В., Лошаков А.С. 2017. Обострение угроз экономической безопасности государства в условиях санкционного противостояния. Экономика и управление: проблемы, решения. 2 (1): 24–27.
6. Зинина М., Тетерин В. 2017. Факторинг оттаял. БДМ. Банки и деловой мир. 5. 63.
7. Ивлиев П.С. и др. 2018. Методические аспекты выявления и документирования правонарушений с бюджетными средствами в системе финансового контроля. Экономика и предпринимательство. 11: 1144–1149.
8. Коноваленко С.А. и др. 2019. Зарубежный опыт выявления финансовых правонарушений в государственном секторе экономики. Экономика и предпринимательство. 1: 217–219.
9. Коноваленко С.А., Трофимов М.Н. 2019. Формирование системы показателей обеспечения экономической безопасности в бюджетной сфере. Роль бухгалтерского учета, контроля и аудита в обеспечении экономической безопасности России: 97–103.
10. Корнилович Р.А. 2016. Признаки экономических правонарушений, выявляемые при исследовании бухгалтерских документов правоохранительными органами в кредитной сфере. Финансовая политика государства: современные тенденции и перспективы: сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: 53–67.
11. Костыря Ю.С., Трофимов М.Н. 2012. Инвестиции как фактор экономической безопасности государства. Вестник Московского университета МВД России. 4: 248–250.
12. Моторина А.А. 2017. Значение нефтегазовых доходов бюджета для формирования резервного фонда и фонда национального благосостояния. Финансовое право. 2: 31–35.
13. Самиев П. 2018. МСБ в лизинг. Банковское обозрение. 6: 93.
14. Седова Ю.В. 2016. Механизм трансформации сбережений в инвестиции. Российское предпринимательство. 17 (4): 555–572. DOI 10.18334/rp. 17.3.34927.
15. Чайка А.А. 2015. Современные угрозы финансовой безопасности России и способы их устранения. Достижения вузовской науки. 16: 169–173.
16. Шестакова Е., Яворская А. 2018. Новые виды страхования. Как будет развиваться рынок страховых услуг. Финансовая газета. 5: 5.
17. Экономическая безопасность: учебник. Под общ. ред. С.А. Коноваленко. Москва: ИНФРА-М, 2021. 526. DOI 10.12737/1048684.
18. Lipinsky D.A., Makareiko N.V., Musatkina A.A. 2019. Legal aspects of ensuring economic security in the conditions of the digital economy development. Amazonia Investiga, 8 (20): 568–574.
19. Reutov V.E. et al. 2019. Methodology for assessing the financial and economic security of the agro-industrial complex. International Journal of Recent Technology and Engineering, 8 (2): 4430–4435.
20. Vivchar O.I. 2016. Management system interpreting financial and economic security business in economic processes International Electronic Journal of Mathematics Education, 11 (4): 947–959.

References

1. Avdiyskiy V.I. i dr. 2015. Finansovo-ekonomicheskaya bezopasnost' ekonomicheskikh agentov [Financial and economic security of economic agents]. Finansy: teoriya i praktika. 5 (89): 40–50. (in Russian)
2. Borisova I.Yu. i dr. 2015. Rossiyskaya ekonomika pod gnetom sanktsiy i deshevoy nefti [The Russian economy is under the yoke of sanctions and cheap oil]. Voprosy ekonomiki. 7: 5–35. (in Russian)
3. Buzin R.V., Zolotarev I.I., Zolotareva N.A. 2019. Formirovanie novoy mirovoy ekonomiki v kontekste ugroz ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii [Formation of a New World Economy in the Context of Threats to Russia's Economic Security]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 12 (4): 235–243. (in Russian)
4. Gadzhiev N.G. 2019. Ekonomicheskaya bezopasnost': posobie dlya slushateley, obuchayushchikhsya na kursakh povysheniya kvalifikatsiya po napravleniyu «Ekonomicheskaya bezopasnost'» [Economic security: a guide for students studying at advanced training courses in the direction of "Economic Security"]. N.G. Gadzhiev, S.A. Konovalenko, G.S. Sultanov; pod red. N.G. Gadzhieva. Makhachkala: Izd-vo DGU. 47 s. (in Russian)

5. Dolbilov A.V., Loshakov A.S. 2017. Obostrenie ugroz ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva v usloviyakh sanktsionnogo protivostoyaniya [Aggravation of threats to the economic security of the state in the context of the sanctions standoff]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2 (1): 24–27. (in Russian)
6. Zinina M., Teterin V. 2017. Faktoring ottayal [Factoring has thawed out]. *BDM. Banki i delovoy mir*. 5. 63. (in Russian)
7. Ivlichev P.S. i dr. 2018. Metodicheskie aspekty vyyavleniya i dokumentirovaniya pravonarusheniy s byudzhetnymi sredstvami v sisteme finansovogo kontrolya [Methodological aspects of identifying and documenting violations with budget funds in the financial control system]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 11: 1144–1149. (in Russian)
8. Konovalenko S.A. i dr. 2019. Zarubezhnyy opyt vyyavleniya finansovykh pravonarusheniy v gosudarstvennom sektore ekonomiki [Foreign experience in detecting financial offenses in the public sector of the economy]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 1: 217–219. (in Russian)
9. Konovalenko S.A., Trofimov M.N. 2019. Formirovanie sistemy pokazateley obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti v byudzhetnoy sfere [Formation of a system of indicators for ensuring economic security in the public sector]. *Rol' bukhgalterskogo ucheta, kontrolya i audita v obespechenii ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii*: 97–103. (in Russian)
10. Kornilovich R.A. 2016. Priznaki ekonomicheskikh pravonarusheniy, vyyavlyaemye pri issledovanii bukhgalterskikh dokumentov pravookhranitel'nymi organami v kreditnoy sfere [Signs of economic offenses identified in the study of accounting documents by law enforcement agencies in the credit sector]. R.A. Kornilovich, S.A. Konovalenko. *Finansovaya politika gosudarstva: sovremennyye tendentsii i perspektivy: sb. mat. Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem*: 53–67. (in Russian)
11. Kostyrya Yu.S., Trofimov M.N. 2012. Investitsii kak faktor ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva [Investment as a factor of economic security of the state]. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*. 4: 248–250. (in Russian)
12. Motorina A.A. 2017. Znachenie neftegazovykh dokhodov byudzheta dlya formirovaniya rezervnogo fonda i fonda natsional'nogo blagosostoyaniya [The importance of oil and gas budget revenues for the formation of the Reserve Fund and the National Welfare Fund]. *Finansovoe pravo*. 2: 31–35. (in Russian)
13. Samiev P. 2018. MSB v lizing [Small and medium-sized businesses on lease]. *Bankovskoe obozrenie*. 6: 93. (in Russian)
14. Sedova Yu.V. 2016. Mekhanizm transformatsii sbrezheniy v investitsii [The mechanism of transformation of savings into investments]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo*. 17 (4): 555–572. DOI 10.18334/rp.17.3.34927. (in Russian)
15. Chayka A.A. 2015. Sovremennyye ugrozy finansovoy bezopasnosti Rossii i sposoby ikh ustraneniya [Modern threats to Russia's Financial Security and ways to eliminate them]. *Dostizheniya vuzovskoy nauki*. 16: 169–173. (in Russian)
16. Shestakova E., Yavorskaya A. 2018. Novye vidy strakhovaniya. Kak budet razvivat'sya rynek strakhovykh uslug [New types of insurance. How will the insurance market develop?]. *Finansovaya gazeta*. 5: 5. (in Russian)
17. *Ekonomicheskaya bezopasnost'* [Economic security]: uchebnik. Pod obshch. red. S.A. Konovalenko. Moskva: INFRA-M, 2021. 526. DOI 10.12737/1048684. (in Russian).
18. Lipinsky D.A., Makareiko N.V., Musatkina A.A. 2019. Legal aspects of ensuring economic security in the conditions of the digital economy development. *Amazonia Investiga*, 8 (20): 568–574.
19. Reutov V.E. et al. 2019. Methodology for assessing the financial and economic security of the agro-industrial complex. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8 (2): 4430–4435.
20. Vivchar O.I. 2016. Management system interpreting financial and economic security business in economic processes *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 11 (4): 947–959.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Трофимов Михаил Николаевич, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономической безопасности Рязанского филиала Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя, г. Рязань, Россия

Mikhail N. Trofimov, Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer of the Department of Economic Security, Ryazan branch of Moscow University of the MIA of Russia named after V.J. Kikot, Ryazan, Russia



Коноваленко Сергей Александрович, кандидат экономических наук, доцент, профессор кафедры экономической безопасности Рязанского филиала Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя, г. Рязань, Россия

Корнилович Руслан Александрович, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры экономической безопасности Рязанского филиала Московского университета МВД России имени В.Я. Кикотя, г. Рязань, Россия

Гаджиев Назирхан Гаджиевич, доктор экономических наук, проректор по экономике и финансам, заведующий кафедрой аудита и экономического анализа Дагестанского государственного университета, г. Махачкала, Россия

Sergey A. Konovalenko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Economic Security, Ryazan branch of Moscow University of the MIA of Russia named after V.J. Kikot, Ryazan, Russia

Ruslan A. Kornilovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Economic Security, Ryazan branch of Moscow University of the MIA of Russia named after V.J. Kikot, Ryazan, Russia

Nasirkhan G. Gadzhiev, Doctor of Economic Sciences, Vice-rector for Economy and Finances, Head of the Department of Audit and Economic Analysis, Dagestan State University, Makhachkala, Russia

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER SIMULATION HISTORY

УДК 004.932

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-319-331

Применение субполосных матриц косинус-преобразования для решения задачи выделения контуров объектов на изображениях земной поверхности

Петрова Е.В.

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

Аннотация. Проблема выделения контуров на изображениях является актуальной в настоящее время, так как она является одним из основных этапов решения задачи сегментации, которая в свою очередь является основой для большинства систем компьютерного зрения. В рамках данной статьи рассматривается задача выделения контуров на изображениях земной поверхности. Проводится краткий анализ современных подходов к решению данной задачи, их основных достоинств и недостатков. Описывается метод решения данной задачи с использованием субполосных матриц косинус-преобразования. Приводятся результаты вычислительных экспериментов по проверке работоспособности предложенного подхода и сравнения получаемых результатов с другими методами. Показано, что субполосные матрицы косинус-преобразования могут быть использованы для решения задачи выделения контуров объектов на изображениях земной поверхности. Предложенный в статье метод для реальных изображений, полученных с цифровых камер, позволяет выделить контуры объектов, визуальное качество которых зачастую выше, чем при применении известных методов, несмотря на то, что в результате обработки изображений предложенным методом присутствуют некоторые артефакты.

Ключевые слова: выделение контуров, обработка изображений, субполосные матрицы, частотный анализ, косинус-преобразование.

Для цитирования: Петрова Е.В. 2021. Применение субполосных матриц косинус-преобразования для решения задачи выделения контуров объектов на изображениях земной поверхности. Экономика. Информатика, 48 (2): 319–331. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-319-331.

Application of subband cosine transformation matrices for increasing visual quality of object's edge on earth surface images

Elena V. Petrova

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

Abstract. The problem of highlighting contours in images is relevant at the present time, because it is the main stage in solving the segmentation problem, which in turn is the basis for most computer vision systems. Within the framework of this article, the problem of identifying contours in images of the earth's surface is considered. A brief analysis of modern approaches to solving this problem, their main advantages and disadvantages is carried out. A method for solving this problem using subband cosine transform matrices is described. The results of computational experiments on checking the efficiency of the proposed approach and comparing the

results obtained with other methods are presented. It is shown that the subband cosine transform matrices can be used to solve the problem of extracting the contours of objects on images of the earth's surface. The method proposed in the article for real images obtained from digital cameras gives better results compared to the known methods, despite the fact that some artifacts are present as a result of image processing by the proposed method.

Keywords: edge detection, image processing, subband matrices, frequency analysis, cosine transform.

For citation: Petrova E.V. 2021. Application of subband cosine transformation matrices for increasing visual quality of object's edge on earth surface images. Economics. Information technologies, 48 (2): 319–331 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-319-331.

Введение

Задача анализа изображений земной поверхности является весьма актуальной в различных сферах деятельности человека. Одним из важных направлений в этой области является выделение контуров на изображениях земной поверхности, полученных в результате съемки с помощью искусственных спутников Земли или аэрофотосъемки с применением беспилотных и других летательных аппаратов. Результаты решения данной задачи лежат в основе других важных задач, например, автоматизированное построение контурных карт (векторизация цифровых изображений земной поверхности). Решение задачи выделения контуров также является одним из предварительных этапов решения задачи кластеризации или распознавания объектов на изображениях земной поверхности.

Данная проблема исследована различными авторами, в том числе: Ю.В. Визильтер, Я.А. Фурман, В.А. Соيفер, У. Прэтт [Визильтер, 2007; Фурман, 2002; Соифер, 2003; Прэтт, 1982]. В настоящее время выделяют несколько основных подходов к решению данной задачи: градиентные методы, метод активных контуров, методы нечёткой логики, методы на основе математической морфологии, метод Кэнни и др.

Градиентные методы выделения контуров изображений основаны на определении разрывов в интенсивности представления образа объекта. Данные методы выделяют пиксели, которые лежат на границе между самим объектом и его фоном. Для реальных изображений найденное множество пикселей не всегда полностью характеризует границу из-за наличия шума и разрывов на границе. Для выделения контуров объектов на изображении может быть использован метод линейной фильтрации, основанный на вычислении свертки фрагмента изображения со специальным ядром в пространственной области. Конкретный тип используемого линейного фильтра определяется используемым для вычислений ядром. Для решения задачи выделения контуров методом линейной фильтрации используют различные виды фильтров: разностный амплитудный фильтр, фильтр Робертса, фильтр Собеля и др. [Кирсанов, 2015]. Основным достоинством данного подхода является низкая вычислительная сложность, что обеспечивает высокую скорость работы. Основными недостатками данного подхода являются высокая чувствительность к шуму, что приводит к возникновению многочисленных разрывов в контуре.

Метод активных контуров широко применяется в задачах выделения контуров, границ и сегментации изображений. Для обнаружения контуров на изображении в рамках данного метода используются кривые минимальной энергии, или змейки. Более подробно алгоритм рассматривается, например, в работах [Сакович, 2014]. Метод активных контуров для выделения объектов на изображении более устойчив к посторонним шумам, т. к. позволяет работать с контуром как с набором последовательности точек. Алгоритмы на основе активных контуров обеспечивают высокую точность получаемых границ. Однако результаты сегментации зависят от выбора начального контура и числа классов. Основными недостатками алгоритма являются высокая вычислительная сложность относительно других способов выделения границ, а также необходимость начального приближения.

Метод нечёткой логики (Fuzzy logic) работает с вычислениями на основе «степени истины». Нечеткая обработка изображений представляет собой набор различных подходов к

обработке, таких как фаззификация (приведение к нечёткости) изображения, изменение функции принадлежности и дефаззификация (приведение к чёткости). Основным достоинством данного метода является то, что он подходит для использования в качестве дополнительного фильтра для улучшения таких алгоритмов как, например, алгоритм Собеля, а также подходит для гибридизации с другими методами для улучшения качества (усиления границ и подавления ложных пикселей) работы последних. Недостатки метода: для работы требуется большая база знаний и алгоритм разрабатывается для конкретных типов изображений (низкая степень адаптивности) [Аунг, 2014].

Методы на основе математической морфологии работают со структурными элементами входного изображения и на выходе выдают изображение того же размера. В математической морфологии используется язык теории множеств. Математическая морфология представляет собой метод анализа и обработки геометрических структур, основанный на морфологических структурных элементах. Это своего рода нелинейная система обработки на основе геометрической алгебры и теории множеств. Математическая морфология помогает устранить некоторые структурные свойства, которые не имеют большого значения в анализе изображений. Однако в то же время она сохраняет основную форму объектов, тем самым упрощая его дальнейшую обработку. Основные морфологические операции: дилатация, эрозия, открытие и закрытие. По сравнению с градиентными методами, которые, как правило, вынуждены переходить от черно-белого изображения к изображению в оттенках серого и затем снова к черно-белому, оконтуривание объектов с помощью математической морфологии не требует такого перехода, что повышает эффективность такого подхода при работе с черно-белыми изображениями. Основными достоинствами такого подхода являются устойчивость к шумам, сохранение детальных характеристик изображения, скорость выполнения. При этом основными недостатками такого подхода являются неопределённость выбора размеров структурирующего элемента и сложность в работе со сложными структурированными изображениями [Огнев, 2007].

Метод выделения контуров, основанный на детекторе границ Кэнни (Canny), решает проблему получения фильтра, оптимального по критериям выделения, локализации и минимизации нескольких откликов одного края. Он строится таким образом, чтобы детектор корректно реагировал на границы, но при этом старался игнорировать ложные границы. Это дает возможность точнее определять линию границы и реагировать на каждую границу один раз. Данный метод позволяет избежать восприятия широких полос изменения яркости как совокупности границ. Алгоритм включает в себя несколько этапов: ослабление шумов с помощью размытия, вычисление градиентов, подавление не-максимумов, пороговая фильтрация. Алгоритм Canny может быть адаптирован к данному конкретному изображению с помощью регулирования его переменных параметров (в отличие от классических операторов, в которых ядра заданы жестко). Таким образом, пользователь может улучшать работу алгоритма подгонкой параметров под конкретные графические данные [Власов, 2013].

Кроме описанных выше, известны так же методы, основанные на применении вейвлет-преобразований [Шлеймович, 2017; Костюхина, 2019] и искусственных нейронных сетей [Аунг, 2014].

Однако, как показано в том числе в работе [Костюхина, 2020], ни один из них не дает универсального решения поставленной задачи в общем случае и на практике используется комбинация известных методов. В связи с этим задача разработки новых подходов к решению проблемы выделения контуров на изображениях земной поверхности является актуальной.

В работе предлагается оригинальный подход для решения данной задачи, основанный на анализе изображений в частотной области с использованием математического аппарата субполосных матриц на основе косинус-преобразования.

Формирование субполосных матриц и субполосных компонент изображения

Известны различные способы представления изображений в частотной области. Например, методы на основе дискретного косинусного преобразования (ДКП), дискретного

преобразования Фурье (ДПФ), вейвлет-преобразования и другие [Ганин, 2011; Пьянкова, 2019; Ракицкий, 2019]. Данные преобразования могут применяться либо к отдельным частям изображения, либо к изображению в целом. Теоретические основы применения субполосных матриц на основе косинус-преобразования и преобразования Фурье для анализа изображений в частотной области рассматриваются в работах [Жиляков, 2013; Жиляков, 2014], кратко изложим основные моменты.

Двумерное косинус-преобразование по дискретным данным изображения Φ , заданного в виде матрицы яркости пикселей $\Phi = \{f_{ij}\}$, f_{ij} $i = 1, 2, \dots, N$, $j = 1, 2, \dots, M$, где f_{ij} – значения изображения в соответствующих пикселях, представимо в следующем виде:

$$F^\Phi(u, v) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M f_{ij} \cos\left(u\left(i - \frac{1}{2}\right)\right) \cos\left(v\left(j - \frac{1}{2}\right)\right), \quad (1)$$

где $F^\Phi(u, v)$ – результат косинус-преобразования изображения Φ , u, v – пространственные частоты, принимающие значения в диапазоне $0 \leq u, v < \pi$ (область определения двумерного косинус-преобразования).

Тогда частотное представление изображения на основе результатов косинус-преобразования имеет следующий вид:

$$f_{ij} = \frac{4}{\pi^2} \iint_{0,0}^{\pi,\pi} F^\Phi(u, v) \cos\left(u\left(i - \frac{1}{2}\right)\right) \cos\left(v\left(j - \frac{1}{2}\right)\right) dudv, \quad (2)$$

На рис. 1 приведен пример разбиения области определения косинус-преобразования (рис. 1, а) на подобласти пространственных частот (рис. 1, б).

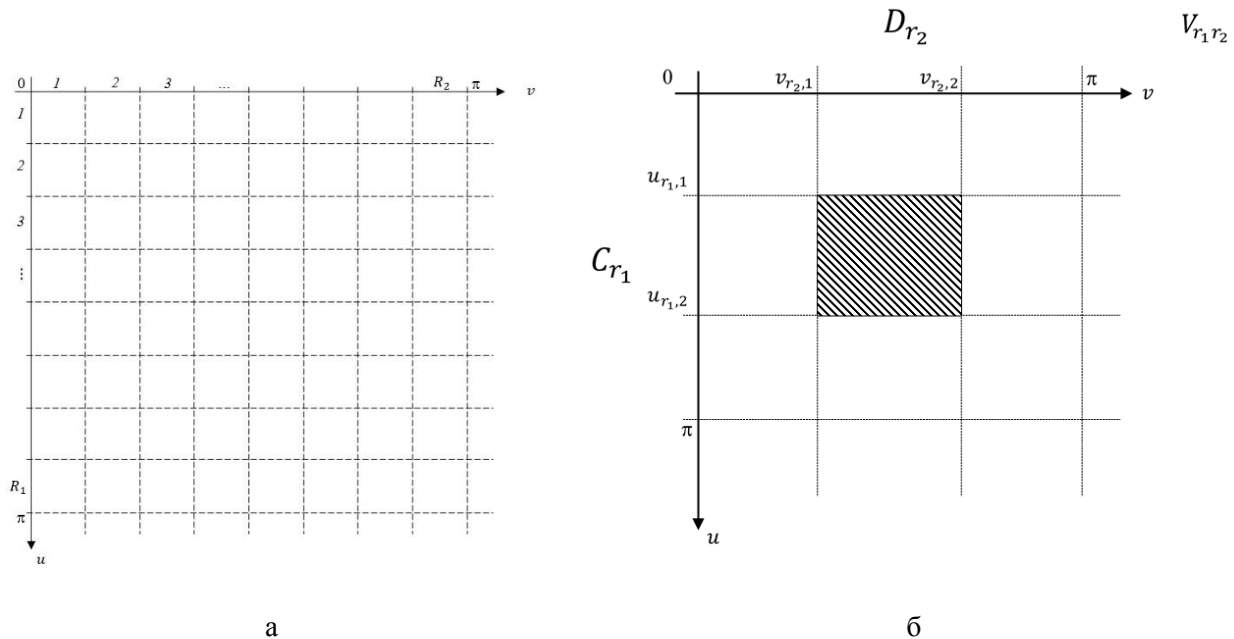


Рис. 1. Пример разбиения на подобласти пространственных частот области определения косинус-преобразования

Fig. 1. Example of division of cosine transform domain into spatial frequencies sub-domains

Пусть $V_{r_1 r_2}$ – подобласть пространственных частот, получаемая в результате разбиения области определения косинус-преобразования на $R_1 \times R_2$ подобластей, тогда $V_{r_1 r_2}$ есть результат пересечения двух субполос пространственных частот C_{r_1} и D_{r_2} (см. рис. 1, б):

$$V_{r_1 r_2} = C_{r_1} \cap D_{r_2}. \quad (3)$$

При реализации операций фильтрации шумов и выделения контуров объектов на изображении применяются так называемые субполосные компоненты изображения. Под субполосной компонентой будем понимать компоненту $Y_{r_1 r_2}$ изображения Φ , соответствующую заданной подобласти пространственных частот $V_{r_1 r_2}$:

$$Y_{r_1 r_2} = G_{r_1} \Phi H_{r_2}. \quad (4)$$

При субполосном анализе в рамках заданного преобразования результат выделения или фильтрации различных подмножеств субполосных компонент $Y_{r_1 r_2}$ изображения Φ применяют для исследования субполосных свойств исходного изображения [Болгова, 2017; Черноморец, 2019; Черноморец, 2016].

Основной проблемой применения субполосного анализа к решению поставленной задачи является выбор подмножества субполосных компонент $Y_{r_1 r_2}$ вида (4), соответствующих контурам объектов на изображении. Выбор соответствующих субполосных компонент предлагается осуществлять путем оценивания долей энергии косинус-преобразования изображения, соответствующих подобластям пространственных частот $V_{r_1 r_2}$.

Доля энергии $P_{r_1 r_2}$ косинус-преобразования изображения, которая соответствует подобласти пространственных частот $V_{r_1 r_2}$ вида (3) для изображения, представленного в виде матрицы яркости его пикселей $\Phi = (f_{jk}), j = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, M$, рассчитываются на основе следующего соотношения:

$$P_{r_1 r_2}(\Phi) = \frac{E_{r_1 r_2}(\Phi)}{E(\Phi)} = \frac{tr(G_{r_1} \Phi H_{r_2} \Phi^T)}{tr(\Phi \Phi^T)}, \quad (5)$$

где tr – операция вычисления следа матрицы.

Матрицы $G_{r_1} = (g_{in}^{r_1}), i, n = 1, 2, \dots, N_1$, и $H_{r_2} = (h_{jm}^{r_2}), j, m = 1, 2, \dots, M_1$, называют субполосными матрицами косинус-преобразования, которые соответствуют подобластям пространственных частот $V_{r_1 r_2}$ вида (3), образованных пересечением субполос C_{r_1} и D_{r_2} .

Элементы субполосной матрицы косинус-преобразования $G_{r_1} = (g_{in}^{r_1}), i, n = 1, 2, \dots, N$, которая соответствует субполосе пространственных частот C_{r_1} вида:

$$C_{r_1} = \{u | 0 \leq u_{r_1,1} \leq u \leq u_{r_1,2} < \pi\}, \quad (6)$$

определяются следующими выражениями:

$$g_{in}^{r_1} = a_{in}^{r_1} + \tilde{g}_{in}^{r_1}, \quad (7)$$

$$a_{in}^{r_1} = \begin{cases} \frac{\sin(u_{r_1,2}(i-n)) - \sin(u_{r_1,1}(i-n))}{\pi(i-n)}, & i \neq n \\ \frac{u_{r_1,2} - u_{r_1,1}}{\pi}, & i = n, \end{cases} \quad (8)$$

$$\tilde{g}_{in}^{r_1} = \frac{\sin(u_{r_1,2}(i+n-1)) - \sin(u_{r_1,1}(i+n-1))}{\pi(i+n-1)}. \quad (9)$$

Элементы субполосной матрицы косинус-преобразования H_{r_2} , которая соответствует субполосе D_{r_2} вида:

$$D_{r_2} = \{v | 0 \leq v_{r_2,1} \leq v \leq v_{r_2,2} < \pi\}, \quad (10)$$

определяются аналогично (7)–(9).

Применение субполосных матриц для решения задачи выделения контуров на изображениях земной поверхности

В данной работе исследуется применение субполосных матриц на основе косинус-преобразования для решения задачи выделения контуров на изображениях земной поверхности.

Метод выбора субполосных компонент изображения, соответствующих контурам объектов на изображении, состоит в следующем. Пусть $S = \{s_i\}, i = 1, 2, \dots, R$ (где $R = R_1 R_2$) – это множество упорядоченных по убыванию величин долей $P_{r_1 r_2}$ энергии изображения Φ , которые соответствуют подобластям пространственных частот $V_{r_1 r_2}$ вида (3):

$$s_i = P_{r_1 r_2}(\Phi),$$

$$i = (r_1 - 1) * R_1 + r_2. \quad (11)$$

$$s_1 \geq s_2 \geq \dots \geq s_R. \quad (12)$$

Пусть m – некоторое число в диапазоне от 0 до 1, $m \in [0, 1]$.

Тогда для решения задачи выделения контуров объектов на изображении Φ предлагается применять операцию нахождения такого подмножества $X = \{x_i\}, i = 1, 2, \dots, K$, (где $K \leq R$) следующих подряд (начиная с первого) элементов множества S , что сумма энергии, которая сосредоточена в подобластях пространственных частот, соответствующих этому подмножеству, будет не меньше, чем $m * 100\%$ от энергии изображения.

Различные компоненты исходного изображения, такие как фон, контуры, шум и т. д. соответствуют различным подмножествам X множества S , которые характеризуются различными диапазонами значений долей энергии изображения следующего вида:

$$D = [m_1, m_2], \quad (13)$$

где $0 \leq m_1 \leq m_2 \leq 1$, m_1, m_2 – получены при оценивании доли энергии изображения.

Для того, чтобы вычислить результат фильтрации исходного изображения, необходимо сформировать субполосные компоненты $Y_{(m_1, m_2)}$ изображения Φ :

$$Y_{(m_1, m_2)} = \sum_{k=i_1}^{i_2} Y_k, \quad (14)$$

где Y_k – субполосные компоненты вида (4), которые соответствуют некоторым подобластям пространственных частот, задающих значения долей энергии s_i множества S . Индексы i_1 и i_2 определяются как наименьшие значения, при которых выполняются следующие условия:

$$\sum_{j=1}^{i_1} s_j \geq m_1 \sum_{j=1}^R s_j; \quad \sum_{j=1}^{i_2} s_j \geq m_2 \sum_{j=1}^R s_j. \quad (15)$$

Подбор параметров m_1 и m_2 происходит эмпирическим путем в ходе вычислительных экспериментов на некотором наборе тестовых изображений.

Вычислительные эксперименты

Продemonстрируем работоспособность описанного метода на примере изображения Φ_1 , приведенного на рис. 2.

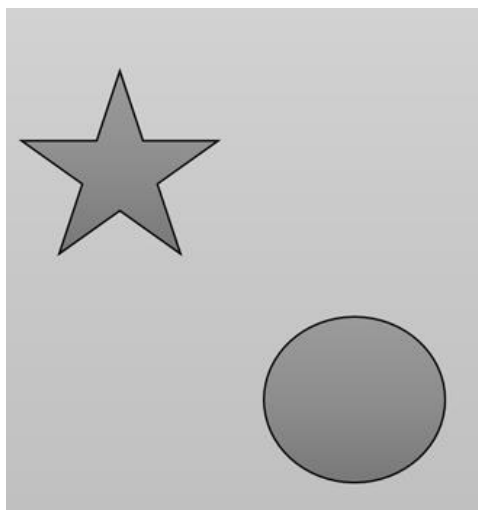


Рис. 2. Исходное изображение
 Fig 2. Source image

Разобьем область определения косинус-преобразования на 8×8 подобластей $V_{r_1 r_2}$, $r_1 r_2 = 1, 2, \dots, 8$ вида (3). Для каждой из подобластей рассчитаем доли энергии $P_{r_1 r_2}$ на основании выражения (5). Результаты вычисления долей энергии для изображения на рис. 2 приведены в табл. 1.

Таблица 1
 Table 1

Значения долей энергии для изображения, приведенного на рис. 2
 The values of the energy fractions for the image shown in Fig. 2

$r_1 \backslash r_2$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	9.88e-01	3.08e-03	1.13e-03	4.44e-04	2.11e-04	1.09e-04	6.12e-05	3.58e-05
2	2.82e-03	3.82e-04	1.39e-04	2.38e-04	1.76e-04	8.82e-05	1.23e-05	2.71e-06
3	8.63e-04	3.38e-04	1.27e-04	4.86e-05	2.86e-05	2.40e-05	3.71e-05	1.57e-05
4	4.34e-04	7.71e-05	2.43e-04	3.82e-05	2.03e-05	1.02e-05	4.80e-06	1.93e-06
5	2.24e-04	3.96e-05	6.93e-05	1.05e-04	1.32e-05	6.40e-06	2.93e-06	1.11e-06
6	1.22e-04	1.98e-05	1.63e-05	5.48e-05	2.20e-05	3.51e-06	1.73e-06	1.07e-06
7	7.54e-05	8.38e-06	6.67e-06	5.48e-06	2.20e-05	2.20e-06	6.38e-07	2.10e-07
8	4.97e-05	3.28e-06	2.60e-06	2.05e-06	2.48e-06	4.16e-06	3.82e-07	1.08e-07

На рис. 3 представлена трехмерная диаграмма распределения долей энергии для различных подобластей пространственных частот, в соответствии с данными из табл. 1.

Подобласть V_{11} содержит подавляющее большинство энергии изображения, поэтому для повышения наглядности представления данных соответствующее ей значение доли энергии на диаграмме не отображено.

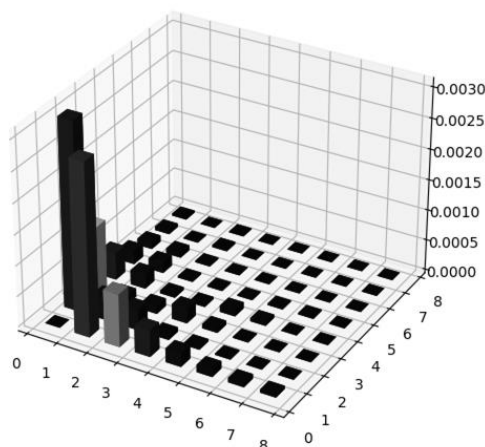


Рис. 3. Трехмерная диаграмма распределения значений долей энергии для изображения, приведенного на рис. 2

Fig. 3. The values of the energy fractions for the image shown in Fig. 2

Упорядочим полученные для изображений Φ_1 величины долей энергии вида (5) по убыванию (рис. 4), значение доли энергии, соответствующей подобласти V_{11} не отображено на графике с целью повышения наглядности отображения данных.

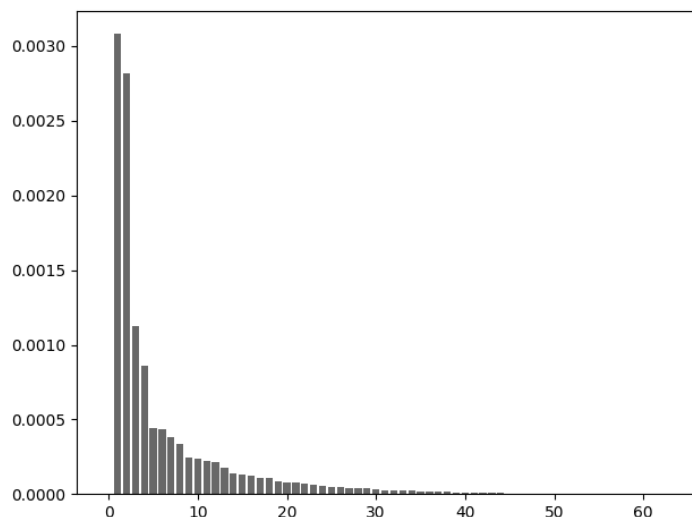


Рис. 4. Величины долей энергии, упорядоченные по убыванию для изображения, приведенного на рис. 2

Fig. 4. The values of the energy fractions, ordered in descending order for the image shown in Fig. 2

Можно показать, что следующим диапазонам долей энергий вида (13) изображения Φ_1 : $D_1 = (0; 0,988)$, $D_2 = (0,988; 0,999)$, $D_3 = (0,999; 0,9999)$, $D_4 = (0,9999; 0,99999)$, $D_5 = (0,99999; 1)$, соответствуют подмножества X_i , $i = 1, 2, \dots, 5$, подобластей пространственных частот, которые обозначены на рис. 5 индексами 1..5.

```

[[1 2 2 2 2 2 3 3]
 [2 2 2 2 2 3 4 4]
 [2 2 2 3 3 3 3 3]
 [2 3 2 3 3 4 4 5]
 [2 3 3 3 4 4 4 5]
 [2 3 3 3 3 4 5 5]
 [3 4 4 4 3 5 5 5]
 [3 4 4 5 4 4 5 5]]
    
```

Рис. 5. Индексы подмножеств подобластей пространственных частот изображения Φ_1
 Fig. 5. Indices of subsets of sub-regions of spatial frequencies of the image Φ_1

На рис. 6 показаны субполосные компоненты вида (14) для исходного изображения Φ_1 , приведенного на рисунке 2, которые соответствуют различным подмножествам $X_i, i=1, 2, \dots, 5$, подобластей пространственных частот. К субполосным компонентам дополнительно были применены операции пороговой обработки и инвертирования. Рис. 6 а соответствует диапазону $D_1 = (0; 0,988)$; рис. 6 б – диапазону $D_2 = (0,988; 0,999)$; рис. 6 в – диапазону $D_3 = (0,999; 0,9999)$; рис. 6 г – диапазону $D_4 = (0,9999; 0,99999)$; рис. 6 д – диапазону $D_5 = (0,99999; 1)$; рис. 6 е – исходное изображение.

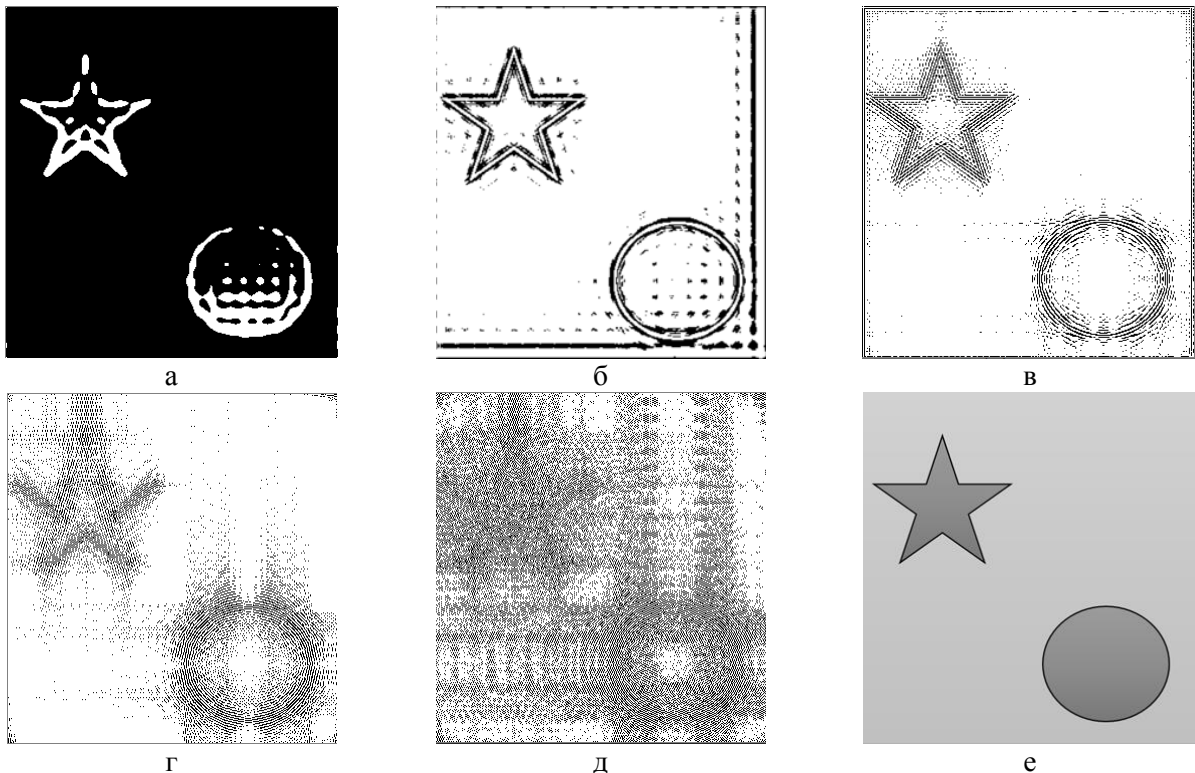


Рис. 6. Примеры субполосных компонентов, которые соответствуют различным диапазонам энергии изображения: а – диапазон $D_1 = (0; 0,988)$; б – диапазон $D_2 = (0,988; 0,999)$; в – диапазон $D_3 = (0,999; 0,9999)$; г – диапазон $D_4 = (0,9999; 0,99999)$; д – диапазон $D_5 = (0,99999; 1)$; е – исходное изображение.

Fig. 6. Examples of sub-band components corresponding to different image energy ranges: a – range $D_1 = (0; 0,988)$; b – range $D_2 = (0,988; 0,999)$; c – range $D_3 = (0,999; 0,9999)$; d – range $D_4 = (0,9999; 0,99999)$; e – range $D_5 = (0,99999; 1)$; f – source image.

Результаты, приведенные на рис. 6, показывают, что субполосные компоненты, которые соответствуют подмножеству X_2 подобластей пространственных частот для диапазона энергии $D_2 = (0,988; 0,999)$, содержат информацию о контурах объектов исходного изображения Φ_1 . Следовательно, данный диапазон целесообразно использовать в целях выделения контуров объектов на изображениях земной поверхности.

В ходе исследований были проведены вычислительные эксперименты по выделению контуров на нескольких тестовых изображениях. Результаты данных экспериментов приведены на рисунке 7: а, б, в – исходные изображения; г, д, е – результат выделения контуров методом Канни; ж, з, и – результат выделения контуров предложенным методом.

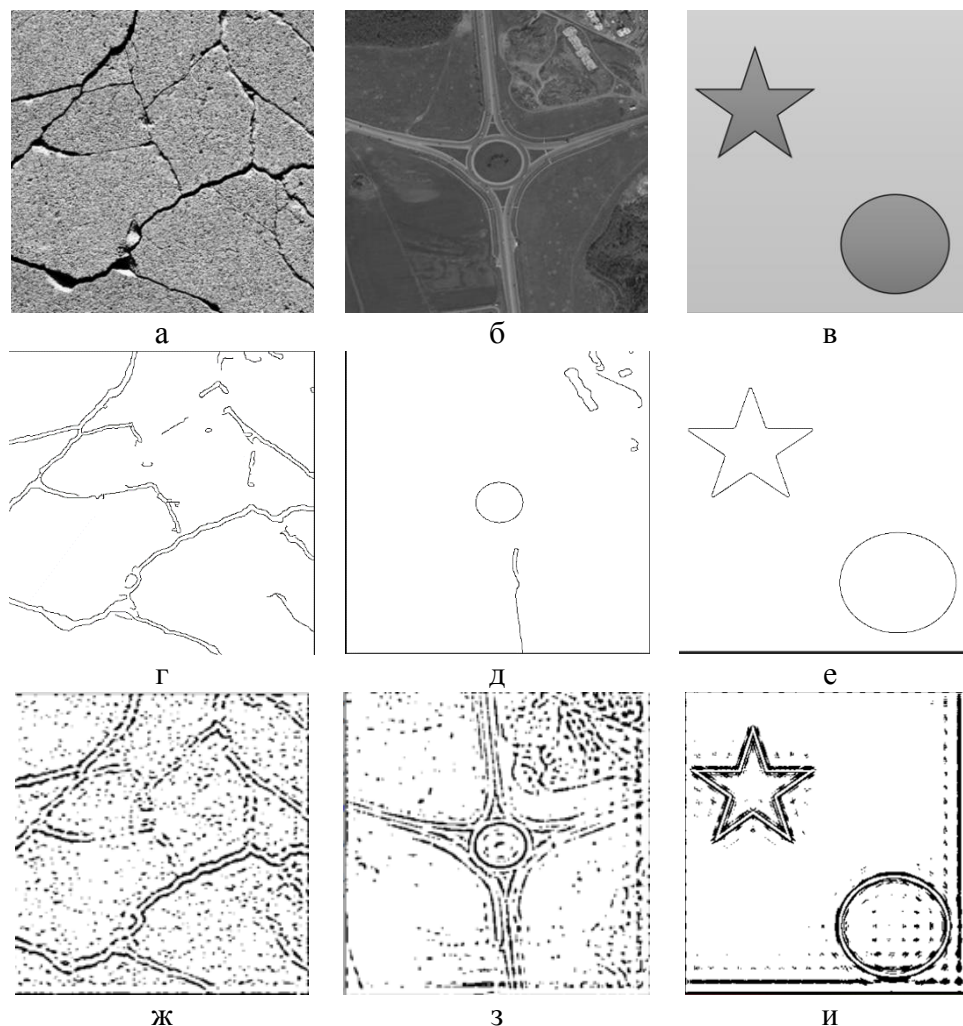


Рис. 7. а, б, в – исходные изображения; г, д, е – результат выделения контуром методом Канни;
ж, з, и – результат выделения контуров предложенным методом
Fig. 7. a, b, c – original images; d, e, f – the result of selection by the contour using the Canny method; and,
g, h, i – the result of the selection of the contours by the proposed method

Результаты, приведенные на рис. 7, демонстрируют, что для реальных изображений земной поверхности (рис. 7а, рис. 7б) предложенный метод позволяет выделить контуры объектов (рис 7ж, рис 7з), визуальное качество которых зачастую выше, чем при применении метода выделения контуров Канни (рис. 7 г, рис. 7 д), несмотря на то, что в результате обработки изображений предложенным методом присутствуют некоторые артефакты. Повысить эффективность применения предложенного метода можно путем добавления

дополнительных этапов обработки, например морфологических операций замыкания и размыкания.

Для синтетических изображений с четкими границами объектов (рис. 7 в) предложенный метод дает результат (рис. 7 и), близкий с позиций визуального качества выделенных контуров к результату применения метода Кенни (рис. 7 е).

Заключение

Проведенное исследование показывает, что применение субполосных матриц косинус-преобразования позволяет решать задачи выделения контуров объектов на изображениях земной поверхности. В дальнейшем предполагается провести исследования по применению морфологических операций замыкания и размыкания как дополнительного этапа метода решения задачи выделения контуров на изображениях с целью удаления слабо выделенных контуров, а так же устранения возникающих шумов.

Список литературы

1. Аунг Ч.Х., Танг З.П., Федоров А.Р., Федоров П.А. 2014. Разработка алгоритмов обработки изображений интеллектуальными мобильными роботами на основе нечёткой логики и нейронных сетей. Современные проблемы науки и образования. 6.
2. Болгова Е.В. 2017. О собственных числах субинтервальных матриц косинусного преобразования. Научные ведомости БелГУ. Сер.: Экономика. Информатика. 2 (251): 92–101.
3. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. 2007. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. М., ДМК Пресс, 464.
4. Власов А.В., Цапко И.В. 2013. Модификация алгоритма Кенни применительно к обработке рентгенографических изображений. Вестник науки Сибири. 4(10): 120–127.
5. Ганин А.Н., Гущина О.Н., Хрящев В.В. 2011. Анализ применения адаптивного дискретного косинусного преобразования в некоторых задачах цифровой обработки изображений. Успехи современной радио электроники. 2: 72–80.
6. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А. 2013. Об оптимальном выделении субполосных компонент изображений. Информационные системы и технологии. 1 (75): 5–11.
7. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В. 2014. О разложении изображений по собственным векторам субполосных матриц. Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 15 (186): 185–189.
8. Кирсанов М.Н. 2015. Модификация и анализ фильтров выделения контуров на изображениях. Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 5 (33): 201–206.
9. Костюхина Г.В. 2020. Модель, метод и комплекс программ выделения контуров на изображениях с использованием энергетических признаков: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.18. Костюхина Галина Викторовна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»].
10. Костюхина Г.В., Шлеймович М.П., Кирпичников А.П. 2019. Автоматизация двойной пороговой фильтрации в детекторе границ на основе модели энергетических признаков вейвлет-преобразования. Вестник технологического университета. 22 (3): 148–152.
11. Огнев И.В., Сидорова Н.А. 2007. Обработка изображений методами математической морфологии в ассоциативной осцилляторной среде. Известия ВУЗов. Поволжский регион. Технические науки. 4: 87–97.
12. Прэтт У. 1982. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. М., Мир. 480. (Pratt W. 1978. Digital image processing. John Wiley, 750.)
13. Пьянкова Т.П., Яшина М.В. 2019. Исследование свойств двумерных дискретных преобразований в компьютерном зрении. Телекоммуникации и информационные технологии. 1: 96–102.
14. Ракицкий В.А. 2019. Дискретное косинус-преобразование как средство компьютерной обработки информации. Проблемы информатизации и управления. 2 (62): 52–56.
15. Сакович И.О., Белов Ю.С. 2014. Обзор основных методов контурного анализа для выделения контуров движущихся объектов. Инженерный журнал: наука и инновации. 12 (36).

16. Сойфер В.А. 2003. Методы компьютерной обработки изображений. М., ФИЗМАТЛИТ, 192.
17. Фурман Я.А., Кревецкий А.В., Передреев А.К., Роженцов А.А., Хафизов Р.Г., Егошина И.Л., Леухин А.Н. 2002. Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов. М., Физматлит, 592.
18. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Петина М.А., Коваленко А.Н., Петрова Е.В. 2019. Построение субполосных компонент изображений в рамках косинус-преобразования. В сборнике: Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». Материалы конференции ГНИИ «Нацразвитие» (Санкт-Петербург, 28–30 мая 2019 г.). Санкт-Петербург, ГНИИ «Нацразвитие»: 261–267.
19. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А. 2019. О квазисубполосных матрицах косинус-преобразования. Научный результат. Информационные технологии. 4 (3): 11–19.
20. Шлеймович М.П., Кирпичников А.П., Ляшева С.А., Медведев М.В. 2017. Выделение границ на изображениях на основе модели энергетических признаков вейвлет-преобразования. Вестник технологического университета. 20 (21) 2017: 103–107.

References

1. Aung Ch.Kh., Tant Z.P., Fedorov A.R., Fedorov P.A. 2014. Razrabotka algoritmov obrabotki izobrazhenij intellektual'nymi mobil'nymi robotami na osnove nechyotkoj logiki i nejronnyh setej. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Development of algorithms for image processing by intelligent mobile robots based on fuzzy logic and neural networks. Modern problems of science and education]. 6.
2. Bolgova E.V. 2017. O sobstvennyh chislakh subinterval'nyh matric kosinusnogo preobrazovaniya. Nauchnye vedomosti BelGU. Ekonomika. Informatika. [About the eigenvalues of cosine transform subinterval matrices. Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics Information technologies]. 2 (251): 92–101.
3. Vizilter Yu.V., Zheltov S.Yu., Knyaz V.A., Khodarev A.N., Morzhin A.V. 2007. Obrabotka i analiz cifrovyyh izobrazhenij s primerami na LabVIEW IMAQ Vision [Processing and analysis of digital images with examples at LabVIEW IMAQ Vision]. Moscow, DMK Press, 464.
4. Vlasov A.V., Tsapko I.V. 2013. Modifikaciya algoritma Kanni primenitel'no k obrabotke rentgenograficheskikh izobrazhenij. Vestnik nauki Sibiri. [Modification of the Canny algorithm applied to the processing of X-ray images. Bulletin of Science of Siberia]. 4 (10): 120–127.
5. Ganin A.N., Gushchina O.N., Khryashchev V.V. 2011. Analiz primeneniya adaptivnogo diskretnogo kosinusnogo preobrazovaniya v nekotoryh zadachah cifrovoj obrabotki izobrazhenij. Uspekhi sovremennoj radioelektroniki [Analysis of the application of adaptive discrete cosine transform in some problems of digital image processing. The successes of modern radio electronics]. 2: 72–80.
6. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A., 2013. Ob optimal'nom vydelenii subpolosnyh komponent izobrazhenij. Informacionnye sistemy i tehnologii [Optimal separation of image subband components. Information systems and technologies] 1 (75): 5–11.
7. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A., Bolgova E.V., 2014. O razlozhenii izobrazhenij po sobstvennym vektoram subpolosnyh matric. Nauchnye vedomosti BelGU. Ekonomika. Informatika. [About decomposition of images to the eigenvectors of subband matrix. Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics Information technologies]. 15 (186): 185–189.
8. Kirsanov M.N. 2015. Modifikaciya i analiz fil'trov vydeleniya konturov na izobrazheniyah. [Modification and analysis of edge detection filters in images. Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. Bulletin of the State University of Maritime and River Fleet named after Admiral S.O. Makarov]. 5 (33): 201–206.
9. Kostyukhina G.V. 2020. Model', metod i kompleks programm vydeleniya konturov na izobrazheniyah s ispol'zovaniem energeticheskikh priznakov: dis. ... kand. tekh. nauk: 05.13.18. Kostyuhina Galina Viktorovna; [Model, method and set of programs for contour selection in images using energy attributes. Mesto zashchity: FGBOU VO «Kazanskiy nacional'nyj issledovatel'skij tekhnicheskij universitet im. A.N. Tupoleva - KAI»].
10. Kostyukhina G.V., Shleimovich M.P., Kirpichnikov A.P. 2019. Avtomatizaciya dvojnoj porogovoj fil'tracii v detektore granic na osnove modeli energeticheskikh priznakov vejjvlet-preobrazovaniya. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta [Automation of double threshold filtering in the boundary detector based on the wavelet transform energy feature model. Technological University Bulletin]. 22 (3): 148–152.
11. Ognev I.V., Sidorova N.A. 2007. Obrabotka izobrazhenij metodami matematicheskoy morfologii v associativnoj oscillyatornoj srede. Izvestiya VUZov. Povolzhskij region. Tekhnicheskie nauki [Image

processing by mathematical morphology methods in an associative oscillatory environment. *Izvestiya VUZov. Volga region. Technical sciences*. 4: 87–97.

12. Pratt W. 1982. *Cifrovaya obrabotka izobrazhenij* [Digital image processing]. Moscow, Mir, 480. (Pratt W. 1978. *Digital image processing*. John Wiley, 750)

13. Pyankova T.P., Yashina M.V. 2019. *Issledovanie svoystv dvumernykh diskretnykh preobrazovaniy v komp'yuternom zrenii. Telekomunikacii i informacionnye tekhnologii* [Investigation of the properties of two-dimensional discrete transformations in computer vision. Telecommunications and information technology]. 1: 96–102.

14. Rakitskiy V.A. 2019. *Diskretnoe kosinus preobrazovanie kak sredstvo komp'yuternoy obrabotki informacii*. [Discrete cosine transform as a means of computer information processing. *Problemy informatizacii i upravleniya. Informatization and management problems*]. 2 (62): 52–56.

15. Sakovich I.O., Belov Yu.S. 2014. *Obzor osnovnykh metodov konturnogo analiza dlya vydeleniya konturov dvizhushchihsya ob'ektov*. [Review of the main methods of contour analysis for the outline of moving objects. *Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii. Engineering Journal: Science and Innovation*]. 12 (36).

16. Soifer V.A. 2003. *Metody komp'yuternoy obrabotki izobrazhenij* [Methods of Computer Images Processing]. Moscow, Fizmatlit, 784.

17. Furman Ya.A., Krevetskiy A.V., Peredreev A.K., Rozhentsov A.A., Hafizov R.G., Egoshina I.L., Leukhin A.N. 2002. *Vvedenie v konturnyj analiz i ego prilozheniya k obrabotke izobrazhenij i signalov* [Introduction to contour analysis and its applications to image and signal processing]. Moscow, Fizmatlit, 592.

18. Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Petina M.A., Kovalenko A.N., Petrova E.V. 2019. Construction of subband components of images in the framework of the cosine transform. In the collection: *Collection of selected articles based on the materials of scientific conferences of the State Research Institute "National Development". Materials of the conference of the State Research Institute "National Development" (St. Petersburg, May 28-30, 2019)*. St. Petersburg, State Research Institute "National Development": 261–267. (in Russian)

19. Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Chernomorets D.A. 2019. *O kvazisubpolosnykh matricah kosinus-preobrazovaniya. Nauchnyj rezul'tat. Informacionnye tekhnologii*. [On quasi-subband cosine transformation matrices. *Reserch result. Information technologies*]. 4 (3): 11–19.

20. Shleimovich M.P., Kirpichnikov A.P., Lyasheva S.A., Medvedev M.V. 2017. *Vydelenie granic na izobrazheniyah na osnove modeli energeticheskikh priznakov vejvlet-preobrazovaniya. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Selection of boundaries in images based on the model of energy features of the wavelet transform. *Technological University Bulletin*]. 20 (21) 2017: 103–107.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Петрова Елена Вадимовна, аспирант кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Elena V. Petrova, Graduate Student Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

УДК 37.014.252
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-332-340

Методы математического анализа и прогнозирования оценки занятости и возможности трудоустройства выпускников учебных заведений

Баяк О.В., Лозикова И.О.

Тюменский индустриальный университет, Россия, 625025, г. Тюмень, улица Володарского, 38
E-mail: bajukov@tyiui.ru, lozikovaio@tyiui.ru

Аннотация. Новизна исследования заключается в разработке качественно нового подхода к оценке кадрового потенциала, основанного на методах оценки и прогнозирования персонала. Цель исследования – формирование аналитики в разрезе различных видов предприятий / отраслей / регионов, что позволяет разрабатывать качественные рекомендации для развития профессиональных кадров в том или ином направлении, для развития социальной и сервисной инфраструктуры в регионе для удержания профессиональных кадров. Актуальностью работы является структуризация вопроса кадровой подготовки в учебных заведениях и возможности контролирования (прогнозирования) трудоустройства выпускников на предприятиях, как важный элемент человеческого капитала. Актуальность данного вопроса очевидна в связи с возможностью выявления количественных показателей и выявление его зависимости от основных факторов влияния. В работе представлены две математические модели прогнозирования системы занятости. В ней выполнен математический анализ трудоустройства выпускников учебных заведений любого уровня (колледжей, высших учебных заведений, курсов повышения квалификации и прочее), проведено прогнозирование востребованности этих выпускников предприятиями региона / отрасли / страны. Результатом работы является разработка математического аппарата, необходимого для выполнения полноценного анализа и дальнейшего прогнозирования (востребованности) специальности (программы / курса) на рынке труда, как в определённом регионе, так и в стране в целом, и построение демографических моделей. Использование математического аппарата позволит потенциальным пользователям (учебным заведениям, работодателям и другим заинтересованным лицам) получить инструмент и количественные показатели для дальнейшего планирования работы при подготовке специалистов и разработке образовательных программ.

Ключевые слова: математическое моделирование, трудоустройство, оценка и прогноз занятости, рынок труда, корреляция, авторегрессионная модель, регрессионная модель.

Для цитирования: Баяк О.В., Лозикова И.О. 2021. Методы математического анализа и прогнозирования оценки занятости и возможности трудоустройства выпускников учебных заведений. Экономика. Информатика, 48 (2): 332–340. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-332-340.

Methods of mathematical analysis and forecasting employment assessment and employment opportunities for graduates of educational institutions

Olga V. Bayuk, Inna O. Lozikova

Industrial University of Tyumen, 38 Volodarskogo St, Tyumen, 625025, Russia
E-mail: bajukov@tyiui.ru, lozikovaio@tyiui.ru

Abstract. The novelty of the study lies in the development of a qualitatively new approach to the assessment of personnel potential, based on methods of assessment and forecasting of personnel. The aim of the study is to form analytics in the context of different types of enterprises/industries/regions, which allows to develop qualitative recommendations for the development of professional staff in one or another direction, for the

development of social and service infrastructure in the region to retain professional staff. The relevance of the work is the structuring of the issue of personnel training in educational institutions and the possibility of controlling (predicting) the employment of graduates in enterprises as an important element of human capital. The relevance of this issue is obvious, due to the possibility of identifying quantitative indicators and revealing its dependence on the main factors of influence. The paper presents two mathematical models of employment forecasting system. It performs a mathematical analysis of the employment of graduates of any level of educational institutions (colleges, higher education institutions, advanced training courses, etc.) and predicts the demand for these graduates by enterprises in the region/industry/country. The result of the work is the development of mathematical apparatus necessary to perform full-fledged analysis and further prediction (demand) of the specialty (program/course) at the labor market, both in a particular region and in the country as a whole and the construction of demographic models. The use of mathematical apparatus will allow potential users (educational institutions, employers and other interested parties) to obtain a tool and quantitative indicators for further planning of specialists training and development of educational programs.

Keywords: mathematical modeling, employment, assessment and forecast of employment, labor market, correlation, autoregressive model, regression model.

For citation: Bayuk O.V., Lozikova I.O. 2021. Methods of mathematical analysis and forecasting employment assessment and employment opportunities for graduates of educational institutions. Economics. Information technologies, 48 (2): 332–340. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-332-340.

Введение

Характерной особенностью формирования рынка труда в России является дифференцированное его развитие в регионах и отраслях. Такая тенденция объясняется рядом факторов: большой территорией страны, неравномерностью распределения ресурсов, неоднородностью экономической структуры и др. [Рынок труда и востребованных профессий ..., 2021].

Сегодня Россия нуждается в высококвалифицированных специалистах в различных областях индустрии, которые могли бы соответствовать разносторонним запросам на долгосрочную перспективу развития страны, быть конкурентоспособными. По предварительному анализу рынка труда до 2020 года в России наиболее востребованными станут цифровые, информационные специальности в симбиозе с техническими, экономическими и гуманитарными направлениями [Мошуренко, 2017; К вопросу оценки эффективности ..., 2018].

Ситуация в сфере трудоустройства для молодежи в настоящее время неопределенная. Недостаточный уровень компетенций, низкая практическая подготовка, отсутствие профессиональных навыков, недостаточная информированность о состоянии спроса на рынке труда по выпускаемым направлениям, высокая конкуренция среди выпускников, нерегулируемая трудовая миграция молодого населения и при этом высокие запросы соискателей по заработной плате – вот основные препятствия для трудоустройства молодого поколения. Молодые специалисты составляют около трети всего населения России, поэтому актуальность вопроса трудоустройства молодежи высока [Мергенбаева, 2010; Хохлова, 2019]. В последнее время количество вакансий на рынке труда увеличилось, и по прогнозам экспертов их число будет и дальше расти. Требования к качеству выпускников становятся сегодня все более жесткими. Несмотря на то, что за последние годы российские работодатели предпочитают местные кадры, дефицитных специалистов по-прежнему приглашают из-за рубежа. Чаще всего это уникальные специалисты редких профессий и технические руководители [Шахоростова, 2014; Третьякова, 2015; Климова, Михеева, 2016].

Новизна исследования заключается в разработке качественно нового подхода к оценке кадрового потенциала, основанного на методах оценки и прогнозирования персонала. Актуальностью работы является структуризация вопроса кадровой подготовки в учебных заведениях и возможности контролирования (прогнозирования) трудоустройства

выпускников на предприятиях, как важный элемент человеческого капитала. Актуальность данного вопроса очевидна в связи с возможностью выявления количественных показателей и выявления его зависимости от основных факторов влияния [Баюк, 2015].

Объекты и методы исследования

Для разработки реальной системы прогнозирования социально-экономической ситуации на рынке труда необходимо решить ряд задач.

Шаг 1. Определим список факторов, влияющих на трудоустройство, $x=(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_i, \dots, x_n)$.

Например,

x_1 – средняя зарплата;

x_2 – количество безработных;

x_3 – количество выпускников;

x_4 – количество компаний, имеющих вакантные должности по различным отраслям в регионе и/или за его пределами;

x_n – другие факторы.

Шаг 2. Обозначим выбранные факторы с учетом предыдущих статистических данных: $(x_1^j, x_2^j, \dots, x_i^j, \dots, x_n^j)$ – вектор значений выбранных факторов за j -й год.

Шаг 3. Выполним корреляцию, т. е. определим однофакторную зависимость $r(x_i, x_j)$ и тесноту связи выбранных факторов x_i и x_j друг от друга для всех $i, j = \overline{1, n}$.

Например:

– оценкой качества выпускников работодателями и учебными заведениями;

– средней заработной платой и количеством отработанных лет;

– количеством узконаправленных специалистов и количеством мест на предприятии, принимающих на работу таких специалистов;

– числом выпускников учреждений и количеством устроившихся по специальности и т. п.

Шаг 4. Для оценки неизмеряемых факторов (фактических или искусственных) применим следующий способ: каждый специалист при моделировании реального мира (предприятия, вуза, региона и пр.) получает результат, при объединении результатов выполним их анализ и обобщаем результат, делаем общий вывод.

Шаг 5. Для каждого x_i -го фактора найдем зависимость от $x_j, j = \overline{1, n}$.

Шаг 6. Далее строим математическую модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений [Абдразаконна, Мазаков, Жайдарова, 2015; Баюк, 2016]

$$\frac{dx}{dt} = f(x, t, u, p), \quad (1)$$

где u – управляемые и неуправляемые внешние факторы; p – факторы, описывающие модель реального мира.

Методы исследования.

Шаг 7. С помощью математических методов, например, теории подобия с использованием однофакторных и/или многофакторных моделей вычислим значения параметров p [Станкевич, 2011; Маулитов, Ашимханова, 2017]. Далее оценим адекватность полученной модели. Если модель адекватна, то продолжим решение, если модель не адекватна, то возвращаемся к шагу 6, откорректировать данные дифференциальной функции $f(x, t, u, p)$.

Шаг 8. Для нахождения прогнозного значения параметров δ в момент времени t_1 воспользуемся методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений (Эйлера, Рунге-Кутта, Милна) и определим значение δ на отрезке времени $[t_0, t_1]$ при начальных условиях $t = t_0$ и $x(t_0) = x_0$.

Далее определим экстремум (прогнозное) значение

$$g_{it} \rightarrow \min, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где i – номер фактора; t – момент времени.

Для выполнения прогнозной оценки ожидаемого значения параметра можно использовать два подхода с помощью:

а) авторегрессионной модели с учетом сезонного (нерегулярного) характера временных рядов;

б) линейной регрессионной модели между различными корреляционными факторами.

Модель временных рядов

Индекс t принимаем как временной параметр (ежедневный, квартальный или годовой), тогда функция будет равна:

$$g_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i g_{t-i}, \quad t = \overline{p+1, N}, \quad (3)$$

где $\alpha_i, i = \overline{1, p}$ – весовые коэффициенты.

Составим функцию управления с учетом сезонности факторов:

$$J = \sum_{t=p+1}^N (g_t - \sum_{i=1}^p \alpha_i g_{t-i})^2. \quad (4)$$

Численные значения весовых коэффициентов $\alpha_i, i = \overline{1, p}$ определим из уравнения (4):

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_i} J(\alpha_i) = 0 \quad i = \overline{1, p}. \quad (5)$$

Условия минимума функции (5) сводятся к решению СЛАУ. Решая СЛАУ численными методами – например, методами простой итерации или Гаусса – Зейделя [Бондаренко, Югфельд, 2013; Николаева, Кириллова, 2016], получим прогнозное значение параметра g_{N+1} .

Для определения периодических свойств временного ряда аппроксимируем функцию $y(t)$:

$$y(t) = A_0 + \sum_{j=1}^v \left(A_j \cos \frac{2\pi}{T_j} t + B_j \sin \frac{2\pi}{T_j} t \right), \quad (6)$$

где $t \in [-L, L]$, $L = \frac{N}{2}$, $t_N = \frac{N}{2}$, и $z(t_i) = g(t_i - t_N)$.

Для определения коэффициентов $A_0, A_j, B_j, T_j, j = \overline{1, v}$ воспользуемся формулой:

$$F(A_0, A_j, B_j, T_j) = \sum_{i=1}^N (z(t_i) - y(t_i))^2 \quad (7)$$

где N – число измерений.

Алгоритм нахождения коэффициентов:

Шаг 1. $A_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z(t_i)$.

Шаг 2. Определяем $\hat{z}(t_i) = z(t_i) - A_0$.

Шаг 3. Зададим $j = 1$.

Шаг 4. Вычисляем коэффициенты $\tilde{z}(t_i) = \hat{z}(t_i) - \sum_{m=1}^{j-1} \left(A_m \cos \frac{2\pi}{T_m} t_i + B_m \sin \frac{2\pi}{T_m} t_i \right)$.

Шаг 5. Определим коэффициенты A_j, B_j, T_j , из условия экстремума функции

$$\tilde{F}(A_j, B_j, T_j) = \sum_{i=1}^N \left(\tilde{z}(t_i) - A_j \cos \frac{2\pi}{T_j} t_i + B_j \sin \frac{2\pi}{T_j} t_i \right)^2, \quad (8)$$

$$\frac{\partial \tilde{F}(A_j, B_j, T_j)}{\partial A_j} = 0 \quad \frac{\partial \tilde{F}(A_j, B_j, T_j)}{\partial B_j} = 0 \quad \frac{\partial \tilde{F}(A_j, B_j, T_j)}{\partial T_j} = 0.$$

Получим систему нелинейных уравнений (8).

$$\text{Обозначим } p_1 = \sum_{i=1}^N \tilde{z}(t_i) \cos \frac{2\pi}{T_j} t_i; \quad p_2 = \sum_{i=1}^N \tilde{z}(t_i) \sin \frac{2\pi}{T_j} t_i; \quad q_1 = \sum_{i=1}^N \tilde{z}(t_i) \left(\cos \frac{2\pi}{T_j} t_i \right)^2 \quad q_1 = \sum_{i=1}^N \tilde{z}(t_i) \left(\sin \frac{2\pi}{T_j} t_i \right)^2; \quad q_2 = \sum_{i=1}^N \tilde{z}(t_i) \cos \frac{2\pi}{T_j} t_i \sin \frac{2\pi}{T_j} t_i; \quad \Delta = q_1 q_3 - q_2^2.$$

Получим

$$A_j = (p_1 q_3 - p_2 q_2) / \Delta \quad B_j = (p_2 q_1 - p_1 q_2) / \Delta. \quad (9)$$

Путем подстановки в функцию $\tilde{F}(A_j, B_j, T_j)$ выражения (9) получаем функцию

$$\hat{F}(T_j) = \sum_{i=1}^N (z(t_i) - f(T_j))^2, \quad (10)$$

где $f(T_j) = A_j(T_j) \cos \frac{2\pi}{T_j} t_i + B_j(T_j) \sin \frac{2\pi}{T_j} t_i$.

Методом градиента определим минимум функции (10).

Шаг 6. Далее определяем коэффициенты A_j, B_j, T_j по формуле (9).

Шаг 7. Вычисляется значение функции

$$F_j = \sum_{m=1}^N \left(z(t_i) - A_0 - \sum_{m=1}^j \left(A_m \cos \frac{2\pi}{T_m} t_i + B_m \sin \frac{2\pi}{T_m} t_i \right) \right)^2.$$

Если $abs(F_j - F_{j-1}) < \varepsilon$, то переходим к шагу 8, иначе к шагу 4.

Шаг 8. Далее определяем число итераций j и коэффициенты $A_0, A_m, B_m, T_m, m = \overline{1, j}$.

Определим значение g_t :

$$g_t = \sum_{i=1}^q \beta_i g_{t-i*T} \quad t = \overline{q * T, N}. \quad (11)$$

Здесь, коэффициенты влияния $\beta_i, i = \overline{1, p}$, вычислим аналогично (4).

Функция управления равна

$$J = \sum_{t=p+1}^N (g_t - \sum_{i=1}^q \beta_i g_{t-i*T})^2. \quad (12)$$

Сводя решение к решению СЛАУ q -го порядка методами Гаусса – Зейделя или простой итерации вычислим коэффициенты влияния $\beta_i, i = \overline{1, q}$ и отсюда получим прогнозные значения параметра g_{N+1} :

$$g_{N+1} = \sum_{i=1}^q \beta_i g_{N+1-i*T} \quad (13)$$

Обозначим p через q , получим следующую авторегрессионную модель:

$$g_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i g_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j g_{t-j*T}, \quad (14)$$

где $t = \overline{\max(p+1, q * T), N}$.

Весовые коэффициенты $\alpha_i, i = \overline{1, p}$ и $\beta_i, i = \overline{1, q}$ получим из условия экстремума функции

$$J = \sum_{t=p+1}^N (g_t - \sum_{i=1}^p \alpha_i g_{t-i} - \sum_{j=1}^q \beta_j g_{t-j*T})^2$$

Таким образом, прогнозное значение с помощью авторегрессионной модели определим по формуле:

$$g_{N+1} = \sum_{i=1}^p \alpha_i g_{N+1-i} - \sum_{j=1}^q \beta_j g_{N+1-j*T}. \quad (15)$$

Регрессионная линейная модель

Для определения регрессионной зависимости выберем те же исходные данные, что и для задачи выше, $g_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, \dots}$ где m – это число выбранных параметров ($1 \leq m \leq n$).

Алгоритм решения:

Шаг 1. Для всех n параметров вычисляется корреляционная матрица q_{ij} , матрица состоит из n строк и n столбцов, элементы q_{ij} вычисляются по формуле:

$$q_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (g_{ik} - \bar{g}_i)(g_{jk} - \bar{g}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^N (g_{ik} - \bar{g}_i) \sum_{k=1}^N (g_{jk} - \bar{g}_j)}} \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n} \quad (16)$$

где N – число данных по каждому выбранному параметру, $\bar{g}_i, i = \overline{1, n}$, – среднее значение i -го параметра.

Шаг 2. Для каждого i -го параметра выберем $abs(q_{ij}) \rightarrow \max, j = \overline{1, n}$.

Шаг 3. Получим следующую регрессионную модель

$$y_{t+1} = \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{it}, \quad t = \overline{1, N}, \quad (17)$$

где $\alpha_i, i = \overline{1, m}$ весовые коэффициенты.

Шаг 4. Получим функцию управления

$$J = (\sum_{t=1}^{N-1} y_{t+1} - \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{it})^2. \quad (18)$$

Коэффициенты $\alpha_i, i = \overline{1, m}$ определим по аналогии с формулами (4):

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_i} J(\alpha_i) = 0, \quad i = \overline{1, m}$$

Таким образом, прогнозное значение определим по формуле:

$$y_{N+1} = \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{iN}. \quad (19)$$

Заключение

Решая математическую модель одним из способов, можно спрогнозировать значение g_{N+1} или y_{N+1} в момент времени $t+1$.

Две методики математической прогнозной оценки выпускников учебных заведений позволят всестороннее изучить кадровые вопросы на предприятиях региона, базирующейся на методологии оценки временных рядов и на регрессионных зависимостях [Абуева, 2010; Лебедев, 2010; Ширяев, 2013].

Получение количественных показателей дает возможность своевременно вносить изменения, проводить годовой прогноз востребованности выпускников в различных областях (добавлять или заменять специальности), совместно корректировать общеобразовательные программы и тем самым повышать качественный уровень подготовки специалистов [Анненкова, Камнева, Полевая, 2012; Машкова, Маматов, Константинов, 2019].

Список литературы

1. Абуева Е.Л. 2010. Экономико-математические модели принятия решений в сфере регулирования процессов управления занятостью молодежи. Математические и инструментальные методы экономики: с. 183.
2. Анненкова Н.В., Камнева Е.В., Полевая М.В. 2012. Актуальные вопросы профессиональной подготовки кадров для инновационной экономики. Вестник финансового университета. Гуманитарные науки. Финансовый университет при Правительстве РФ (Москва) 2 (6): 106–109.
3. Баюк О.В. 2015. Создание информационно-образовательной среды системы дистанционного обучения. Материалы XI Международной научно-практической конференции: в 2-х частях: 50–54.
4. Баюк О.В. 2016. Оптимизация блочно-модульной структуры информационного базиса адаптивно-обучающих систем. The Europe and world Science, Engineering and Techology, Materials of the international scientific-practical conference. Editorial Board: Chairman of the Board S. Midelski: 131–138.
5. Бондаренко А.Н., Югфельд А.С. 2013. Управление рынком труда. Учебное пособие, Тульский филиал РАНХиГС: с. 67.
6. Джомартова Ш.А., Мазаков Т.Ж., Жайдарова А.М. 2015. Система обеспечения безопасности и «Демография». Евразийское научное объединение: 4–7.
7. К вопросу оценки эффективности функционирования системы управления персоналом. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://articlekz.com> (дата обращения 07 апреля 2021).
8. Климова Н.В., Михеева В.А. 2016. Проблемы молодежной занятости в контексте несоответствия рынка образовательных услуг и рынка труда. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (Краснодар): 1289–1304.
9. Лебедев С.Н. 2010. Эволюция понятия труда в экономической теории. Экономика и управление собственностью, Высшая школа приватизации и предпринимательства – институт (Москва): 58–61.
10. Маулитов А.Е., Ашимханова Д.Э. 2017. Эффективность реализации государственной молодежной политики в Республике Казахстан. Вестник Киргизско-Российский славянский университет (Бишкек): 66–70.
11. Машкова А.Л., Маматов А.В., Константинов И.С. 2019. Оценка эффективности мероприятий по развитию кадрового потенциала региона в рамках ситуационно-поведенческого подхода. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Экономика. Информатика. 46 (4): 754–764.
12. Мергенбаева А.Т. 2010. Социальный контекст: адаптация молодежи на рынке. Наука и мир, Издательство Научное обозрение. Волгоград. 10 (26): 156–158.
13. Мошуренко П.С. 2017. Актуальные вопросы развития инновационной экономики. Вестник НИЦ МИСИ: Актуальные вопросы современной науки, ООО «Научный инновационный центр Международный институт стратегических исследований» (Москва). 2: 21–33.
14. Николаева Е.Ф., Кириллова О.В. 2016. Деятельность центров занятости населения по повышению конкурентоспособности и адаптации на рынке труда молодежи без опыта работы. Сборник научных статей аспирантов, соискателей и преподавателей. Чебоксары: 116–120.
15. Рынок труда и востребованных профессий в 2020–2021 годы в России: анализ и статистика. 2021. [Электрон. ресурс]. URL: <https://visasam.ru/russia/rabotavrf/rynok-truda-v-rossii.html> (дата обращения 20 марта 2021).
16. Станкевич Л.А. 2011. Интеллектуальные информационные и управляющие системы: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехи, ун-та: с. 202.
17. Третьякова Л.А. 2015. Особенности развития рынка труда как основного элемента устойчивого экономического развития территорий. Инновации в АПК: проблемы и перспективы, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина (Майский): 33–46.
18. Хохлова М.Г. 2019. Молодежный рынок труда: европейский опыт в российском контексте. Мировая экономика и международные отношения, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН, Российская академия наук (Москва): 118–128.
19. Шахоростова О.Н. 2014. Дифференциация причин дефицита трудовых ресурсов: региональный аспект. Молодой ученый, ООО «Издательство Молодой ученый» (Казань): 336–338.

20. Ширяев В.И., Ширяев Е.В. 2013. Принятие решений в глобальных системах. Учеб. пособие. М., ЛИБРОКОМ: с. 172.

References

1. Abueva E.L. 2010. Economic and mathematical models of decision-making in the field of regulation of youth employment management processes. *Mathematical and instrumental methods of economics*: p. 183.
2. Annenkova N.V., Kamneva E.V., Polevaya M.V. 2012. Actual questions of professional training of personnel for innovative economics. *Bulletin of the Financial University. Humanitarian sciences. Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow) 2 (b)*: 106–109.
3. Bayuk O.V. 2015. Creation of an information and educational environment for a distance learning system. *Materials of the XI International Scientific and Practical Conference*: in 2 parts: 50–54.
4. Bayuk O.V. 2016. Optimization of the block-modular structure of the information basis of adaptive learning systems. *The Europe and world Science, Engineering and Technology, Materials of the international scientific-practical conference. Editorial Board: Chairman of the Board S. Midelski*: 131–138.
5. Bondarenko A.N., Yugfeld A.S. 2013. Labor market management. Textbook, Tulkiy branch of RANEPА: p. 67.
6. Dzhomartova Sh.A., Mazakov T.Zh., Zhaidarova A.M. 2015. Security system and "Demography". *Eurasian Scientific Association*: 4–7.
7. On the issue of assessing the effectiveness of the functioning of the personnel management system. 2018. [Electronic resource]. URL: <https://articlekz.com> (accessed: 07 April 2021).
8. Klimova N.V., Mikheeva V.A. 2016. Problems of youth employment in the context of the mismatch between the educational services market and the labor market. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Krasnodar)*: 1289–1304.
9. Lebedev S.N. 2010. Evolution of the concept of labor in economic theory. *Economics and property management, Higher School of Privatization and Entrepreneurship. Institute (Moscow)*: 58–61.
10. Maulitov A.E., Ashimkhanova D.E. 2017. The effectiveness of the implementation of state youth policy in the Republic of Kazakhstan. *Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University (Bishkek)*: 66–70.
11. Mashkova A.L., Mamatov A.V., Konstantinov I.S. 2019. Evaluation of the effectiveness of measures to develop the human resources potential of the region in the context of the situational and behavioral approach. *Scientific Bulletin of the Belgorod State University of Economics. Computer science*. 754–764.
12. Mergenbaeva A.T. 2010. Social context: adaptation of youth in the market. *Science and World, Scientific Review Publishing House. Volgograd*. 10 (26): 156–158.
13. Moshurenko P.S. 2017. Topical issues of development of an innovative economy. *Bulletin of the Research Center IISS: Topical issues of modern science, Scientific Innovation Center International Institute for Strategic Research (Moscow)*. 2: 21–33.
14. Nikolaeva E.F., Kirillova O.V. 2016. Activity of employment centers to improve competitiveness and adaptation in the labor market of young people without work experience. *collection of scientific articles of graduate students, applicants and teachers. Cheboksary*: 116–120.
15. The labor market and professions in demand in 2020-2021 in Russia: analysis and statistics. 2021. [Electron. resource]. URL: <https://visasam.ru/russia/rabotavrf/rynok-truda-v-rossii.html> (accessed: 20 March 2021).
16. Stankevich L.A. 2011. Intelligent information and control systems: textbook, manual. SPb., Publishing house of the Polytechnic University, University: p. 202.
17. Tretyakova L.A. 2015. Features of the development of the labor market as the main element of sustainable economic development of territories. *Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin (Maisyky)*: 33–46.
18. Khokhlova M.G. 2019. Youth labor market: European experience in the Russian context. *World Economy and International Relations, National Research Institute of World Economy and International Relations. EAT. Primakov RAS, Russian Academy of Sciences (Moscow)*: 118–128.
19. Shakhrostova O.N. 2014. Differentiation of the reasons for the shortage of labor resources: the regional aspect. *Young Scientist, LLC "Young Scientist Publishing House" (Kazan)*: 336–338.
20. Shiryayev V.I. Shiryayev E.V. 2013. Decision-making in global systems: textbook, manual. М., LIBROKOM: p. 172.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Баяук Ольга Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры кибернетических систем Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, Россия

Лозикова Инна Олеговна, старший преподаватель кафедры кибернетических систем Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Bayuk, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Cybernetic Systems, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Inna O. Lozikova, Senior Lecturer of the Department of Cybernetic Systems, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

УДК 519.8
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-341-349

Математическая модель конкуренции политических партий

¹⁾ Ганичева А.В., ²⁾ Ганичев А.В.

¹⁾ Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Россия,
170904, Тверь, ул. Маршала Василевского, 7

²⁾ Тверской государственный технический университет, Россия,
170026, Тверь, наб. Аф. Никитина, 22
E-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

Аннотация. Одной из важнейших проблем общественного развития является организация конкуренции (борьбы) политических партий. Для анализа и прогнозирования данного процесса наиболее удобен метод математического моделирования. Актуальность разработки модели борьбы партий определяется важностью рассматриваемого процесса для определения стратегии жизни стран и народов. В данном исследовании для описания конкуренции партий используется модифицированная модель Ричардсона (гонки вооружений) в виде динамической системы дифференциальных уравнений. С помощью операторного метода получено аналитическое решение динамической системы дифференциальных уравнений. Для пояснения разработанного метода рассмотрен конкретный числовой пример. Проанализированы особенности применения модели конкуренции политических партий. Определены перспективы дальнейшего развития нового разработанного метода.

Ключевые слова: мероприятия, система дифференциальных уравнений, коэффициенты агитируемости, коэффициенты выбытия, операторная система, оригинал, изображение.

Для цитирования: Ганичева А.В., Ганичев А.В. 2021. Математическая модель конкуренции политических партий. Экономика. Информатика, 48 (2): 341–349. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-341-349.

Mathematical model of political party competition

¹⁾ Antonina V. Ganicheva, ²⁾ Alexey V. Ganichev

¹⁾ Tverskaya state agricultural Academy, 7 Marshal Vasilevsky St, Tver, 170904, Russia

²⁾ Tverskoy state technical University, 22 nab. AF. Nikitin, Tver, 170026, Russia
E-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

Abstract. One of the most important problems of social development is the organization of competition (struggle) of political parties. For the analysis and forecasting of this process, the most convenient method is mathematical modeling. The relevance of the development of a model of the struggle of parties is determined by the importance of the process under consideration for determining the strategy of the life of countries and peoples. In this study, a modified Richardson model (arms race) in the form of a dynamic system of differential equations is used to describe the competition of parties. An analytical solution of a dynamic system of differential equations is obtained using the operator method. To explain the developed method, a specific numerical example is considered. The features of the application of the model of competition of political parties are analyzed. The prospects for further development of the new developed method are determined. The developed method can be used for the analysis of interethnic, religious conflicts, for determining the maturation of an explosive, crisis situation in society. It allows you to analyze the clash of views and interests of individuals.

Keywords: events, system of differential equations, agitability coefficients, retirement coefficients, operator system, original, image.

For citation: Ganicheva A.V., Ganichev A.V. 2021. Mathematical model of political party competition. Economics. Information technologies, 48 (2): 341–349. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-341-349.

Введение

Для успешного общественного развития необходимо проводить исследования социальных процессов и явлений с целью их анализа и прогнозирования. При этом возникает проблема обработки и анализа больших массивов информации. Для выделения, формализации результативных признаков и существенных факторов наиболее удобным является метод математического моделирования. Актуальность применения этого метода для исследования социально-экономических процессов определяется цифровизацией – внедрением цифровых технологий в разные сферы жизни общества. При исследовании социальных процессов методом моделирования следует учитывать динамичность исследуемых процессов. Разнообразие социальных процессов вызывает необходимость применения большого количества адекватных им математических моделей, использующих современные математические методы.

Примеры использования оптимального управления в социальных моделях приведены в обзоре [Comissiong, Sooknanan, 2018]. В работе [Андрианова и др., 2020] для описания процессов в сложных системах с присутствием человеческого фактора используются нестационарные временные ряды. Многие социальные процессы связаны с конфликтными ситуациями и противоборством государств, народов, религиозных общин, партий, группировок и т. д. Противоборство может протекать в форме вооруженных конфликтов, экономической конкуренции, информационного противоборства, политической борьбы. Для описания моделей динамического противоборства в настоящее время наиболее часто применяют модели в виде систем дифференциальных уравнений [Rinaldi, Rossa, 2018, Tsybulin, Khosaeva, 2019]. Так, в статьях [Михайлов и др., 2017, Петров, Прончева, 2019, Петров, 2017, Marevtseva, 2017] для исследования вопросов информационного противоборства в социуме применяются системы нелинейных дифференциальных уравнений. Для исследования противоборства партий, групп успешно применяются динамические модели, описывающие развитие некоторого процесса во времени: Лотки – Вольтерры (хищник-жертва) [Dominioni et al., 2018], Ричардсона (гонка вооружений) [Канищева, 2017], Мисры (эпидемиологический подход) [Misra, Kumar, 2012, Nyabadza et al., 2016, Winkel, 2017], диффузии Ланжевена [Petukhov et al., 2018]. Для решения конфликтных ситуаций в социальной сфере применяются также модели теории игр [Остапенко и др., 2012, Kubiv et al., 2020]. Существует большое количество разнообразных моделей партий [Гильманов, 2017].

Для жизни современного общества большое значение имеет конкурентная борьба политических партий. Несмотря на то, что в настоящее время разработано большое количество математических моделей социальных процессов, проблема моделирования конкурентной борьбы политических партий является недостаточно изученной. Актуальность данной темы с развитием общества только возрастает. Необходимо разработать наглядную модель партийной конкуренции, позволяющую получить аналитическое решение задачи, чтобы не привлекать сложные и громоздкие численные методы, требующие больших затрат вычислительных ресурсов. Результаты, полученные с помощью численных методов, в ряде случаев трудно поддаются анализу.

Одной из наиболее распространенных моделей для описания вооруженных конфликтов является модель Ричардсона [Руренко, 2017, Фирсова, Глухова, 2015]. В данном исследовании для описания процесса конкуренции (борьбы) политических партий применяется модифицированная модель Ричардсона. В разработанной модели не используются параметры, характеризующие претензии сторон, т. к. они не характерны для борьбы партий.

В разделе «Материалы и Методы» данного исследования разработана модель борьбы партий. В разделе «Результаты и Дискуссия» на конкретном примере показана возможность применения разработанного метода и приведены его особенности.

Материалы и методы

Целью работы является разработка математической модели борьбы политических партий.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) формализовать динамическую модель конкуренции политических партий в виде системы дифференциальных уравнений;
- 2) получить аналитическое решение системы;
- 3) для проверки разработанного алгоритма рассмотреть числовой пример;
- 4) проанализировать особенности применения и дальнейшего развития нового разработанного метода описания конкуренции политических партий.

Рассмотрим и формализуем постановку проблемы.

Пусть имеется две партии, и в момент времени t у первой партии $x = x(t)$ сторонников, у второй – $y = y(t)$ сторонников. Во время различного рода мероприятий (дебаты, дискуссии, праймериз, демонстрации, митинги, шествия, съезды) количество x и y меняется, и этот процесс можно описать системой линейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} x' = \alpha y + \gamma x, \\ y' = \beta x + \delta y, \end{cases} \quad (1)$$

$x(t_0) = x_0$, $y(t_0) = y_0$, здесь t_0 – начальное время.

Сначала рассмотрим случай, когда $x'(t_0) \neq 0$ и $y'(t_0) \neq 0$.

Здесь x' , y' – соответственно скорости изменения числа x и y , $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коэффициенты пропорциональности, причем $\alpha > 0$, $\beta > 0$ (коэффициенты агитируемости), $\gamma < 0$, $\delta < 0$ (коэффициенты выбытия). В самом деле, каждая партия изменяет скорость роста (или сокращения) агитационной работы, пропорционально уровню числа сторонников другой партии, т. е.

$$\begin{cases} x' = \alpha y, \\ y' = \beta x. \end{cases} \quad (2)$$

В то же время, чем больше число сторонников данной партии, тем меньше скорость его роста, т. е.

$$\begin{cases} x' = \gamma x, \\ y' = \delta y. \end{cases} \quad (3)$$

Получим оценку для коэффициентов $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ на примере оценки γ . При условии отсутствия сторонников второй партии из первого уравнения системы (3) находим:

$x(t) = e^{\gamma(t-t_0)} x(t_0)$. Отсюда $x(t_0 - \frac{1}{\gamma}) = x(t_0) \frac{1}{e}$, т.е. $-\frac{1}{\gamma}$ – это время, которое требуется для

снижения количества сторонников первой партии в $e = 2,7$ раз. Аналогично $-\frac{1}{\delta}$ – время для

снижения количества сторонников второй партии при отсутствии сторонников первой партии,

$\frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{\beta} \right)$ – время для увеличения числа сторонников первой (второй) партии в $e = 2,7$ раз при

их отсутствии.

Решим систему (1) операторным методом.

Рассматривая функции $x(t)$ и $y(t)$ как оригиналы, введем их изображения:

$$x(t) = X(p), \quad y(t) = Y(p).$$

Записываем изображения производных:

$$x'(t) = pX(p) - x_0, \quad y' = pY(p) - y_0.$$

Операторная система:

$$\begin{cases} pX(p) - x_0 = \alpha Y(p) + \gamma X(p), \\ pY(p) - y_0 = \beta X(p) + \delta Y(p), \end{cases}$$

т. е.

$$\begin{cases} (p - \delta)X(p) - \alpha Y(p) = x_0, \\ -\beta X(p) + (p - \delta)Y(p) = y_0. \end{cases}$$

Решаем эту систему:

$$\Delta = \begin{vmatrix} p - \gamma & -\alpha \\ -\beta & p - \delta \end{vmatrix} = (p - \gamma)(p - \delta) - \alpha\beta = p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta;$$

$$\Delta X(p) = \begin{vmatrix} x_0 & -\alpha \\ y_0 & p - \delta \end{vmatrix} = x_0(p - \delta) - \alpha y_0; \quad \Delta Y(p) = \begin{vmatrix} p - \gamma & x_0 \\ -\beta & y_0 \end{vmatrix} = y_0(p - \gamma) + \beta x_0.$$

Отсюда получаем

$$\begin{cases} X(p) = \frac{x_0(p - \delta) + \alpha y_0}{p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta}; \\ Y(p) = \frac{y_0(p - \gamma) + \beta x_0}{p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta}. \end{cases}$$

Преобразуем $X(p)$ и $Y(p)$. Получим:

$$\begin{cases} X(p) = \frac{x_0(p - \delta)}{p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta} + \frac{\alpha y_0}{p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta}, \\ Y(p) = \frac{y_0(p - \gamma)}{p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta} + \frac{\beta x_0}{p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta}. \end{cases} \quad (4)$$

Выделим в знаменателе полный квадрат:

$$\begin{aligned} A = p^2 - p(\delta + \gamma) + \gamma\delta - \alpha\beta &= p^2 - 2 \cdot \frac{1}{2} p(\delta + \gamma) + \frac{1}{4}(\delta + \gamma)^2 - \frac{1}{4}(\delta + \gamma)^2 + \gamma\delta - \alpha\beta = \\ &= \left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right)^2 - \frac{1}{4}(\delta + \gamma)^2 + \gamma\delta - \alpha\beta = \left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right)^2 - \frac{1}{4}(\delta - \gamma)^2 - \alpha\beta. \end{aligned}$$

Пусть

$$B^2 = \frac{1}{4}(\delta + \gamma)^2 - \gamma\delta + \alpha\beta. \quad (5)$$

Тогда $A = \left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right)^2 - B^2$.

Для B возможны следующие случаи:

1) $\frac{1}{4}(\delta - \gamma)^2 + \alpha\beta \leq 0$. Такая ситуация возможна тогда и только тогда, когда $\gamma = \delta$ и либо $\alpha = 0$, либо $\beta = 0$, и левая часть равна 0, при этом $A = (p - \delta)^2$, $B = 0$. Пусть, например, $\alpha = 0$, тогда первое слагаемое из (4) для $X(p)$ преобразуется так:

$$\frac{x_0(p - \delta)}{A} = x_0 e^{\delta t} \cdot \cos Bt = x_0 e^{\delta t}, \quad (6)$$

второе слагаемое

$$\frac{\alpha y_0}{(p - \delta)^2} = \alpha y_0 t e^{\delta t}, \quad (7)$$

2) $\frac{1}{4}(\delta - \gamma)^2 + \alpha\beta > 0$.

Для случая 2) преобразуем числитель первого слагаемого в $X(p)$ системы (4):

$$\begin{aligned} x_0(p - \delta) &= x_0 p - x_0 \delta - x_0 \cdot \frac{1}{2}(\delta + \gamma) + x_0 \cdot \frac{1}{2}(\delta + \gamma) = x_0 \left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right) - x_0 \left(\delta - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right) = \\ &= x_0 \left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) - \frac{1}{2}x_0(\delta - \gamma) \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Тогда первое слагаемое преобразуется к виду:

$$\frac{x_0 \left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right)}{A} = x_0 e^{\frac{1}{2}(\delta + \gamma)t} \cdot c h B t. \quad (9)$$

Прибавив ко второму слагаемому в $X(p)$ системы (4) второе слагаемое из (8), деленное

на A , получим: $C = \frac{\alpha y_0 - \frac{1}{2}x_0(\delta - \gamma)}{A}$. Обозначим числитель этой формулы через D , т. е.

$$D = \alpha y_0 - \frac{1}{2}x_0(\delta - \gamma), \quad (10)$$

$$C = \frac{D}{B} \cdot \frac{B}{\left(p - \frac{1}{2}(\delta + \gamma) \right)^2 - B^2} = \frac{D}{B} e^{\frac{1}{2}(\delta + \gamma)t} \cdot sh B t. \quad (11)$$

Таким образом, с учетом (6) и (7) в случае 1) для $X(p)$ получаем оригинал:

$$x(t) = x_0 e^{\delta t} + \alpha y_0 t e^{\delta t} = e^{\delta t} (x_0 + \alpha y_0 t);$$

для случая 2) на основе (9) и (11) получаем:

$$x(t) = x_0 e^{\frac{1}{2}(\delta + \gamma)t} ch B t + \frac{D}{B} e^{\frac{1}{2}(\delta + \gamma)t} sh B t = e^{\frac{1}{2}(\delta + \gamma)t} \left(x_0 ch B t + \frac{D}{B} sh B t \right),$$

здесь B и D определяются, соответственно, по формулам (5) и (10).

Аналогично для $Y(p)$ получаем оригинал:

для случая 1)

$$y(t) = e^{\gamma t} (y_0 + \beta x_0 t);$$

для случая 2)

$$y(t) = e^{\frac{1}{2}(\delta - \gamma)t} \left(y_0 ch B t + \frac{D_1}{B} sh B t \right).$$

Здесь $D_1 = \beta x_0 + \frac{1}{2}y_0(\delta - \gamma)$, B определяется по формуле (5).

Таким образом, получено решение системы дифференциальных уравнений (1) операторным методом.

Результаты и обсуждение

Для пояснения разработанного метода рассмотрим условный пример. Пусть $t_0 = 1$, $x_0 = 50000$, $y_0 = 45000$, $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,03$, $\gamma = -0,02$, $\delta = -0,01$.

На рис. 1 построены графики изменения численностей x и y со временем.

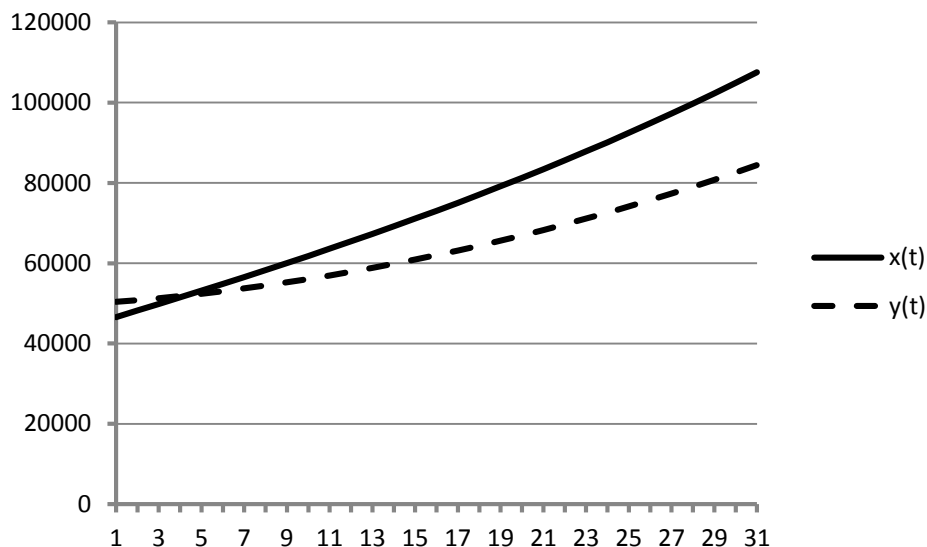


Рис. 1. Графики изменения численностей x и y со временем
 Fig. 1. Graphs of changes in numbers x and y over time

Проанализируем частный случай разработанной математической модели. Если $x'(t_0) = 0$ и $y'(t_0) = 0$, то из (1) следует, что

$$\begin{cases} \alpha = -\gamma \frac{x_0}{y_0}, \\ \beta = -\delta \frac{y_0}{x_0}, \\ \alpha \cdot \beta = \gamma \cdot \delta. \end{cases} \quad (12)$$

В этом случае

$$\begin{aligned} x(t) &= e^{\frac{1}{2}(\delta+\gamma)t} x_0 \left(ch \frac{1}{2}(\delta+\gamma)t - sh \frac{1}{2}(\delta+\gamma)t \right), \\ y(t) &= e^{\frac{1}{2}(\delta+\gamma)t} y_0 \left(ch \frac{1}{2}(\delta+\gamma)t - sh \frac{1}{2}(\delta+\gamma)t \right). \end{aligned}$$

Нетрудно показать, что производные первого порядка этих функций равны нулю, т. е. графики представляют собой параллельные прямые линии.

Наиболее близкими к разработанной модели являются модели, рассмотренные в статьях [Канищева, 2017, Руренко, 2017, Фирсова, Глухова, 2015]. В статье [Канищева, 2017] для получения решения анализируются условия равновесия системы дифференциальных уравнений, сама система не решается. В работе [Руренко, 2017] модель Ричардсона приводится к нелинейной управляемой системе дифференциальных уравнений. Для нахождения структуры оптимального управления строится гамильтониан и применяется принцип максимума Понтрягина. При применении такого математического аппарата модель становится очень сложной. Полученные решения, также как и в настоящем исследовании, содержат гиперболические функции. Громоздкость математического аппарата и отсутствие конкретного числового примера затрудняет анализ результатов данной работы. Решение модели Ричардсона, полученное в статье [Фирсова, Глухова, 2015] также основывается на устойчивости системы дифференциальных уравнений. В статье [Фирсова, Глухова, 2015] предложен метод задания коэффициентов системы.

Рассмотрение наиболее близких к разработанной в данном исследовании модели позволяет сделать вывод, что используемый в статье методологический подход является новым, наглядным и эффективным.

Дальнейшим направлением исследований является разработка модели многопартийной конкуренции (число партий больше двух), использование нечетких чисел в качестве коэффициентов системы. Представляет интерес рассмотрение коалиционной политики партий [Сидоров, 2016].

Заключение

Таким образом, в настоящей работе получены следующие результаты:

- 1) для описания конкуренции политических партий использована модифицированная модель Ричардсона в виде системы двух дифференциальных уравнений с четырьмя коэффициентами;
- 2) получено аналитическое решение динамической системы дифференциальных уравнений с помощью операторного метода;
- 3) для проверки разработанного алгоритма рассмотрен конкретный числовой пример;
- 4) проанализированы особенности применения и перспективы дальнейшего развития нового разработанного метода описания конкуренции политических партий.

Следует отметить, что выводы, полученные от математических моделей социально-экономических процессов, следует проверить эмпирически в реальных условиях.

Список литературы

1. Андрианова Е.Г., Головин С.А., Зыков С.В., Лесько С.А., Чукалина Е.Р. 2020. Обзор современных моделей и методов анализа временных рядов динамики процессов в социальных, экономических и социотехнических системах. Российский технологический журнал, 8 (4): 7–45. DOI <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-7-45>.
2. Гильманов В.В. 2017. Партийные модели рекрутирования правящих элит и лидеров. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология, 22 (271): 189–199.
3. Канищева О.И. 2017. Применение математических средств при моделировании военных конфликтов. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 8–1 (34–1): 200–204.
4. Михайлов А.П., Петров А.П., Прончева О.Г., Маревцева Н.А. 2017. Модель информационного противоборства в социуме при периодическом дестабилизирующем воздействии. Математическое моделирование, 29 (2): 23–32.
5. Остапенко В.В., Остапенко О.С., Беляева Е.Н., Ступницкая Ю.В. 2012. Математические модели борьбы партий за электорат или компаний за рынки сбыта. Кибернетика и системный анализ, 48 (6): 11–19.
6. Петров А.П., Прончева О.Г. 2019. Моделирование выбора позиций индивидами при информационном противоборстве с двухкомпонентной повесткой. Математическое моделирование, 31 (7): 91–108.
7. Петров А.П., Маслов А.И., Цаплин Н.А. 2015. Моделирование выбора позиций индивидами при информационном противоборстве в социуме. Математическое моделирование, 27 (12): 137–148.
8. Руренко Е.Н. 2017. Модель Ричардсона с управлением в одном частном случае. Advanced Science, 3: 123–129.
9. Сидоров В.В. 2016. Коалиционная политика политических партий в парламентских системах. Казань: Казан. ун-т, 149.
10. Фирсова И., Глухова Е. 2015. Математическая модель отношений между двумя государствами для решения проблем вооруженного конфликта. Финансовая жизнь, 1: 25–28.
11. Comissiong D.M.G., Sooknanan J. 2018. A review of the use of optimal control in social models. Internat. J. of Dynamics and Control, 6 (4): 1841–1846.

12. Dominiononi G., Marasco A., Romano A. 2018. A mathematical approach to study and forecast racial groups interactions: deterministic modeling and scenario method, 52: 1929–1956. DOI doi.org/10.1007/s11135-017-0581-9.
13. Kubiv S., Balanyuk Y. Copyright, Kubiv S., Balanyuk Y. 2020. Development of a mathematical model of conflict between the parties in the implementation of the offset transaction. Technology audit and production reserves, Socionet; Technology audit and production reserves, 2(4(52)): 28–31. DOI [10.15587/2312-8372.2020.201260](https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.201260).
14. Marevtseva N.A. 2017. Model' informatsionnogo protivoborstva v sotsiume pri periodicheskom destabiliziruyushchem vozdeystvii. Matematicheskoe modelirovanie, 29 (2): 23–32.
15. Misra A.K., Kumar A. 2012. A simple mathematical model for the spread of two political parties. Nonlinear Analysis: Modelling and Control, 17(3): 343–354.
16. Nyabadza F., Alassey T.Y., Muchatibaya G. 2016. Modelling the dynamics of two political parties in the presence of switching. SpringerPlus, 5: 1018. DOI <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2483-z>.
17. Petukhov A.Yu., Malkhanov A.O., Sandalov V.M., Petukhov Yu.V. 2018. Modeling conflict in a social system using diffusion equations Simulation, 94 (12): 1053–1061. DOI <https://doi.org/10.1177/0037549718761573>.
18. Rinaldi S., Della Rossa F. 2018. Conflicts among N armed groups: scenarios from a new descriptive model. Nonlinear Dynamics, 92 (3): 3–12. DOI doi.org/10.1007/s11071-017-3446-9.
19. Tsybulin V.G., Khosaeva Z.K. 2019. Mathematical model of political differentiation under social tension. Computer Research and Modeling, 11 (5): 999-1012. DOI [10.20537/2076-7633-2019-11-5-999-1012](https://doi.org/10.20537/2076-7633-2019-11-5-999-1012).
20. Winkel B. 2017. 2012-Misra-Mathematics Model for the Spread of Two Political Parties. <https://www.simiode.org/resources/4091>.

References

1. Andrianova E.G., Golovin S.A., Zykov S.V., Les'ko S.A., Chukalina E.R. 2020. Obzor sovremennykh modeley i metodov analiza vremennykh ryadov dinamiki protsessov v sotsial'nykh, ekonomicheskikh i sotsiotekhnicheskikh sistemakh [Review of modern models and methods for analyzing time series of process dynamics in social, economic, and sociotechnical systems]. Rossiyskiy tekhnologicheskii zhurnal [[Russian Technological Journal]], 8 (4): 7–45. DOI <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-7-45>.
2. Gil'manov V.V. 2017. Partiynnye modeli rekrutirovaniya pravyashchikh elit i liderov [Party models for recruiting ruling elites and leaders]. Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya. Politologiya [Belgorod State University Scientific bulletin. Issues Via in tempore. History and political science], 22 (271): 189–199.
3. Kanishcheva O.I. 2017. Primeneniye matematicheskikh sredstv pri modelirovanii voyennykh konfliktov [The use of mathematical tools in the modeling of military conflicts]. Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], 8–1 (34–1): 200–204.
4. Mikhaylov A.P., Petrov A.P., Proncheva O.G., Marevtseva N.A. 2017. Model' informatsionnogo protivoborstva v sotsiume pri periodicheskom destabiliziruyushchem vozdeystvii [The model of information warfare in society with periodic destabilizing effects]. Matematicheskoye modelirovaniye [Mathematical modeling], 29 (2): 23–32.
5. Ostapenko V.V., Ostapenko O.S., Belyayeva E.N., Stupnitskaya YU.V. 2012. Matematicheskiye modeli bor'by partiy za elektorat ili kompaniy za rynki sbyta [Mathematical models of the struggle of parties for the electorate or companies for sales markets]. Kibernetika i sistemnyy analiz [Cybernetics and System Analysis], 48 (6): 11–19.
6. Petrov A.P., Proncheva O.G. 2019. Modelirovaniye vybora pozitsiy individami pri informatsionnom protivoborstve s dvukhkomponentnoy povestkoy [Modeling the choice of positions by individuals in an information confrontation with a two-component agenda]. Matematicheskoye modelirovaniye [Mathematical modeling], 31 (7): 91–108.
7. Petrov A.P., Maslov A.I., Tsaplin N.A. 2015. Modelirovaniye vybora pozitsiy individami pri informatsionnom protivoborstve v sotsiume [Modeling of the choice of positions by individuals in the information confrontation in society]. Matematicheskoye modelirovaniye [Mathematical modeling], 27 (12): 137–148.

8. Rurenko E.N. 2017. Model' Richardsona s upravleniyem v odnom chastnom sluchaye [The Richardson model with control in one particular case]. *Advanced Science*, 3: 123–129.
9. Sidorov V.V. 2016. Koalitsionnaya politika politicheskikh partiy v parlamentskikh sistemakh [Coalition politics of political parties in parliamentary systems]. Kazan': Kazan. un-t, 149.
10. Firsova I., Glukhova E. 2015. Matematicheskaya model' otnosheniy mezhdu dvumya gosudarstvami dlya resheniya problem vooruzhennogo konflikta [A mathematical model of relations between two States for solving problems of armed conflict]. *Finansovaya zhizn'* [Financial Life], 1: 25–28.
11. Comissiong D.M.G., Sooknanan J. 2018. A review of the use of optimal control in social models. *Internat. J. of Dynamics and Control*, 6 (4): 1841–1846.
12. Dominiononi G., Marasco A., Romano A. 2018. A mathematical approach to study and forecast racial groups interactions: deterministic modeling and scenario method, 52: 1929–1956. DOI doi.org/10.1007/s11135-017-0581-9.
13. Kubiv S., Balanyuk Y. Copyright, Kubiv S., Balanyuk Y. 2020. Development of a mathematical model of conflict between the parties in the implementation of the offset transaction. *Technology audit and production reserves, Socionet; Technology audit and production reserves*, 2(4(52)): 28–31. DOI 10.15587/2312-8372.2020.201260.
14. Marevtseva N.A. 2017. Model' informatsionnogo protivoborstva v sotsiume pri periodicheskom destabiliziruyushchem vozdeistvii. *Matematicheskoe modelirovanie*, 29 (2): 23–32.
15. Misra A.K., Kumar A. 2012. A simple mathematical model for the spread of two political parties. *Nonlinear Analysis: Modelling and Control*, 17(3): 343–354.
16. Nyabadza F., Alassey T.Y., Muchatibaya G. 2016. Modelling the dynamics of two political parties in the presence of switching. *SpringerPlus*, 5: 1018. DOI https://doi.org/10.1186/s40064-016-2483-z.
17. Petukhov A.Yu., Malkhanov A.O., Sandalov V.M., Petukhov Yu.V. 2018. Modeling conflict in a social system using diffusion equations *Simulation*, 94 (12): 1053–1061. DOI https://doi.org/10.1177/0037549718761573.
18. Rinaldi S., Della Rossa F. 2018. Conflicts among N armed groups: scenarios from a new descriptive model. *Nonlinear Dynamics*, 92 (3): 3–12. DOI doi.org/10.1007/s11071-017-3446-9.
19. Tsybulin V.G., Khosaeva Z.K. 2019. Mathematical model of political differentiation under social tension. *Computer Research and Modeling*, 11 (5): 999-1012. DOI10.20537/2076-7633-2019-11-5-999-1012.
20. Winkel B. 2017. 2012-Misra-Mathematics Model for the Spread of Two Political Parties. <https://www.simiode.org/resources/4091>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ганичева Антонина Валериановна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физико-математических дисциплин и информационных технологий Тверской государственной сельскохозяйственной академии, г. Тверь, Россия

Ганичев Алексей Валерианович, доцент кафедры информатики и прикладной математики Тверского технического университета, г. Тверь, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Antonina V. Ganicheva, Candidate of Physical And Mathematical Sciences, Associate Professor, Department Physical And Mathematical Disciplines And Information Technology, Federal State Budgetary Educational Institution Of Higher Education «Tver State Agricultural Academy», Tver, Russian Federation

Aleksey V. Ganichev, Associate Professor, Department Of Informatics And Applied Mathematics, Federal State Budgetary Educational Institution Of Higher Education «Tver State Technical University», Tver, Russian Federation

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

УДК 004.85

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-350-359

Метод выбора модели машинного обучения на основе устойчивости предикторов с применением значения Шепли

Воробьев А.В.

Курский государственный университет
Россия, г. Курск, ул. Радищева, 33
E-mail: 505216@inbox.ru

Аннотация. В статье рассмотрено использование вектора Шепли в регрессионном анализе как метода, снижающего дестабилизирующее воздействие мультиколлинеарности предикторов, а также его применение в интерпретации машинного обучения. Определены ограничения его применения. На основе значений Шепли предложен метод выбора стабильной модели, позволяющий стабилизировать показатели точности моделей при искажении предикторов и шумов, повышать показатели точности при снижении набора данных на классических и модернизированных ансамблевых алгоритмах. Испытания разработанного алгоритма проводились как на синтезированных, так и на общедоступных популярных DataSet для машинного обучения, с различной размерностью по количеству атрибутов и периодам наблюдений. В экспериментах наблюдался устойчивый положительный эффект, выраженный в сокращении взвешенной абсолютной процентной ошибки прогнозирования и рост данного эффекта при увеличении атрибутивной размерности выборки. Предложенный алгоритм может выступать в качестве инструмента повышения эффективности ансамблевых алгоритмов машинного обучения, в том числе в высокоэффективных и высокоскоростных.

Ключевые слова: машинное обучение, ансамблевые алгоритмы, значение Шепли, точность модели, устойчивость к шуму данных.

Для цитирования: Воробьев А.В. 2021. Метод выбора модели машинного обучения на основе устойчивости предикторов с применением значения Шепли. Экономика. Информатика, 48 (2): 350–359. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-350-359.

Feature stability based machine learning model selection method with usage of Shapley values

Alexander V. Vorobyev

Kursk State University
Russia, Kursk, 33 Radisheva St,
E-mail: 505216@inbox.ru

Abstract. In this article the usage of Shapley vectors in regression analysis as a method to reduce destabilizing impact of feature multicollinearity and its usage in interpreting machine learning results is considered. The limitations of its application were defined. A Shapley value based method of stable model selection, allowing for stabilization of models' precision in event of feature and noise distortion, and for increasing precision of classic and innovative ensemble algorithms while shrinking the dataset is proposed. The developed algorithm was tested on both synthetic and publicly available popular machine learning datasets with different amounts of attributes and observation periods. The experiments showed a stable positive effect of decreasing WMAPE and increasing of the effect upon increasing the feature amount of sampling. The suggested algorithm can be

used as a tool to increase the efficiency of the ensemble machine learning algorithms, including the high-speed and high-efficiency algorithms.

Keywords: machine learning, ensemble algorithms, Shapley value, model precision, data noise resistance.

For citation: Vorobev A. 2021. Feature stability based machine learning model selection method with usage of Shapley values. Economics. Information technologies, 48 (2): 350–359. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-350-359.

Введение

Увеличение доступности и широкое внедрение машинного обучения как эффективного инструмента прогнозирования определяют особое внимание научного сообщества к проблемам выбора предикторов. Наряду с требованиями к высокой точности моделей формируется потребность в устойчивости к шуму в данных.

В данной статье мы предлагаем и анализируем новую и эффективную стабильную процедуру выбора предикторов, обеспечивающую рост точности и повышения устойчивости моделей машинного обучения, основанных на ансамблевых алгоритмах.

Мультиколлинеарность предикторов и значение Шепли

Одной из основных причин нестабильности прогностических моделей является мультиколлинеарность предикторов [Mason, 1991]. В последнее время одной из наиболее признанных концепций решения представленной проблемы в литературе является значение Шепли [Landinez-Lamadrid и др., 2017]. Применение данного метода в регрессионном анализе позволяет получить коэффициенты скорректированной регрессии, не подверженные дестабилизирующим воздействиям линейной зависимости между предикторами и влиянию случайных величин [Михеенко и др., 2020].

Подход Шепли состоит в том, чтобы рассмотреть пространство всех игр, в которые может играть некоторый потенциально очень большой набор игроков (U). В конкретной игре v фактически вовлеченные игроки содержатся в любой выборке, которая является подмножеством N из числа U , такой, что $v(S) = v(S \cap N)$ для любого подмножества игроков $S \subset U$. Если выборка N для игры v не содержит некоторого игрока i , то i является нулевым игроком, потому что i не влияет на выигрыш $v(S)$ любой коалиции S . Таким образом, любой набор, содержащий выборку, сам по себе является выборкой игры, и всякий игрок, не входящий во все выборки, является нулевым игроком.

Шепли определил значение для игр как функцию, которая присваивает каждой игре v число $\phi_i(v)$ для каждого i в U . Он предложил, чтобы такая функция подчинялась трем аксиомам. Аксиома симметрии требует, чтобы позиции игроков не имели роли в определении значения, которое должно быть чувствительным только к тому, как характеристическая функция реагирует на присутствие игрока в коалиции. В частности, аксиома симметрии требует, чтобы игроки, к которым одинаково относится характеристическая функция, одинаково относились и к значению.

Вторая аксиома, обычно называемая аксиомой выборки, определяет, чтобы сумма $\phi_i(v)$ по всем игрокам i в любом векторе N равнялась $v(N)$. Поскольку это должно иметь место для любого вектора, это означает, что $\phi_i(v) = 0$, если i является нулевым игроком в v . Иногда эта аксиома определяется как состоящая из двух частей: аксиомы эффективности ($\sum_{i \in N} \phi_i(v) = v(N)$ для некоторого вектора N) и аксиомы нулевого игрока («Аксиомы болвана»).

Третья аксиома – аддитивности, требует, чтобы для любых игр v и w , $\phi(v) + \phi(w) = \phi(v + w)$ (то есть $\phi_i(v) + \phi_i(w) = \phi_i(v + w)$ для всех i в U , где игра $[v + w]$ определяется как $[v + w](S) = v(S) + w(S)$ для любой коалиции S). Эта аксиома определяющая, как значения различных игр должны быть связаны друг с другом, является демонстрацией существования



уникальной функции ϕ , определенной на пространстве всех игр, которая удовлетворяет этим трем аксиомам.

Самый простой способ понять, почему эта функция существует и уникальна, – это представить характеристическую функцию v как вектор с 2^U-1 компонентами, по одному для каждого непустого подмножества U . Тогда множество G всех (не обязательно супераддитивных) характеристических функций игр совпадает с евклидовым пространством размерности 2^U-1 . Аксиома аддитивности гласит, что если мы знаем функцию значения на некотором множестве игр, составляющих аддитивный базис для G , то мы можем определить значение для любой игры.

Набор игр, позволяющий достичь этого – это набор, состоящий из игр v_R , определенных для каждого подмножества R из U

$$v_R(S) = 1 \quad \text{если } R \subset S, \\ = 0 \quad \text{в остальных случаях.}$$

Любой игрок, не входящий в R , является нулевым игроком в этой игре, которую иногда называют «чистым торгом» или игрой «единодушия» между игроками в R , потому что все они должны договориться между собой, как разделить имеющееся богатство.

Поскольку все игроки в R симметричные, аксиома симметрии требует, чтобы $\phi_i(v_R) = \phi_j(v_R)$ для всех i и j в R , а аксиома нулевого игрока определяет $\phi_k(v_R) = 0$ для всех k , не в R , тогда аксиома эффективности позволяет сделать вывод, что $\phi_i(v_R) = 1/r$ для всех i в R , где r – количество игроков в R . (Для любой конечной коалиции S обозначим через s число игроков в S .) Таким образом, значение однозначно определено для всех игр вида v_r или для игр вида cv_r для любого числа c (где $cv_r(S) = c$, если $R \subset S$ и 0 в противном случае). (cv_r является супераддитивным, когда c неотрицателен.)

Однако, игры v_r формируют основу для множества всех игр, потому что есть 2^U-1 из них, по одному для каждого непустого подмножества R из U , и потому что они линейно независимы. Следовательно, любая игра v может быть записана как сумма игр в форме cv_r . Аксиома аддитивности подразумевает, что существует единственное значение, подчиняющееся аксиомам Шепли, определенным на пространстве всех игр.

Шепли показал, что это уникальное значение ϕ

$$\phi_i(v) = \sum_{S \subset N} \frac{(S-1)!(n-S)!}{n!} [v(S) - v(S-i)], \quad (1)$$

где N – любая конечная выборка, с $|N| = n$. Эта формула выражает значение Шепли для игрока i в игре v как взвешенную сумму членов вида $[v(S) - v(S-i)]$, которые являются предельным вкладом i -го игрока в коалиции S .

Фактически, $\phi_i(v)$ можно интерпретировать как ожидаемый предельный вклад игрока i , где распределение коалиций возникает определенным образом [The Shapley value, 1988].

Использование вектора Шепли в регрессионном анализе осуществляется посредством задания характеристической функции через значение коэффициента детерминации [Михеенко и др., 2020].

Значение Шепли в интерпретация машинного обучения и критика метода

За счет значений Шепли возможно достаточно точно рассчитать вклад каждого игрока в возможные коалиции. Тем не менее некоторые авторы подчеркивали их вычислительную сложность, так как из уравнения 1 видно, что способ вычисления значения определяется только после вычисления всех возможных коалиций, которые для n числа игроков равны 2^U-1 . Ряд исследователей разработали усовершенствованные алгоритмы для решения этой

сложной задачи. В первую очередь научные изыскания сконцентрированы в области создания эффективных конструкций с алгоритмами проектирования, позволяющими снизить вычислительную нагрузку [Landinez-Lamadrid и др., 2017]. Данная тенденция наряду с распространением формы объяснения моделей машинного обучения через оценку важности факторов, при которой каждому фактору приписывается некое значение, пропорциональное вкладу фактора в предсказание, становится определяющим в востребованности методов, основанных на применении значений Шепли [Luke Merrick и др., 2020].

В последнее время появилось несколько основанных на использовании значений Шепли методов сопоставления предсказания модели и ее входных факторов. Среди них выделяются SHAP, KernelSHAP, TreeSHAP, QII, andIME. В применении значений Шепли для моделей машинного обучения ключевую роль играет создание такой игры, в которой игроками будут факторы модели, а значение выигрыша будет равно предсказанию модели. Благодаря сильным аксиоматическим гарантиям, такой метод рассматривается, как, де-факто, подход к определению важности факторов, причем некоторые исследователи даже предполагают, что это может быть единственный метод, не противоречащий требованию «права на объяснение» в регламентах, таких как «Общий Регламент По защите Данных» [Aas K. и др., 2019].

Вместе с этим, в исследовании Люка Меррика и Анкура Тали (Fiddler Labs, Palo Alto, USA, 2020) было определено, что при использовании значения Шепли при интерпретации моделей машинного обучения, в случае когда функция коррелирует с предсказанием модели на входных данных, формулировка игры приводит к ненулевой атрибуции функции независимо от того, влияет ли функция непосредственно на прогноз. В своем исследовании Люк Меррик и Анкура Тали установили присутствие случаев с противоестественным характером оценок важности факторов: «...метод SHAP определяет высокую важность фактора, который не имеет отношения к функционированию модели...».

Таким образом на практике интерпретация Шепли может давать «ложноположительные» результаты по важности предикторов.

Многоцикличная интерпретация модели

Алгоритмом, разрешающим проблему наличия вероятности ошибочной интерпретации важности фактора посредством использования векторов Шепли, может выступать разработанный нами выбор стабильной модели на основе метода Шепли (Selecting Stable Model SHAP (SSMS)).

Алгоритм SSMS основан на многоцикличном построении моделей, в которых посредством диапазоной доступности информации в обучающем наборе данных и комбинаций гиперпараметров обеспечивается различная точность, фиксирующаяся по завершению обучения. После построения поочередно вычисляются значения Шепли для объяснения предсказаний каждой модели.

Алгоритм формирует массив данных положений каждого предиктора на векторе важности факторов каждой модели с соответствующим значением ошибки данной модели. Сумма произведений данных показателей для соответствующего предиктора определяет его коэффициент устойчивости в рамках текущего моделирования в массиве всех заложенных атрибутов.

В общем виде цикл алгоритма имеет вид:

Входные параметры

T_x: набор входных предикторов для обучения.

T_y: набор значений целевой переменной для обучения.

E_x: набор значений входных предикторов для оценки точности модели.

E_y: набор значений целевой переменной для оценки точности модели.

Sp: стартовый размер доли T_x для обучения [0.0, 1.0].

AML – соответствующий ансамблевый алгоритм машинного обучения.

n – количество атрибутов выборки.

```
importances <- int A []=Tx.columns # изначально важность входных предикторов равна 0 при
Sp < 1.0 выполнять:
tx_cut <- Sp*Tx
ty_cut <- Sp*Ty
model <- AML(tx_cut, ty_cut) # Тренировать AML-регрессор/классификатор на
усеченном наборе данных
wape <- WAPE(model, ex, ey) # оценить ошибку модели по методике WAPE
tree_explainer <- shap.TreeExplainer(model) # подготовить объяснение для обученной
модели
shap_vals <- tree_explainer.shap_values(tx) # получить вектора важности для
каждого вектора входных данных
weighted_factor_importances <-  $\sum$  (shap_vals*|1.0-wape|) # получить результаты
сумм произведений ординатных значений многомерного массива shap_vals и условного модуля
точности соответствующей модели.
//
Sp <- Sp + 0.01 # шаг повышения диапазоновой доступности информации в
обучающем наборе данных
// повторение цикла
sorted_importances <- СОПТИРОВКА(weighted_factor_importances) # направление =
«по убыванию»; в переменной sorted_importances будет сохранен отсортированный список
факторов по их важности.
ВОЗВРАТ sorted_importances # вернуть отсортированный список вызывающей
функции.
```

В процессе выполнения цикла алгоритма больший вес получают атрибуции более точных моделей. Произведение массива атрибуций и точности мы определяем как «взвешенная важность факторов». Количество циклов может быть задано как сумма прогрессии количества атрибутов (n), так и пользователем в зависимости от задачи.

SSMS и устойчивость моделей

В целях проверки работы алгоритма и его воздействия на устойчивость моделей был сгенерирован тестовый набор данных, сформированный на 50 % из случайных не связанных величин, другая половина DataSet функционально связана с целевой переменной угловыми коэффициентами, заданными с экспоненциальным снижением. Связанные предикторы заданы случайными величинами в диапазоне аналогичном генерации несвязанных переменных (в целях усиления воздействия «шума»).

Алгоритм SSMS был построен в языковой среде Python и применен к наиболее распространенным и популярным алгоритмам машинного обучения – классу ансамблевых алгоритмов [Багутдинов и др. 2020; Guolin Ke и др. 2017]:

DecisionTreeRegressor (DTR) – алгоритм дерева решений.

BaggingRegressor (BR) – алгоритм бэггинга – ансамблевый мета-алгоритм, объединяющий предсказания из нескольких деревьев решений с помощью механизма «голосования большинством голосов» [Simske, 2020].

RandomForestRegressor (RFR) – алгоритм случайного леса – алгоритм на основе бэггинга, в котором подмножество объектов выбирается случайным образом для построения леса или ансамбля деревьев решений [Ghasemi и др. 2013].

XGBoost (XGB) – алгоритм машинного обучения, основанный на дереве поиска решений и использующий фреймворк градиентного бустинга. Разработан в рамках исследовательской деятельности Вашингтонского Университета, опубликован на конференции SIGKDD в 2016 году. Системно оптимизирован в параллелизации циклов выполнения алгоритмов бустинга и использовании параметра глубины вместо критерия

отрицательной потери для отсечения ветвей деревьев [Tianqi Chen и др., 2016]. XGBoost использует регуляризацию, схожую с ElasticNet (Elastic net regularization) – с целью исключения переобучения штрафуются сложные модели, использующие регуляризацию LASSO (L1) [Vochkarev и др. 2018] и Ridge-регуляризацию (L2) [Hoerl, 1987]. При работе со взвешенным DataSet оптимальные точки разделения в алгоритме находятся посредством метода взвешенных квантилей.

LightGBM (LGBMR) – алгоритм, разработанный в 2016 году исследовательской группой компании Майкрософт (Microsoft Research), опубликован в журнале «Достижения в области нейронных систем обработки информации» (Advances in Neural Information Processing Systems) в 2017 году. Алгоритм имеет доказанную повышенную скорость реализации градиентного бустинга (относительно других алгоритмов, в т. ч. XGB) благодаря своему уникальному методу построения деревьев и оптимизации памяти и вычислений на основе гистограмм.

Устойчивость к снижению данных

Для проверки воздействия алгоритма SSMS на точность прогноза при снижении набора данных были проведены замеры взвешенной абсолютной процентной ошибки прогнозирования (WAPE) при обучении на полном DataSet и на усеченном наборе, составляющем 10 % от выборки.

При применении SSMS определяется рост качества прогноза по всем анализируемым алгоритмам (рис. 1).

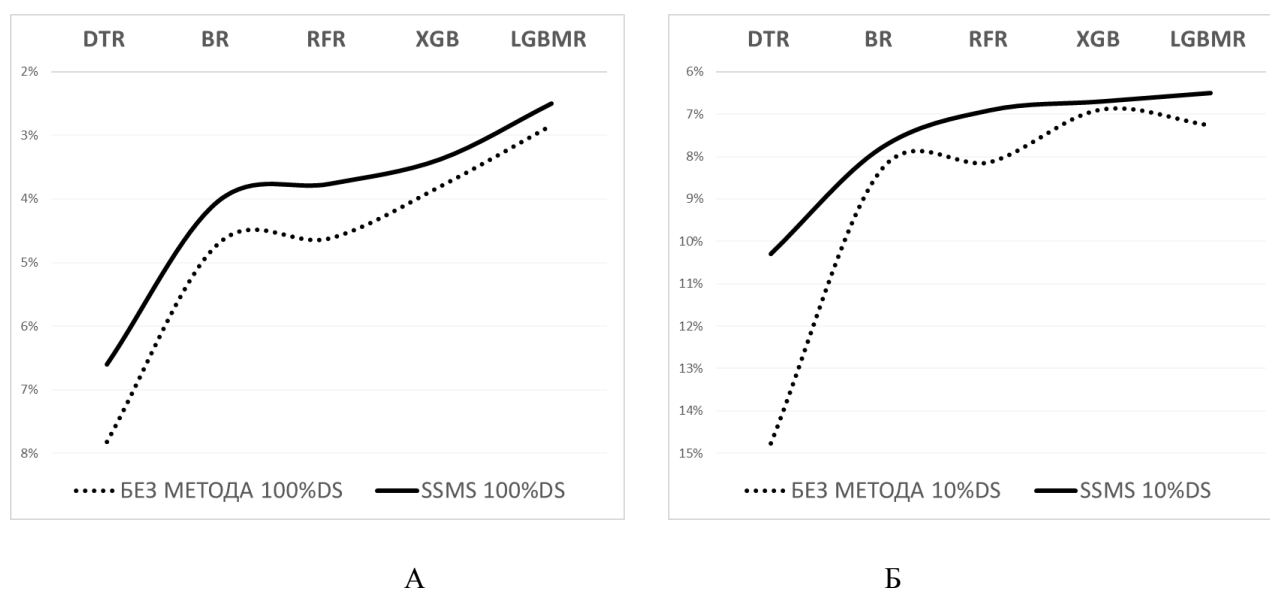


Рис. 1. WAPE при применении SSMS и без него по основным ансамблевым алгоритмам при обучении на полном тестовом наборе данных (А) и усечённом наборе (Б)
Fig. 1. WAPE of main ensemble algorithms trained on full dataset (A) and on sliced dataset (B) with SSMS and without it

SSMS улучшает показатели точности при снижении набора данных даже на улучшенных и модернизированных ансамблевых алгоритмах. Так высокоэффективный «древесный» алгоритм LightGBM имеет внедренные методы GOSS (Gradient-based One-Side Sampling – определяющий исключение значительной части данных с небольшими градиентами) и EFB (Exclusive Feature Bundling – связывающий взаимоисключающие функции) [Guolin Ke и др. 2017], однако и в нем реализован потенциал снижения WAPE, посредством применения SSMS.

Устойчивость к искажению предикторов

Имитация дестабилизации вводных параметров достигалась путем попеременного искажены предикторов на случайную величину в диапазоне всех переменных тестового набора.

При применении SSMS определяется рост качества прогноза по большинству анализируемым алгоритмам (рис. 2)

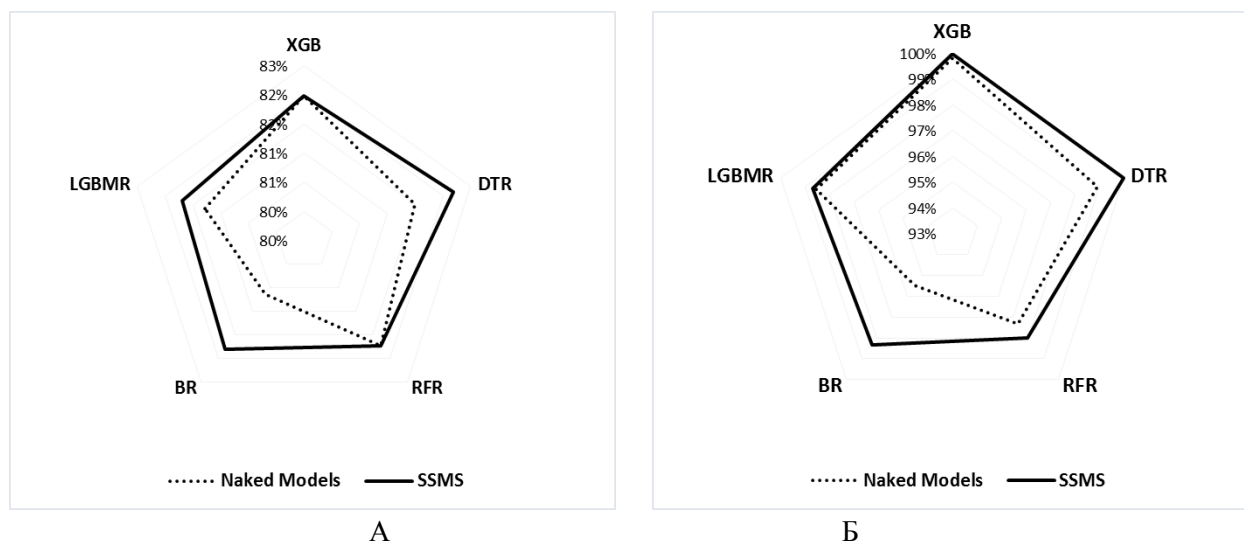


Рис. 2. Точность прогноза моделей при искажении предикторов, функционально связанных с целевой переменной (А) и искажении случайных величин, добавленных в набор для обучения (Б)
 Fig. 2. Forecast precision of models upon distorting functionally relevant features (A) and distorting random features added into the training set (B)

В случае искажения функционально связанных переменных (истинных предикторов) SSMS повышает точность прогноза алгоритмов дерева решений, бэггинга и LightGBM, неизменной остается точность моделей, построенных по алгоритмам случайного леса и градиентного бустинга (XGB). При искажении несвязанных переменных (шума) применение SSMS не оказывает выраженного положительного воздействия на алгоритмы XGB и LightGBM, по остальным моделям позволяет повысить точность прогноза.

Проверка алгоритма в несинтезированных наборах

В целях анализа работы метода SSMS с наборами данных различной размерности мы провели эксперимент с популярными DataSet для машинного обучения в задачи регрессии: FIFA 19 complete player dataset (размерность: 84 атрибута x 18000 записей); Cancer Linear Regression Model Tutorial (размерность: 36 x 3048); Life Expectancy (WHO) (размерность: 21 x 2938) [Конкурсная платформа, 2020; Ресурс открытых данных, 2020].

В проведенных экспериментах наблюдается выраженное сокращение WAPE при росте атрибутивной размерности выборки и соответствующие снижение результативности SSMS при ограниченном количестве предикторов (см. рис.3).

Снижение WAPE достигает до четверти от первоначальных величин на наборе данных со значительным количеством атрибутов. SSMS позволяет отбирать модели, включающие исключительно важные предикторы, игнорируя шум, что и определяет наблюдаемую зависимость. Аналогичные результаты фиксировались и при решении задач классификации.

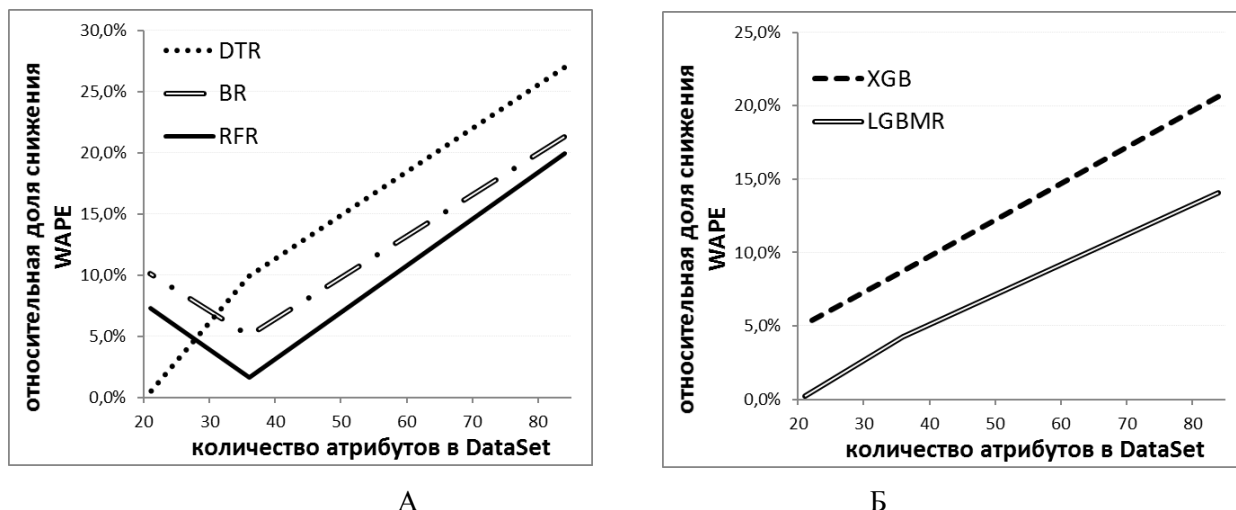


Рис. 3 – относительное снижение WAPE с применением SSMS (к значениям WAPE моделей построенных без SSMS) по «классическим» (А) и модернизированным (Б) ансамблевым алгоритмам
 Fig. 3. Relative (to WAPE of models trained without SSMS) decrease of WAPE with SSMS on "classic" (A) and innovative ensemble algorithms (B)

Заключение

Предложенный алгоритм выбора стабильной модели на основе значений Шепли (SSMS) позволяет повышать показатели точности при снижении набора данных на классических и модернизированных ансамблевых алгоритмах.

SSMS стабилизирует показатели точности моделей при искажении предикторов и шумов в большинстве ансамблевых алгоритмов, в том числе в высокоэффективном и высокоскоростном алгоритме LightGBM.

С ростом размерности выборки по количеству атрибутов растет эффективность применения предложенного алгоритма, определяемая процедурой выбора стабильно важных по значению Шепли предикторов.

Ограничением использования SSMS является повышенная ресурсоемкость метода относительно моно-использования ансамблевых алгоритмов при динамическом обновлении и переобучении. В случае приоритизации точности моделей над ресурсоемкостью, ограниченном по количеству записей DataSet, либо в случае высокой варьированности ключевых предикторов, SSMS может выступать в качестве инструмента повышения эффективности ансамблевых алгоритмов машинного обучения.

Список литературы

1. Багутдинов Р.А., Саргсян Н.А., Краснопахтыч М.А. 2020. Аналитика, инструменты и интеллектуальный анализ больших разнородных и разномасштабных данных. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 47 (4): 792–802.
2. Конкурсная платформа по исследованию данных Kaggle Machine Learning Competition Platform (Google). 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets> (Дата обращения 04.10.2020).
3. Михеенко А.М., Савич Д.С. 2020. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. № 2. 84–94.
4. Ресурс данных для машинного обучения Data.world. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://data.world/> (Дата обращения 26.11.2020).
5. Aas K., Jullum M., Løland A. 2021. Explaining individual predictions when features are dependent: More accurate approximations to shapley values. Artificial Intelligence. 298:103502. DOI10.1016/j.artint.2021.103502.



6. Alvin E. Roth. 1988. *The Shapley value: essays in honor of Lloyd S. Shapley*. Cambridge University Press. ISBN0-521-36177-X.
7. Bochkarev V., Tyurin V., Savinkov A., Gizatullin B. 2018. Application of the LASSO algorithm for fitting the multiexponential data of the NMR relaxometry. *Journal of Physics Conference Series*. 1141(1):012148. DOI10.1088/1742-6596/1141/1/012148.
8. Chen T., Guestrin C. 2016. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. arXiv:1603.02754. DOI 10.1145/2939672.2939785.
9. Ghasemi J.B. Tavakoli H. 2013. Application of Random Forest Regression to Spectral Multivariate Calibration. *Analytical Methods*. 5 (7):1863–1871. DOI10.1039/C3AY26338J.
10. Hoerl R. 1987. The Application of Ridge Techniques to Mixture Data: Ridge Analysis. *Technometrics*. 29 (2):161–172. DOI10.1080/00401706.1987.10488207.
11. Ke G., Meng Q., Finley T., Wang T., Chen W., Ma W., Ye Q., Tie-Yan Liu. 2017. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree. *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS)*.
12. Landinez-Lamadrid D.C., Ramirez-Ríos D.G., Neira Rodado D., Parra Negrete K. and Combita Niño J.P. 2017. Shapley Value: its algorithms and application to supply chains. *INGE CUC*, 13 (1): 61–69.
13. Mason Ch. H., Perreault Jr. W.D. 1991. Collinearity, power, and interpretation of multiple regression analysis. *Journal of Marketing Research*. 28: 268–280.
14. Merrick L. and Taly A. 2020. *The Explanation Game: Explaining Machine Learning Models Using Shapley Values*. Fiddler Labs, Palo Alto, USA. arXiv:1909.08128. DOI10.1007/978-3-030-57321-8_2.
15. Simske S. J. 2015. The rationale for ensemble and meta-algorithmic architectures in signal and information processing. *APSIPA Transactions on Signal and Information Processing*. 4: 1–9. DOI10.1017/ATSIP.2015.10.

References

1. Baguydinov R.A., Sargsyan N.A., Krasnoplhtysh M.A. 2020. Analitika, instrumenty i intellektualny analiz bolshih raznorodnyh i raznomasshtabnyh dannyh. [Analytics, tools, and intelligent analysis of large heterogeneous and multi-scale data]. *Scientific Bulletin of the Belgorod State University. Series: Economics. Computer science*. 47 (4): 792–802.
2. Konkursnaya platforma po issledovaniyu dannyh Kaggle Machine Learning Competition Platform (Google). [Competitive Data Research Platform Kaggle Machine Learning Competition Platform (Google)] 2020. [Electronic resource]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets> (Date of access 04.10.2020).
3. Mikheenko A.M., Savich D.S. 2020. *Vestnik Baltiyskogo Federalnogo Universiteta im. Kanta* [Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant.] Ser.: Physical-mathematical and technical sciences. № 2. 84–94.
4. Machine learning training data source Data.world. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://data.world/> (Date of access 26.11.2020).
5. Aas K., Jullum M., LØland A. 2021. Explaining individual predictions when features are dependent: More accurate approximations to shapley values. *Artificial Intelligence*. 298:103502. DOI10.1016/j.artint.2021.103502.
6. Alvin E. Roth. 1988. *The Shapley value: essays in honor of Lloyd S. Shapley*. Cambridge University Press. ISBN0-521-36177-X.
7. Bochkarev V., Tyurin V., Savinkov A., Gizatullin B. 2018. Application of the LASSO algorithm for fitting the multiexponential data of the NMR relaxometry. *Journal of Physics Conference Series*. 1141(1):012148. DOI10.1088/1742-6596/1141/1/012148.
8. Chen T., Guestrin C. 2016. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. arXiv:1603.02754. DOI 10.1145/2939672.2939785.
9. Ghasemi J. B. Tavakoli H. 2013. Application of Random Forest Regression to Spectral Multivariate Calibration. *Analytical Methods*. 5(7):1863–1871. DOI10.1039/C3AY26338J.
10. Hoerl R. 1987. The Application of Ridge Techniques to Mixture Data: Ridge Analysis. *Technometrics*. 29 (2):161–172. DOI10.1080/00401706.1987.10488207.
11. Ke G., Meng Q., Finley T., Wang T., Chen W., Ma W., Ye Q., Tie-Yan Liu. 2017. LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree. *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS)*.



12. Landinez-Lamadrid D.C., Ramirez-Ríos D. G., Neira Rodado D., Parra Negrete K. and Combita Niño J.P. 2017. Shapley Value: its algorithms and application to supply chains. INGE CUC, 13 (1): 61–69.
13. Mason Ch. H., Perreault Jr. W.D. 1991. Collinearity, power, and interpretation of multiple regression analysis. Journal of Marketing Research. Vol. 28. 268–280.
14. Merrick L. and Taly A. 2020. The Explanation Game: Explaining Machine Learning Models Using Shapley Values. Fiddler Labs, Palo Alto, USA. arXiv:1909.08128. DOI10.1007/978-3-030-57321-8_2.
15. Simske S. J. 2015. The rationale for ensemble and meta-algorithmic architectures in signal and information processing. APSIPA Transactions on Signal and Information Processing. 4: 1–9. DOI10.1017/ATSIP.2015.10.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Воробьев Александр Викторович, аспирант
кафедры ПОАИС Курского государственного
университета, г. Курск, Россия

Alexander V. Vorobyev, Postgraduate Cathedra of SISA,
Kursk State University, Kursk, Russia

УДК 004.94,623.618.3,338.24

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-360-375

Внутриуровневая и межуровневая согласованность в многоуровневых распределенных системах управления региональной безопасностью

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. Работа является логическим продолжением исследований, направленных на развитие методов и средств математического и компьютерного моделирования многоуровневых распределенных систем обеспечения региональной безопасности для повышения их эффективности на основе координации децентрализованного управления в этих системах. В ходе этих исследований была разработана агентная многоуровневая рекуррентная иерархическая модель управления безопасностью региона, основанная на функционально-целевом подходе и формальном аппарате теории иерархических многоуровневых систем, что обеспечивает согласование локальных решений децентрализованного управления на всех уровнях принятия решений. В работе предложены подход и модели внутриуровневой и межуровневой координации управления в многоуровневых распределенных системах обеспечения региональной безопасности. Эти модели могут найти применение и для других актуальных приложений в различных предметных областях. Приводятся основные теоремы и их доказательства, составляющие основу предлагаемых моделей координации.

Ключевые слова: многоуровневая распределенная система, управление, обеспечение региональной безопасности, координация, математическое моделирование.

Благодарности: результаты получены в рамках выполнения государственного задания ИИММ КНЦ РАН (№ 0226-2019-0035). Практическая реализация разработок для задач построения системы обеспечения безопасности регионального горно-химического кластера поддержана РФФИ (проект 19-07-01193-а).

Для цитирования: Маслобоев А.В. 2021. Внутриуровневая и межуровневая согласованность в многоуровневых распределенных системах управления региональной безопасностью. Экономика. Информатика, 48 (2): 360–375. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-360-375.

Intralayer and interlayer coordination in multi-level distributed management systems of regional security

Andrey V. Masloboev

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. The research logically proceeds with the earlier studies devoted to development of mathematical and computer modeling aids and methods for multi-level distributed systems of regional security management support for the purpose of its efficiency enhancement by the decentralized control coordination in these systems. In the course of these studies an agent-based multi-level recurrent hierarchical model for regional security management based on the functional-target approach and formal apparatus of multi-level hierarchical system theory has been developed. That provides local decisions coordination under decentralized security

management at all levels of decision-making. An approach and models of intralayer and interlayer control coordination in the multi-level distributed management systems of regional security support are proposed. These models can be used for other urgent applications in various object domains. The fundamental theorems and its proving, that form the foundations of the proposed coordination models, are represented.

Keywords: multi-level distributed system, management, regional security support, coordination, mathematical modeling.

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 security management system engineering of mining and chemical cluster of the region was sponsored by the Russian Foundation for Basic Research under grant No. 19-07-01193-A.

For citation: Masloboev A.V. 2021. Intralayer and interlayer coordination in multi-level distributed management systems of regional security. *Economics. Information technologies*, 48 (2): 360–375. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-360-375.

Введение

Сегодня актуальной проблемой является повышение эффективности современных систем обеспечения безопасности как на региональном и федеральном, так и на международном уровне. Эти системы относятся к классу многоуровневых распределенных систем с переменной структурой и децентрализованным управлением. Они характеризуются динамичностью и неоднородностью элементной базы, сложностью формализации, многоаспектностью и взаимосвязанностью протекающих в них процессов. Как показывает общемировая практика, согласованность принимаемых на разных уровнях управленческих решений и полнота ситуационной осведомленности всецело определяют эффективность работы современных систем обеспечения безопасности. При этом решение проблемы затрудняется еще и тем, что при управлении безопасностью сложных объектов в социально-экономической сфере все не может быть заранее учтено и спланировано. Так, на региональном уровне возникновение практически любой дестабилизирующей ситуации способно оказать непосредственное влияние на состояние систем более высокого уровня и привести к негативным последствиям в их функционировании. Поэтому для обоснования и введения новых форм управления и способов организации взаимодействия компонентов многоуровневых распределенных систем при обеспечении региональной безопасности в интересах повышения эффективности этих систем в последние десять лет активно стали развиваться модели и методы координации децентрализованного принятия решений в приложении к сети ситуационных центров региона [Маслобоев, Путилов, 2016].

Внутриуровневая и межуровневая несогласованность локально принятых решений сетецентрического управления безопасностью снижает оперативность и своевременность отклика системы обеспечения безопасности в условиях воздействия множественных угроз на состояние развития региональных компонентов. Вместе с тем это может отрицательно сказаться на выборе антикризисных мер и эффективности их реализации. Проблемы согласования интересов и координации взаимодействия участников процессов управления социально-экономическими системами являются многоаспектными в силу сложности этих систем и протекающих в них процессов. Интерес к этим вопросам в настоящее время повышается, что подтверждается их широким обсуждением с различных точек зрения, как в отечественных [Кузьмин и др., 1991; Ириков, Тренев, 1999; Гилев и др., 2002; Маслобоев, Путилов, 2016; Михайлов, 2016; Дубина и др., 2019], так и в зарубежных [Месарович и др., 1973; Petit, 1975; Vijay et. al., 2005; Johansson, Rantzer, 2012; van Schuppen, Villa, 2015; Mahmoud, 2017; Liu, Liu, 2017; Ma et. al., 2018] исследованиях. При этом анализ научной литературы по этой проблематике свидетельствует о том, что можно выделить критические

области, для которых координация является относительно новой и приоритетной задачей. Такой перспективной областью является управление региональной безопасностью. Идеологическая и методологическая сторона вопроса изложена в работах [Маслобоев и др., 2014; Маслобоев и др., 2015]. На поиск решений задач координации в данной предметной области направлена настоящая работа, являющаяся логическим продолжением предыдущих исследований [Маслобоев, Путилов, 2016; Маслобоев и др., 2014; Маслобоев и др., 2015] по вопросам структурно-функционального синтеза и координации управления в системах обеспечения региональной безопасности.

В статье приводятся основные теоремы и их доказательства, составляющие основу разработанных моделей внутриуровневой и межуровневой координации многоуровневых распределенных систем управления, адаптированных для задач обеспечения региональной безопасности. Эти модели могут быть также использованы в различных приложениях теории координации.

Теоретические основы исследования

С позиции теории управления организационными системами центральной задачей для сетевых систем ситуационного управления безопасностью является согласование интересов (целевых функций) всех участников процесса принятия решений, децентрализованных на различных уровнях организации системы и взаимодействующих с подключением как горизонтальных, так и вертикальных связей, то есть речь идет о задаче координации взаимодействия управляющих элементов и подсистем. Эта задача, согласно исследованию [Маслобоев, Путилов, 2016], заключается в обеспечении достаточной для заданных условий согласованности показателей качества функционирования элементов системы. Это достигается за счет оптимизации и установления гибких связей между этими элементами путем активации соответствующих алгоритмов управления. По своей природе эти связи могут различаться, что обусловлено как характером взаимодействия элементов системы, так и специфическими особенностями процессов управления, которые требуется координировать.

В работе [Михайлов, 2016] проведен подробный содержательный анализ подходов к определению понятий координации и согласованности. Обобщая известные результаты в этой области исследований, определим координируемость как способность системы запускать внутри себя такие алгоритмы управления, которые обеспечивают достижение оптимального решения целевой задачи системы при решении подзадач, оптимизируемых ее элементами, функционирующих на разных уровнях иерархии управления. При этом для обеспечения внутриуровневой и межуровневой координации в системе ставится цель создать такие условия (задать ограничения на управление и определить связи между подсистемами), при которых децентрализованные элементы системы будут согласованно взаимодействовать с учетом горизонтальных и вертикальных управляющих воздействий.

Для решения задач координации в сетевых системах управления в работе [Маслобоев и др., 2014] на примере многоуровневой системы обеспечения региональной безопасности разработана и исследована формальная концептуальная модель предметной области, используемая в качестве оператора структурно-алгоритмического синтеза облика исполнительных сред координирующих программ управления безопасностью региона и информационной поддержки процессов согласования децентрализованных решений на всех уровнях управления в этой системе. Математически формализация данной модели выполнена в виде иерархии алгебр, гомоморфно отображенных друг на друга «снизу вверх», и основана на рекуррентной декомпозиции целей управления:

$$Z = \left\{ z_{j^k}^k \right\}_{k=1}^K, \quad (1)$$

$$A^k = \langle \Sigma^k, \{\otimes, \oplus\} \rangle, \quad (2)$$

$$\gamma_k : A^{k+1} \rightarrow A^k, \quad (3)$$

где $\left\{ z_{\vec{j}^k}^k \right\}_{k=1}^K$ – множество классов эквивалентности; K – число уровней декомпозиции; k – индекс уровня декомпозиции; $\vec{j}^k = \{j_i\}, i = \overline{1, K}$ – вектор-индекс длиной k класса эквивалентности на k -ом уровне декомпозиции; $j_i, i = \overline{1, K}$ – i -й компонент вектор-индекса; $z_{\vec{j}^k}^k$ – имя класса на k -ом уровне декомпозиции с вектор-индексом \vec{j}^k ; γ_k есть совокупность отношений $\left\{ R_{\vec{j}^k}^k \right\}$; $R_{\vec{j}^k}^k$ – отношение эквивалентности, разбивающее $z_{\vec{j}^k}^k$ на $\left\{ z_{\vec{j}^{k+1}}^{k+1} \right\}, x, y \in z_{\vec{j}^k}^k$; Σ^k – множество цепочек над алфавитом $\left\{ z_{\vec{j}^k}^k \right\}$.

При построении модели применялись формальный аппарат теории иерархических многоуровневых систем [Месарович и др., 1973] и функционально-целевая технология синтеза и анализа сложных динамических систем [Кузьмин и др., 1991].

Рекуррентный характер модели заключается в детализации плана совместных действий элементов системы при выполнении процедур декомпозиции целей управления и оптимизации целевых функций этого плана для достижения требуемых показателей с учетом заданных ограничений. Другими словами, результат предыдущего применения алгоритмов формального синтеза согласованной иерархии действий в модели является отправной точкой для последующего уточнения и декомпозиции исходной функции. При этом условием останова рекуррентного процесса вложенного применения модели к самой себе является достижение уровня элементарных функций, неделимых с точки зрения субъекта управления. Для успешного решения задач координации децентрализованного управления в многоуровневой системе с помощью модели необходим не только контроль и гибкое варьирование ограничений на горизонтально-вертикальные взаимосвязи между элементами системы, но и обеспечение совместимости решаемых задач независимыми элементами на разных уровнях системной организации по отношению к глобальной задаче системы. Вместе с тем для системы должны выполняться принципы согласования взаимодействий и функций качества, доказанные и подтвержденные практикой в работе [Месарович и др., 1973].

Модели внутриуровневой и межуровневой координации

При оптимизации управляющими элементами многоуровневой системы локальных целевых функций могут возникнуть конфликты (несогласованность) между локальными решениями [Макаров, 1979; Михалевич, Волкович, 1982]. Принципы координации обеспечивают отсутствие конфликтов, если при оптимизации локальных целевых функций выполняются условия согласования. Эти условия, в свою очередь, обеспечиваются, если система обладает определенными свойствами. К таким свойствам относятся, например, монотонность, безусловная, ограниченная внутриуровневая или межуровневая согласованность и другие. Указанные свойства определяются через взаимосвязи между целевыми функциями. Для определения этих взаимосвязей вводятся специальные вспомогательные функции [Маслобоев, Путилов, 2016]:

а) функция глобальных затрат $g : \Gamma \rightarrow V$;

б) локальные функции затрат $h_{j^k}^k : \Gamma \rightarrow V$.

Тогда $(\forall j, j = \overline{1, N_k}), (\forall k, k = \overline{2, K}), (\forall \gamma^{k-1} \in \Gamma^{k-1}), (\forall \gamma^k \in \Gamma^k),$

$$\left[h_{j\gamma}^k(\gamma^k) = g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma_j^k)) \right],$$

то есть $h_{j\gamma}^k(\gamma^k)$ учитывает затраты, которые производит j -й локальный элемент k -го уровня при выработке локального координирующего воздействия γ_j^k и фактически реализуемом связном сигнале $u_j^k = L_j^k(\gamma_j^k)$.

в) межуровневые функции качества $\psi_{j\gamma}^k: V^n \rightarrow V$ в любой подсистеме $S_j^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{1, K-1}$ для любого $\gamma_j^k \in \Gamma_j^k$ существует единственное отношение

$$\psi_{j\gamma}^k \subseteq V^n \otimes V: \psi_{j\gamma}^k = \left[(h_{1\gamma}^{k+1}(\gamma^{k+1}), \dots, h_{j_{k+1}}^{k+1}(\gamma^{k+1})), h_j^k(\gamma_j^k) \right],$$

связывающее суммарные затраты элемента вышестоящего уровня с фактическими локальными затратами элементов нижнего уровня. Если $\psi_{j\gamma}^k$ – функция, то:

$$h_j^k(\gamma_j^k) = \psi_{j\gamma}^k(h_{1\gamma}^{k+1}(\gamma^{k+1}), \dots, h_{j_{k+1}}^{k+1}(\gamma^{k+1})), j = \overline{1, N_k}, k = \overline{1, K-1}, \quad (4)$$

$\psi = \left\{ \left\{ \psi_{j\gamma}^k \right\}_{j=1}^{N_k} \right\}_{k=1}^{K-1}$ – множество межуровневых функций качества.

г) кажущаяся глобальная целевая функция $g_\Gamma: \Gamma \otimes U \rightarrow V$. Функция g_Γ дает суммарные затраты, какими они представляются локальным решающим элементом. g_Γ не всегда дает истинные суммарные затраты, потому что учитывает все пары $(\gamma, u) \in \Gamma \otimes U$, хотя для некоторых из этих пар нарушается условие $u_j^k = L_j^k(\gamma_j^k)$. Однако g_Γ представляет истинные суммарные затраты $g(\gamma)$ всякий раз, когда $u = L(\gamma)$ для $\forall \gamma \in \Gamma$.

Определение 1. Многоуровневая система управления обладает свойством монотонности, если все ее межуровневые функции качества $\psi_{j\gamma}^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{1, K-1}$ являются монотонными функциями.

Если система обладает свойством монотонности, то предполагается, что для $\forall \gamma \in \Gamma$ существует множество ψ монотонных функций $\psi: V^n \rightarrow V$, выступающих в качестве множества межуровневых функций для множества координирующих управляющих воздействий.

Теорема 1. Пусть многоуровневая система управления (1)–(3) обладает свойством монотонности и γ – заданное множество координирующих управляющих воздействий: $\gamma \in \Gamma$,

$$\gamma = \left\{ \left\{ \gamma_j^k \right\}_{j=1}^{N_k} \right\}_{k=1}^K.$$

Тогда $g(\gamma) = \min_\Gamma g$ всякий раз, когда координирующие управляющие воздействия $\gamma_j^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{2, K}$, таковы, что:

$$h_j^k(\gamma_j^k) = \min_{\Gamma_j^k} h_j^k. \quad (5)$$

Доказательство. В силу определения межуровневых функций

$$\psi_{1\gamma}^1(h_{1\gamma}^2(\gamma_1^2), \dots, h_{j_1\gamma}^2(\gamma_{j_1}^2)) = h_1^1(\gamma_1^2).$$

Для других уровней системы ($k = \overline{2, K-1}$) справедливы соотношения (4). Так как система обладает свойством монотонности, то:

$$g(\gamma) = \min_\Gamma g = \min_{\Gamma_1^1} h_1^1(\gamma_1^2) \quad (6)$$

всякий раз, когда $h_j^1(\gamma_j^2) = \min_{\Gamma_j^2} h_j^2, j = \overline{1, j_1}$. (7)

Предположим, что условие (5) нарушилось для какого-либо элемента нижнего уровня подсистемы S_j^l . Но тогда для этой подсистемы

$$h_j^l(\gamma_j^l) \neq \min \psi_{j\gamma}^l(h_{1\gamma}^{l+1}(\gamma^{l+1}), \dots, h_{j+1\gamma}^{l+1}(\gamma^{l+1})) \quad (8)$$

в силу монотонности межуровневой функции $\psi_{j\gamma}^l$, что приведет в силу предположения о монотонности всех межуровневых функций к нарушению условий (6). Таким образом, утверждение теоремы доказано.

Смысл *теоремы 1* заключается в том, что, если все межуровневые функции многоуровневой системы монотонны, то глобальная целевая функция монотонно связана с локальными функциями затрат. Уменьшение фактических локальных затрат не приводит к увеличению суммарных затрат или уменьшает суммарные затраты, если монотонность является строгой. В такой системе внутриуровневые конфликты отсутствуют.

Определение 2. Семейство функций $f_i, i = \overline{1, n}$ обладает свойством согласованности, если существует общий элемент, принадлежащий к области определения каждой из функций f_i и минимизирующий каждую функцию f_i в ее области определения. Такой элемент называется элементом, согласующим функции f_i . Семейство функций $f_i, i = \overline{1, n}$ является согласованным с функцией f , если каждый элемент, согласующий функции f_i , содержится в области определения f и минимизирует f на ее области определения [Месарович и др., 1973].

Определение 3. Множество координирующих управляющих воздействий $\gamma \in \Gamma$ приводит к безусловной локальной согласованности, если семейство локальных функций затрат $h_{j\gamma}^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{2, K}$ обладает свойством согласованности. Следовательно, множество $\gamma, \gamma \in \Gamma$ определяет безусловную локальную согласованность, если оно минимизирует каждую из локальных функций затрат $h_{j\gamma}^k$ на Γ_j^k .

Определение 4. Множество координирующих управляющих воздействий приводит к безусловной межуровневой согласованности, если семейство локальных функций затрат $h_{j\gamma}^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{2, K}$ оказывается согласованным с глобальной целевой функцией. Многоуровневая система управления обладает безусловной межуровневой согласованностью, если $\gamma, \gamma \in \Gamma$ одновременно минимизирует глобальные затраты и локальные функции затрат.

Теорема 2. Если многоуровневая система управления (1)–(3) обладает свойством монотонности, она обладает также безусловной межуровневой согласованностью.

Доказательство следует из определения межуровневой согласованности и доказательства *теоремы 1*.

Для существования множества координирующих управляющих воздействий $\gamma \in \Gamma$, создающих локальную согласованность в многоуровневой системе управления (1)–(3), требуется возможность одновременной минимизации каждой из локальных функций затрат $h_{j\gamma}^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{2, K}$ на всем множестве Γ . Если это условие не выполняется, то достигнуть локальной согласованности можно, ограничивая область минимизации. Поскольку требуется осуществить выбор связующих сигналов, рассмотрим ограничения, порождаемые связующими сигналами. Пусть минимизируется локальная функция затрат $h_{j\gamma}^k(\gamma_j^k)$ при условии $L_j^k(\gamma_j^k) = u_j^k$. В этом случае:

$$h_{j\gamma}^k(\gamma_j^k) = g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, u_j^k). \quad (9)$$

Введем обозначение $[\gamma^k]^L$ для класса $\tilde{\gamma}^k \in \Gamma^k \cdot \tilde{\gamma}^k \sim \gamma^k$ в том смысле, что

$$L_j^k(\tilde{\gamma}_j^k) = L_j^k(\gamma_j^k).$$

$\forall \gamma^k \in \Gamma^k$ содержится во множествах $[\gamma^k]_1^L, \dots, [\gamma^k]_{N_k}^L$, которые этим γ^k порождаются. Если L^k взаимно однозначное отображение, то γ^k и есть единственное управляющее воздействие, общее для всех этих множеств. Пусть $[h_{j\gamma}^k]^{jk}$ обозначает ограничение для $h_{j\gamma}^k$ на множестве $[\gamma^k]_j^L$.

Определение 5. Множество координирующих управляющих воздействий влечет за собой ограниченную локальную согласованность, если существует множество $\left\{ \left\{ \gamma_j^k \right\}_{j=1}^{N_k} \right\}_{k=2}^K$ такое, что множество ограниченных функций локальных затрат $\left\{ \left\{ [h_{j\gamma}^k]^{jk} \right\}_{j=1}^{N_k} \right\}_{k=2}^K$ обладает свойством согласованности. Если при этом для всех элементов нижнего уровня подсистем S_j^k функции L_j^k являются взаимно однозначными функциями, то данное множество $\left\{ \left\{ \gamma_j^k \right\} \right\}$ есть единственное управляющее воздействие, согласующее множество ограниченных функций локальных затрат.

Определение 6. Множество координирующих управляющих воздействий $\gamma \in \Gamma$ влечет за собой ограниченную межуровневую согласованность, если для всех координирующих управляющих воздействий из множества Γ множество ограниченных функций локальных затрат оказывается согласованным с глобальной целевой функцией. Многоуровневая система управления (1)–(3) обладает ограниченной межуровневой согласованностью, если любое множество координирующих управляющих воздействий из Γ порождает эту согласованность.

Для исследования влияния свойств целевых функций на возникновение конфликтных ситуаций между глобальной и локальными целями введем дополнительные ограничения на координирующие управляющие воздействия. Пусть для каждого координирующего управляющего воздействия $\gamma_j^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{1, K-1}$ существует пара $(\gamma_j^{\gamma(k+1)}, u_j^{\gamma(k+1)})$, которая будет парой из $\Gamma^{k+1} \times U^{\gamma(k+1)} : U^{\gamma(k+1)} = U_1^{\gamma(k+1)} \times \dots \times U_{j_{k+1}}^{\gamma(k+1)}$ так, что любая пара $(\gamma_j^\gamma, u_j^{\gamma k})$ принадлежит множеству $\Gamma_j^k \times U_j^{\gamma k}$, минимизирует соответствующую локальную целевую функцию $g_{j\gamma}^k$ на этом множестве.

Теорема 3. Если многоуровневая система управления (1)–(3) обладает безусловной межуровневой согласованностью и $L^k(\gamma^k) \subseteq U^{\gamma k}, k = \overline{2, K}$ для каждого координирующего управляющего воздействия $\gamma_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$, то $\gamma^{k\gamma}, k = \overline{2, K}$ есть глобально оптимальное множество координирующих воздействий всякий раз, когда $u^{\gamma k} = L^k(\gamma^{\gamma k})$.

Доказательство. Доказательство утверждения *теоремы 3* проводится по аналогии с доказательством *теоремы 5.3*, приведенном в исследовании [Месарович и др., 1973]. Рассмотрим произвольно выбранную подсистему $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$ многоуровневой системы управления (1)–(3). Предположим, что для этой подсистемы $u^{\gamma k} = L^k(\gamma^{\gamma k})$.

Тогда для всех $\gamma^k \in \Gamma^k$ (относящихся к S^{k-1})

$$h_{j\gamma}^k(\gamma^{\gamma k}) = g_{j\gamma}^k(\gamma_j^\gamma, u_j^{\gamma k}) \leq g_{j\gamma}^k(\gamma_j^\gamma, L_j^k(\gamma_j^k)) = h_{j\gamma}^k(\gamma^k), j = \overline{1, j_k}$$

и, в соответствии с определением безусловной межуровневой согласованности, $\forall \gamma \in \Gamma$ одновременно минимизирующее все локальные функции затрат $h_{j\gamma}^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{2, K}$ минимизирует также и глобальную целевую функцию. Теорема доказана.

Теорема 4. Пусть в многоуровневой системе управления (1)–(3) наряду с условием $L^k(\gamma^k) \subseteq U^k, k = \overline{2, K}$, для каждого координирующего управляющего воздействия $\gamma_j^k, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$ существуют пары $(\gamma_j^k, u_j^k) = (\gamma_j^k, L_j^k(\gamma_j^k))$ по всем подсистемам $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$. Тогда, для того чтобы $\gamma^k, k = \overline{2, K}$ были глобально оптимальными всякий раз, когда и $u^k = L^k(\gamma^k)$, необходимо и достаточно, чтобы имела место безусловная межуровневая согласованность.

Доказательство. Достаточность доказана в *теореме 3*. При доказательстве необходимости предположим, что для произвольной подсистемы S_j^{k-1} многоуровневой системы управления (1)–(3) координирующее воздействие $\hat{\gamma}^k$ минимизирует каждую из локальных функций затрат $h_{j\gamma}^k, j = \overline{1, j_k}$ элементов нижнего уровня подсистемы S_j^{k-1} . Но тогда:

$$\left[\exists (\gamma_j^k, u_j^k), j = \overline{1, j_k} \right] : (\gamma_j^k, u_j^k) = (\hat{\gamma}_j^k, L_j^k(\hat{\gamma}_j^k)), j = \overline{1, j_k},$$

откуда $\hat{\gamma}_j^k = \gamma_j^k, u_j^k = L_j^k(\hat{\gamma}_j^k), j = \overline{1, j_k}$.

Если теперь для каждой подсистемы $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$ сигнал γ^k является глобально оптимальным координирующим управляющим воздействием, то безусловная межуровневая согласованность невозможна, что и доказывает необходимость. Теорема доказана.

Далее рассмотрим аналог *теоремы 3* для случая ограниченной межуровневой согласованности.

Теорема 5. Если многоуровневая система управления (1)–(3) обладает ограниченной межуровневой согласованностью $u : U^k = \{\alpha^k\}, k = \overline{2, K}$ для каждого координирующего управляющего воздействия $\gamma_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$, то $\gamma^k, k = \overline{2, K}$ есть глобально оптимальное множество координирующих воздействий всякий раз, когда $L^k(\gamma^k) = \alpha^k$ для всех $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$.

Доказательство. Рассмотрим производную подсистему $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$ многоуровневой системы управления (1)–(3). Предположим, что для этой системы $\alpha^k = L^k(\gamma^k)$. Тогда для всех $\gamma^k \in S_j^{k-1}$ и $\gamma^k \in [\gamma^k]_j^k$ справедливо равенство:

$$L_j^k(\gamma^k) = \alpha_j^k \text{ и } h_{j\gamma}^k(\gamma^k) = g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, \alpha_j^k) \leq g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, \alpha_j^k) = h_{j\gamma}^k(\gamma^k).$$

Пусть это выражение удовлетворяется для всех подсистем $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$. Тогда $\gamma^k, k = \overline{2, K}$ согласует ограниченные локальные функции затрат $[h_{j\gamma}^k]_j^k$ для каждой подсистемы S_j^{k-1} и, в соответствии с определением ограниченной межуровневой согласованности, $\gamma^k, k = \overline{2, K}$ является глобально оптимальным множеством координирующих воздействий. Теорема доказана.



Теорема 6. Пусть для многоуровневой системы управления (1)–(3) координация целей не используется, поэтому локальные целевые функции не зависят от координирующих управляющих воздействий.

Пусть для каждого $\gamma_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K} : U^{\gamma^k} = \{\alpha^{\gamma^k}\}, k = \overline{2, K}$ и пусть для каждой подсистемы $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$ существует такое γ_j^k , что $(\gamma_j^k, \alpha_j^{\gamma^k}) = (\gamma_j^k, L_j^k(\gamma^k)), j = \overline{1, N_{k-1}}$. Пусть также $L^k(\gamma^k) \subseteq \{\alpha^{k\gamma}\}, k = \overline{2, K}$. Тогда, для того чтобы $\gamma^k, k = \overline{2, K}$ было множеством глобально оптимальных координирующих воздействий, необходимо и достаточно, чтобы имела место ограниченная межуровневая согласованность всякий раз, когда $L^k(\gamma^k) = \alpha^{\gamma^k}, k = \overline{2, K}$.

Доказательство теоремы проводится аналогично доказательству *теоремы 4* с использованием доказательства достаточности *теоремы 5*.

В работе [Маслобоев и др., 2015] выражениями (10)–(11) определяются принципы согласования взаимодействий и функций качества для многоуровневой системы (1)–(3).

Принцип согласования взаимодействий для многоуровневой системы управления (1)–(3) с учетом проведенной формализации выражается следующим предложением:

$$S_j^k, (\forall j, j = \overline{1, N_k}), (\forall k, k = \overline{2, K}), (\forall \gamma_j^{k-1}), (\exists x^{k\gamma}) (\exists \hat{\gamma}^k): \\ : \{ [(\gamma^k, u^k) = x^{k\gamma} \& L^k(\gamma^k) = u^k] \Rightarrow (\gamma^k = \hat{\gamma}^k) \}, \quad (10)$$

где $L^k = \Gamma^k \rightarrow U^k$.

Предложением (10) утверждается, что глобально оптимальное координирующее воздействие обеспечивается локальными решениями всякий раз, когда для каждой подсистемы $S_j^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{1, K-1}$ связующие сигналы для элементов нижнего уровня согласованы.

Принцип согласования функций качества:

$$S_j^k, (\forall j, j = \overline{1, N_k}), (\forall k, k = \overline{2, K}), (\forall \gamma_j^{k-1}), (\exists x^{k\gamma}) (\exists \hat{\gamma}^k): \\ : \{ [(\gamma^k, u^k) = x^{k\gamma} \& \bar{g}_{j\gamma}^k(\gamma^k, L^k(\gamma^k)) = \bar{g}_{j\gamma}^k(\gamma^k, u^k)] \Rightarrow (\gamma^k = \hat{\gamma}^k) \}, \quad (11)$$

то есть глобально оптимальное координирующее воздействие обеспечивается локальными решениями всякий раз, когда согласованы ожидаемые и фактические локальные затраты для каждой подсистемы $S_j^k, j = \overline{1, N_k}, k = \overline{1, K-1}$.

Далее рассмотрим вопросы координации в многоуровневой системе управления на основе этих принципов в предположении отсутствия внутриуровневых и межуровневых конфликтов и наличия безусловной внутриуровневой и межуровневой согласованности.

Теорема 7. Для многоуровневой системы управления (1)–(3) принцип согласования взаимодействий применим тогда и только тогда, когда для нее применим принцип согласования функций качества.

Доказательство. Доказательство проводится обобщением доказательства теоремы 5.12, приведенного в работе [Месарович и др., 1973]. Предположим, что для каждой подсистемы $S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}$ существует $x^{\gamma^k} = (\gamma_j^k, u^{\gamma^k})$, причем $g_j^k(\gamma_j^k, u^{\gamma^k}) = g_j^k(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma_j^k)), j = \overline{1, j_k}$. В силу этих предположений пары $(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma_j^k))$ будут оптимальными решениями локальных задач оптимизации $D_j^k(\gamma), j = \overline{1, N_k}, k = \overline{2, K}$. Пара $(\gamma^k, L^k(\gamma^k))$ удовлетворяет условию координируемости (10) принципа согласования взаимодействий, поскольку обеспечивается согласование связующих сигналов $u^{\gamma^k} = L^k(\gamma^k)$

для элементов нижнего уровня всех подсистем S_j^k , $j = \overline{1, N_k}$, $k = \overline{1, K-1}$. Следовательно, если применим принцип согласования взаимодействий, то:

$$\exists \hat{\gamma}^k : \gamma^{jk} = \hat{\gamma}^k. \quad (12)$$

В силу сделанных предположений пары (γ^{jk}, u^{jk}) , $k = \overline{2, K}$ удовлетворяют условию координируемости (11) принципа согласования функций качества. Следовательно, если применим этот принцип, то справедливо (10). Теорема доказана.

Следствие 1. Многоуровневая система управления (1)–(3) координируема на основе принципа согласования взаимодействий тогда и только тогда, когда она координируема на основе принципа согласования функций качества.

Теорема 7 и следствие 1 из нее обобщают доказанную в работе [Месарович и др., 1973] математическую эквивалентность принципов согласования взаимодействий и функций качества. Однако использование этих принципов требует разных условий. Для использования принципа согласования взаимодействий необходимо уметь измерять значения фактических связующих сигналов, иначе этим принципом пользоваться нельзя. В этом смысле применение принципа согласования функций качества может оказаться проще, так как кажущиеся и фактические локальные затраты бывают известны или проще измеримы. Вследствие математической эквивалентности принципов далее рассмотрим только принцип согласования взаимодействий. Все полученные для него результаты применимы и к принципу согласования функций качества.

Теорема 8. Принцип согласования взаимодействий применим для любой многоуровневой системы управления вида (1)–(3), обладающей межуровневой согласованностью.

Доказательство. Предположим, что многоуровневая система управления (1)–(3) обладает межуровневой согласованностью, и пусть для каждой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$ существует $x^{jk} = (\gamma^{jk}, u^{jk})$. Если связующие сигналы для элементов нижнего уровня любой подсистемы S_j^k , $j = \overline{1, N_k}$, $k = \overline{1, K-1}$ согласованы, то $u^{jk} = L^k(\gamma^{jk})$, $k = \overline{2, K}$. Тогда из *теоремы 3* следует, что $\gamma^{jk} = \hat{\gamma}^k$. Следовательно, принцип согласования взаимодействий (10) применим и теорема доказана.

Далее приводятся теорема и ее доказательство о необходимости межуровневой согласованности для применения принципа согласования взаимодействий. При этом на локальные целевые функции накладываются дополнительные ограничения.

Теорема 9. Предположим, что для любого множества координирующих управляющих воздействий $\gamma \in \Gamma$ в многоуровневой системе управления (1)–(3) для каждой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$ равенство

$$\min_{\Gamma_j^k \times U_j^k} g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, u_j^k) = \min_{\Gamma_j^k} g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma_j^k)), \quad j = \overline{1, j_k} \quad (13)$$

справедливо, когда существует правая часть (13). Тогда наличие в многоуровневой системе межуровневой согласованности необходимо и достаточно для применимости принципа согласования взаимодействий.

Доказательство. Достаточность доказана *теоремой 8*. Доказательство необходимости проводится от противного. Воспользуемся основными принципами доказательства *теоремы 5.15*, приведенными в работе [Месарович и др., 1973]. Предположим, что система (1)–(3) не обладает межуровневой согласованностью. Тогда для какой-то подсистемы S_j^{k-1} существует



$\gamma_j^{k-1} \in \Gamma^{k-1}$ и $\gamma_j^k \in \Gamma^k$, $j = \overline{1, j_k}$ такие, что $g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma^k)) = \min_{\Gamma_j^k} g_{j\gamma}^k(\gamma_j^{1k}, L_j^k(\gamma^{1k}))$, $j = \overline{1, j_k}$, а γ^k в данном случае не является глобально оптимальным множеством координирующих управляющих воздействий. Из предположения (13) следует, что для подсистемы S_j^{k-1} существует пара $(\gamma^{jk}, u^{jk}) = x^{jk}$ такая, что $(\gamma^k, L^k(\gamma^k)) = (\gamma^{jk}, u^{jk})$.

Таким образом, получается, что x^{jk} удовлетворяет условию (13) принципа согласования взаимодействий, но в этом случае $\gamma^{k\gamma} = \gamma^k$ не является глобально оптимальным, что исключает его использование. Этим доказывается необходимость. Теорема доказана.

Теорема 10. Пусть для многоуровневой системы управления (1)–(3) применим принцип согласования взаимодействий. Тогда, для того чтобы система управления была координируемой на основе этого принципа, она должна обладать безусловной локальной согласованностью.

Доказательство. Из координируемости многоуровневой системы управления на основе принципа согласования взаимодействий следует, что:

$$\begin{aligned} & (\forall S_j^{k-1}, j = \overline{1, N_{k-1}}, k = \overline{2, K}), (\exists \gamma^k, \gamma^k \in \Gamma^k, k = \overline{2, K}), \\ & (\exists x^{jk} : x^{jk} = (\gamma^{jk}, u^{jk}), k = \overline{2, K}) : [u^{jk} = L^k(\gamma^{jk})], k = \overline{2, K}. \end{aligned}$$

Однако из *теоремы 3* непосредственно следует, что для выбранного $\gamma^k \in \Gamma^k$ для любой подсистемы $S_j^{k-1} : [\exists (\gamma^{k\gamma}, u^{k\gamma})] : [u^{k\gamma} = L^k(\gamma^{k\gamma})]$ только в том случае, когда $\gamma, \gamma \in \Gamma$ приводит к безусловной локальной согласованности. Теорема доказана.

Далее рассмотрим теорему и доказательство достаточности для координируемости многоуровневой системы управления (1)–(3) безусловной локальной согласованности при использовании принципа согласования взаимодействий.

Теорема 11. Пусть для многоуровневой системы управления (1)–(3) применим принцип согласования взаимодействий и удовлетворяется условие (13) для любой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$. Тогда существование в многоуровневой системе управления безусловной локальной согласованности необходимо и достаточно для того, чтобы система управления была координируемой на основе этого принципа.

Доказательство. Необходимость доказана выше *теоремой 10*. Для доказательства достаточности предполагается, что многоуровневая система управления (1)–(3) обладает безусловной локальной согласованностью.

Тогда для каждой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$

$$\exists \gamma^{k-1} \exists \gamma^k : [g_j(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma^k)) = \min_{\gamma^k \in \Gamma^k} g_{j\gamma}^k(\gamma_j^k, L_j^k(\gamma^k))],$$

причем $\gamma^K = \hat{\gamma}^K$.

Следовательно, в силу (13) для каждой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$

$$[\exists x^{jk} : x^{jk} = (\gamma^{jk}, u^{jk})] : [(\gamma^{jk}, L^k(\gamma^{jk})) = (\gamma^{jk}, u^{jk})],$$

то есть пара (γ^{jk}, u^{jk}) удовлетворяет условию координируемости (13) принципа согласования взаимодействий. Теорема доказана.

Следствие 2. Если многоуровневая система управления (1)–(3) удовлетворяет условию (13) для каждой подсистемы S_j^k , $j = \overline{1, N_k}$, $k = \overline{1, K-1}$, то одновременное наличие в системе управления межуровневой и локальной согласованности необходимо и достаточно для координируемости на основе принципа согласования взаимодействий.

Нужно отметить, что выполнение условия (13) связано с выполнением для каждой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$ условия $\Gamma_j^k \times U_j^k = \{\gamma_j^k, L_j^k(\gamma^k)\}$, $\gamma^k \in \Gamma^k$, $j = \overline{1, j_k}$.

Это условие выполняется, если для всех $j = \overline{1, j_k}$ связующие сигналы u_j^k , получаемые с помощью функции L_j^k , не зависят от координирующих управляющих воздействий γ_j^k , вырабатываемых на этом уровне, и $U_j^k = L_j^k(\Gamma^k)$.

Далее рассмотрим вопросы координации в многоуровневой системе управления (1)–(3), обладающей свойством монотонности.

Теорема 12. Принцип согласования взаимодействий применим для любой многоуровневой системы управления (1)–(3), обладающей свойством монотонности.

Доказательство. Согласно *теореме 8*, принцип согласования взаимодействий применим, если рассматриваемая система управления обладает свойством межуровневой согласованности. Однако, согласно *теореме 2*, если система (1)–(3) обладает свойством монотонности, она обладает также межуровневой согласованностью, то есть утверждение *теоремы 12* справедливо. Теорема доказана.

Для получения дополнительных условий координации в многоуровневых системах управления, обладающих свойством монотонности, вводятся показатели «локальных» затрат, относящиеся к затратам каждой подсистемы S_j^k , $j = \overline{1, N_k}$, $k = \overline{1, K-1}$. Каждая из подсистем S_j^k представляет собой двухуровневую систему с одним элементом на верхнем k -м уровне и j_k элементами на нижнем $(k+1)$ -м уровне системы управления (1)–(3). В силу определения многоуровневой системы управления, обладающей свойством монотонности, этим свойством обладает каждая из подсистем S_j^k . Структура этих подсистем идентична в силу рекуррентного характера организации системы управления (1)–(3). Для каждой подсистемы S_j^k обозначим через g_j^{Sk} глобальную целевую функцию затрат, а через g_{jj}^{Sk} – кажущуюся глобальную функцию затрат.

Теорема 13. Необходимым условием координации на базе принципа согласования взаимодействий многоуровневой системы управления (1)–(3), обладающей свойством монотонности, является выполнение равенства:

$$\max_{\Gamma^{k-1}} \min_{\Gamma^k \times U^k} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^k, u^k) = \min_{\Gamma^k} g_j^{Sk}(\gamma^k) \quad (14)$$

для любой подсистемы S_j^{k-1} , $j = \overline{1, N_{k-1}}$, $k = \overline{2, K}$ системы управления (1)–(3).

Доказательство. Пусть многоуровневая система управления (1)–(3) обладает свойством монотонности и координируема на основе принципа согласования взаимодействий (10). С учетом этих предположений перепишем равенство (14) в несколько ином виде, рассмотрев отдельно его правую и левую части:

$$\max_{\Gamma^{k-1}} \min_{\Gamma^k \times U^k} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^k, u^k) = \max_{\Gamma^{k-1}} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^{jk}, u^{jk}) = \max_{\Gamma^{k-1}} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^{jk}, L^k(\gamma^{jk})),$$

так как $\exists (\gamma^{jk}, u^{jk}): [u^{jk} = L^k(\gamma^{jk})]$.

В силу применимости принципа согласования взаимодействий $\gamma^{jk} = \hat{\gamma}^k$ и, следовательно, $\min_{\Gamma^k} g_j^{Sk}(\gamma^k) = g_j^{Sk}(\hat{\gamma}^k)$.

Таким образом, (14) переписывается в виде:

$$\max_{\Gamma^{k-1}} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^{jk}, L^k(\hat{\gamma}^k)) = g_j^{Sk}(\hat{\gamma}^k). \quad (15)$$

Согласно теореме 5.8, доказанной в работе [Месарович и др., 1973], если двухуровневая система обладает свойством монотонности и кажущейся глобальной целевой функцией g_γ^S для любого $\gamma^{k-1} \in \Gamma^{k-1}$ неравенство

$$\inf_{U^k} \inf_{\Gamma^k} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^k, u^k) \leq \inf_{\Gamma^k} g_j^{Sk}(\gamma^k) \quad (16)$$

имеет место всякий раз, когда существует глобально оптимальное воздействие $\hat{\gamma}^k$ и $u^k = L^k(\hat{\gamma}^k)$, $u^k \in U^k$. Из (16) и следует (15).

Продолжим доказательство *теоремы 13* доказательством от противного. Пусть равенство (15) не выполняется при выполнении условий *теоремы 13*. В соответствии с (16) следует рассмотреть случай, когда в (15) вместо «=» стоит «<». Пусть равенство (15) нарушается для одной из подсистем S_j^{k-1} , элементы нижнего уровня которой вырабатывают координирующие управляющие воздействия, то есть, по сути, глобальные управляющие воздействия всей многоуровневой системы управления (1)–(3). Это предположение означает, что в неравенстве (16) для этой подсистемы S_j^{k-1} стоит «<» вместо « \leq », то есть не существует одновременно глобально оптимального координирующего управляющего воздействия $\hat{\gamma}^k$ и согласующего входы сигнала $u^{jk} = L^k(\hat{\gamma}^k)$ для этой подсистемы, что влечет за собой невыполнимость принципа согласования взаимодействий (10), а это противоречит условию *теоремы 13*. Таким образом, теорема доказана.

Теорема 14. Пусть многоуровневая система управления (1)–(3) обладает свойством монотонности, причем все межуровневые функции системы строго монотонны. Тогда условие (4) является необходимым и достаточным для координации системы управления на основе принципа согласования взаимодействий.

Доказательство. Необходимость условия (14) доказана выше *теоремой 13*. Достаточность доказывается на основе теоремы 5.9, приведенной в работе [Месарович и др., 1973], которая в используемых в настоящем исследовании терминах гласит, что если:

1) двухуровневая система S_j^{k-1} обладает свойством монотонности и имеет кажущуюся глобальную целевую функцию g_j^{Sk} ;

2) для каждого $\gamma^{k-1} \in \Gamma^{k-1}$ множество U^{jk} содержит $\tilde{u}^k = L^k(\hat{\gamma}^k)$ при некотором глобально оптимальном $\hat{\gamma}^k$, то при строгой монотонности межуровневых функций системы S_j^{k-1} равенство $\max_{\Gamma^{k-1}} \min_{U^{jk}} \min_{\Gamma^k} g_{jj}^{Sk}(\gamma^{k-1}, \gamma^k, u^k) = \min_{\Gamma^k} g_j^{Sk}(\gamma^k)$ является достаточным условием координируемости. Таким образом, из теоремы 5.9, доказанной в работе [Месарович и др., 1973], следует, что (14) является достаточным условием координируемости на основе принципа согласования взаимодействий для любой подсистемы S_j^k , $j = \overline{1, N_k}$, $k = \overline{1, K-1}$ системы управления (1)–(3). Но тогда из формулировки принципа согласования взаимодействий (10) видно, что в данном случае обеспечивается существование глобально оптимального координирующего управляющего воздействия $\hat{\gamma}^k$ одновременно с согласованностью связующих сигналов элементов нижнего уровня любой подсистемы S_j^k , $j = \overline{1, N_k}$, $k = \overline{1, K-1}$. Достаточность и, следовательно, вся теорема доказана.

Заключение

Таким образом, на предложенной формальной рекуррентной модели проведены исследования вопросов координации, характерных для многоуровневых распределенных

систем обеспечения региональной безопасности с множеством децентрализованных по уровням точек принятия решений по организации управления. Результаты исследования свидетельствуют о возможности координации децентрализованного принятия решений в многоуровневых распределенных системах управления с переменной информационной структурой, построенных с применением формальных процедур синтеза рекуррентной модели. Координируемость обеспечивается за счет определения и контроля выполнения специальных требований к характеру поведения и взаимодействию элементов системы управления на разных уровнях принятия решений, а также ограничений на взаимосвязи между показателями качества, локально оптимизируемыми управляющими элементами сетцентрической системы. Таким специальным, но достаточно общим требованием, необходимым и достаточным для координации децентрализованного управления, является существование в многоуровневой распределенной системе безусловной согласованности локальных показателей качества (целевых функций управляющих элементов).

Сформулированы и доказаны теоремы по различным аспектам внутриуровневой и межуровневой координации управления в многоуровневых распределенных системах обеспечения региональной безопасности систем, представимых введенной рекуррентной моделью. Получены необходимые и достаточные условия координируемости систем управления, обладающих свойством монотонности, то есть систем, для которых являются монотонными функции, связывающие локальные показатели качества элементов смежных уровней многоуровневой распределенной системы. Формализованы понятия и принципы внутриуровневой и межуровневой согласованности управляющих элементов этих систем.

Предложенный подход и полученные результаты позволяют эффективно решать задачи синтеза и координации управления в многоуровневых распределенных системах рассматриваемого типа и демонстрируют формальный аппарат решения этих задач. При этом стоит отметить, что в настоящее время многие организационно-технические вопросы координации в системах управления комплексной безопасностью, в частности, в сфере обеспечения региональной безопасности, по-прежнему остаются слабоизученными как в теоретическом плане, так и на практике.

Результаты исследования нашли применение при решении задач информационной поддержки и координации управления региональной безопасностью Мурманской области, а также 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. Гилев С.Е., Леонтьев С.В., Новиков Д.А. 2002. Распределенные системы принятия решений в управлении региональным развитием. М., ИПУ РАН, 52.
2. Дубина И.Н., Оскорбин Н.М., Хвальский Д.С. 2019. Модели координации решений в иерархических системах. Мир экономики и управления, 19, 2: 5–18.
3. Ириков В.А., Тренев В.Н. 1999. Распределенные системы принятия решений. Теория и приложения. М., Наука, 285.
4. Кузьмин И.А., Путилов В.А., Фильчаков В.В. 1991. Распределенная обработка информации в научных исследованиях. Л., Наука, 304.
5. Макаров А.А. 1979. Методы и модели согласования иерархических решений. М., Наука, 237.
6. Маслобоев А.В., Путилов В.А. 2016. Информационное измерение региональной безопасности в Арктике. Апатиты, КНЦ РАН, 222.
7. Маслобоев А.В., Путилов В.А., Сютин А.В. 2015. Координация в многоуровневых сетцентрических системах управления региональной безопасностью: подход и формальная модель. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 15, 1: 130–138.
8. Маслобоев А.В., Путилов В.А., Сютин А.В. 2014. Многоуровневая рекуррентная модель иерархического управления комплексной безопасностью региона. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 6 (94): 163–170.

9. Месарович М., Мако Д., Такахага И. 1973. Теория иерархических многоуровневых систем. М., Мир, 343.
10. Михайлов Р.Л. 2016. Анализ научно-методического аппарата теории координации и его использования в различных областях исследований. Системы управления, связи и безопасности, 4: 1–29.
11. Михалевиц В.С., Волкович В.Л. 1982. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. М., Наука, 288.
12. Johansson R., Rantzer A. (Eds.) 2012. Distributed Decision Making and Control, vol. 417, Springer-Verlag London, 426.
13. Liu Ch.-L., Liu F. 2017. Consensus Problem of Delayed Linear Multi-agent Systems. Analysis and Design, Springer Singapore, 124.
14. Ma T., Li T., Cui B. 2018. Coordination of fractional-order nonlinear multi-agent systems via distributed impulsive control. Intl. J. of Systems Science, vol. 49, 1: 1–14.
15. Mahmoud M.S. 2017. Decentralized control and filtering in interconnective dynamical systems. CRC Press, 612.
16. Petit T.A. 1975. Fundamentals of management coordination: supervisors, middle managers and executives. Wiley, 511.
17. van Schuppen J.H., Villa T. (Eds.) 2015. Coordination Control of Distributed Systems, 456, Springer Intl. Publ., 398.
18. Vijay K., Naomi L., Stephen M.A. (Eds.) 2005. Cooperative Control, vol 309, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 291.

References

1. Gilev S.E., Leont'ev S.V., Novikov D.A. 2002. Distributed decision-making systems in regional development management. Moscow, ICS RAS, 52. (in Russian)
2. Dubina I.N., Oskorbin N.M., Khvalynskiy D.S. 2019. Decision-making coordination in hierarchical systems. World of Economics and Management, 19, 2: 5–18. (in Russian)
3. Irikov V.A., Trenev V.N. 1999. Distributed decision-making systems. Theory and applications. Moscow, Nauka, 285. (in Russian)
4. Kuz'min I.A., Putilov V.A., Fil'chakov V.V. 1991. Distributed processing of information in scientific research. Leningrad, Nauka, 304. (in Russian)
5. Makarov A.A. 1979. Methods and models for coordination of hierarchical decisions. Moscow, Nauka, 237. (in Russian)
6. Masloboev A.V., Putilov V.A. 2016. Information dimension of regional security in the Arctic. Apatity: KSC RAS, 222. (in Russian)
7. Masloboev A.V., Putilov V.A., Syutin A.V. 2015. Coordination in multilevel network-centric control systems of regional security: approach and formal model. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, vol. 15, 1: 130–138. (in Russian)
8. Masloboev A.V., Putilov V.A., Syutin A.V. 2014. Multilevel recurrent model for hierarchical control of complex regional security. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 6 (94): 163–170. (in Russian)
9. Mesarovich M., Mako D., Takahara I. 1973. Theory of hierarchical multi-level systems. Moscow, Mir, 343. (in Russian)
10. Mikhailov R.L. 2016. An Analysis of the scientific and methodological apparatus of coordination theory and its use in various fields of study. Systems of Control, Communication and Security, 4: 1–29. (in Russian)
11. Mikhalevich V.S., Volkovich V.L. 1982. Computational methods for analysis and engineering of complex systems. Moscow, Nauka, 288. (in Russian)
12. Johansson R., Rantzer A. (Eds.) 2012. Distributed Decision Making and Control, vol. 417, Springer-Verlag London, 426. (in English)
13. Liu Ch.-L., Liu F. 2017. Consensus Problem of Delayed Linear Multi-agent Systems. Analysis and Design, Springer Singapore, 124. (in English)
14. Ma T., Li T., Cui B. 2018. Coordination of fractional-order nonlinear multi-agent systems via distributed impulsive control. Intl. J. of Systems Science, 49, 1: 1–14. (in English)
15. Mahmoud M.S. 2017. Decentralized control and filtering in interconnective dynamical systems. CRC Press, 612. (in English)



16. Petit T.A. 1975. Fundamentals of management coordination: supervisors, middle managers and executives. Wiley, 511. (in English)
17. van Schuppen J.H., Villa T. (Eds.) 2015. Coordination Control of Distributed Systems, 456, Springer Intl. Publ., 398. (in English)
18. Vijay K., Naomi L., Stephen M.A. (Eds.) 2005. Cooperative Control, vol 309, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 291. (in English)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Маслобоев Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории информационных технологий управления региональным развитием, Институт информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

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



УДК 51-74,374.1

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-376-382

Применение STEM-технологий при разработке интерактивных web-приложений

Синюгина О.О., Беляева И.Н., Величко М.А.

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

Аннотация. В статье рассматривается применение STEM-технологий в проектной деятельности на примере разработки интерактивных web-приложений, которые представляют собой учебные проекты, реализуемые школьниками на базе НИУ «БелГУ». Применение STEM-технологий именно к данному типу проектов составляет новизну исследования. Рассматривается структура и процесс создания комплексов интерактивных программ с применением математического моделирования. Описываются результаты, достигаемые с применением STEM-технологий. Уделяется внимание вопросу влияния STEM-технологий на процесс изучения HTML, CSS и JavaScript, которые являются средством разработки интерактивных web-приложений.

Ключевые слова: математическое моделирование, численные методы, комплексы программ, STEM-технологии, проектно-исследовательская деятельность, web-технологии.

Для цитирования: Синюгина О.О., Беляева И.Н., Величко М.А. 2021. Применение STEM-технологий при разработке интерактивных web-приложений. Экономика. Информатика, 48 (2): 376–382. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-376-382.

Implementation of STEM-technologies in the development of interactive web-applications

Oksana O. Sinugina, Irina N. Belyaeva, Maksim A. Velichko

Belgorod National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: ibelyaeva@bsu.edu.ru, velichko@bsu.edu.ru

Abstract. The article discusses the use of STEM-technologies in project activities by the example of the of interactive web-applications development. These web-applications are educational projects implemented by schoolchildren on the basis of Belgorod National Research University. STEM technologies are educational technologies that combine science, technology, engineering, and mathematics. The application of the above-mentioned technologies to this type of projects is the novelty of the study. In these projects, web-technologies are used not only for creation of the interactive web-applications themselves, but also for the various constructions and models. The structure and process of creating complexes of interactive programs with the use of mathematical modeling are considered. The results achieved with the use of STEM technologies are described. Attention is paid to the impact of STEM technologies on the process of learning HTML, CSS and JavaScript, which are a means of interactive web-applications developing.

Keywords: mathematical modeling, numerical methods, software packages, STEM-technologies, design and research activities, web-technologies.

For citation: Sinugina O.O., Belyaeva I.N., Velichko M.A. 2021. Implementation of STEM-technologies in the development of interactive web-applications. Economics. Information technologies, 48 (2): 376–382. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-376-382.

Введение

На сегодняшний день одним из требований к результатам освоения основной образовательной программы является выполнение индивидуального учебного проекта. В соответствии с ФГОС СОО «индивидуальный проект представляет собой особую форму организации деятельности обучающихся (учебное исследование или учебный проект), который выполняется обучающимся самостоятельно под руководством учителя (тьютора) по выбранной теме в рамках одного или нескольких изучаемых учебных предметов, курсов в любой избранной области деятельности» [ФГОС СОО, 2021, с. 24].

В соответствии с этим требованием в НИУ «БелГУ» был создан образовательный центр «Пролог». Данный образовательный центр направлен на реализацию школьниками своих научно-исследовательских проектов. Одной из дополнительных общеобразовательных программ данного центра является курс «Проектная лаборатория с использованием STEM-технологий», который реализуется на базе факультета математики и естественно-научного образования. Обучение занимает 5 месяцев и проходит в срок с 1 ноября 2020 года по 30 марта 2021 года [Проект под..., 2020].

Перед данным курсом стоят задачи, выраженные требованиями, которые ФГОС СОО предъявляет к проектам:

«Результаты выполнения индивидуального проекта должны отражать:

сформированность навыков коммуникативной, учебно-исследовательской деятельности, критического мышления;

способность к инновационной, аналитической, творческой, интеллектуальной деятельности;

сформированность навыков проектной деятельности, а также самостоятельного применения приобретенных знаний и способов действий при решении различных задач, используя знания одного или нескольких учебных предметов или предметных областей;

способность постановки цели и формулирования гипотезы исследования, планирования работы, отбора и интерпретации необходимой информации, структурирования аргументации результатов исследования на основе собранных данных, презентации результатов» [ФГОС СОО, 2021, с. 24].

Для достижения поставленных задач были выбраны STEM-технологии ввиду того, что они не только позволяют реализовать комплекс поставленных задач, но и подходят для создания проектов в сфере естественных наук и математики.

Аббревиатура STEM расшифровывается как Science (Наука), Technology (Технологии), Engineering (инженерия) и Mathematics (математика). Существуют также и вариации этой аббревиатуры, в которых добавляется тот или иной компонент и соответствующая ему буква. Например, в аббревиатуру STEAM добавлен компонент Art, искусство, а в аббревиатуру STREAM – Robotics, робототехника [Chernyavskikh et al., 2018; Kostina et al., 2019].

Основной задачей данной образовательной технологии является интеграция знаний в области естественных наук, математики, технологии и инженерии, для развития креативного и научного мышления, навыков работы в команде, а также способствованию реализации современных интересных и конкурентоспособных проектов [Velichko et al., 2018; Migal et al., 2019; Belyaeva et al., 2020; Gafurova et al., 2020].

Применение STEM-технологий помогает сформировать целостный взгляд на разрозненный изучаемый материал. Так, Лазарева С.А. и Марчук Т.Л. [2019, с. 76] подчеркивают, что «при использовании STEM-технологии мы имеем возможность осуществлять комплексный междисциплинарный подход с проектным обучением, сочетающим в себе естественные науки с технологиями, инженерией и математикой. Как и в жизни, все предметы интегрированы и взаимосвязаны в единое целое, что позволяет сформировать у учащихся целостное мировосприятие».

Результаты и их обсуждение

В данной статье мы рассмотрим то, как можно применить данные STEM-технологии при создании интерактивных web-приложений – индивидуальных проектов школьников, выполняемых в ходе занятий курса «Проектная лаборатория с использованием STEM-технологий». Для их реализации используется набор web-технологий HTML (HyperText Markup Language – «язык гипертекстовой разметки»), CSS (Cascading Style Sheets – «каскадные таблицы стилей») и JavaScript (язык программирования) [Гольчевский, 2020].

Интерактивное приложение представляет собой комплекс небольших программ и имеет следующую структуру:

1. Титульная страница, которая содержит информацию о названии проекта и имя автора проекта. С этой страницы переход осуществляется на следующую, главную страницу.

2. Главная страница, содержащая компьютерную интерактивную модель по выбранной учеником теме. Интерактивная модель представляет собой результат математического моделирования процессов или объектов реального мира. Далее, посредством взаимодействия с содержимым этой страницы, переход можно осуществить как на теоретические страницы, так и на тестовые.

2.1. Теоретические страницы содержат в себе дополнительный теоретический материал по выбранному компоненту модели, информацию о котором пользователь решил узнать, взаимодействуя с интерактивной моделью на главной странице. Такие страницы будут созданы для каждого компонента модели, их количество определяется индивидуально.

2.2. Тестовые страницы представляют собой интерактивный тест, который служит для самопроверки пользователя после изучения главной и теоретических страниц. Данный интерактивный тест будет автоматически обрабатывать ответы и в конце прохождения показывать результат.

Рассмотрим, этапы создания такого интерактивного web-приложения и вклад STEM-технологий при их разработке.

Первоначально требуется выбрать тему, включающую в себя разные предметные области: биология, химия, физика, астрономия, и другие или их комбинация. Следующим шагом необходимо детально изучить теоретическую информацию для самостоятельной разработки интерактивной компьютерной модели. На данном этапе возникает необходимость применения различных математических расчетов, которые нужны для реализации компьютерной модели и зависят от выбранной темы. Затем идет создание страниц с уже изученной, проанализированной и систематизированной теоретической информацией. Конечным шагом следует создание вопросов для самопроверки, которые потом станут впоследствии интерактивным тестом. Из этого следует, что данное интерактивное web-приложение может использоваться не только для презентации результатов исследования, но и для самостоятельного изучения другими пользователями, а также для самопроверки любыми пользователями приложения. Помимо самостоятельной разработки данного приложения, при поддержке преподавателей и студентов-кураторов, параллельно происходит изучение и web-технологий HTML, CSS и JavaScript, необходимых для реализации проекта.

Если мы рассмотрим содержание деятельности в процессе разработки приложения с точки зрения STEM-технологий, то можно выделить содержание каждого элемента STEM-технологий [Kosheleva, Kreinovich, 2019; Larchenkova et al., 2019; Гребенюк, Булан, 2020; Aniskin et al., 2020]. К науке будет относиться конкретная предметная область, в рамках которой разрабатывается приложение. К технологиям следует отнести web-технологии создания web-ресурсов, а именно HTML, CSS и JavaScript, комплексы программ для 2d- и 3d-проектирования и математического моделирования. К инженерии можно отнести процесс разработки компьютерной интерактивной модели. Для численного решения уравнений движения при построении математических моделей различных процессов и явлений использовались модификации метода Ньютона. В качестве инструментов для проведения

численного моделирования применялся программный комплекс Mathcad (по интерфейсу и функциям он наиболее подходил для обучающихся). К математике относятся вычисления и расчеты, необходимые для создания этой модели.

Задействуется и творческий потенциал ученика, который выражается в разработке дизайна web-ресурса. Следовательно, в этом случае даже можно использовать термин STEAM-технологии [Фаенко, 2019; Власенко, Дубицкая, 2020; Колесникова, Куденко, 2020], где к основному термину добавляется Art (искусство). Следует отметить, что ученики работают с графическими редакторами для того, чтобы получить наиболее подходящие изображения для оформления своего приложения.

В процессе подготовки учащиеся углубляют свои знания в сфере естественнонаучных дисциплин, анализируя, систематизируя и организуя информацию, расширяют границы изучаемого, выходя за границы школьной программы.

В результате, обучающиеся приобретают навыки проектно-исследовательской деятельности, навыки создания моделей различных процессов и объектов, а также овладевают навыками работы с информационно-коммуникационными технологиями. Применение STEM-технологий способствует также формированию научного мышления, креативности, формированию навыков в поиске путей и способов решения поставленных задач [Клещева, Бернавская, 2019; Лозицкий, 2019; Смирнова, Сарамуд, 2019; Елемешина, 2020].

В ходе занятий школьники взаимодействуют и со сверстниками, и со взрослыми, преподавателями университета и студентами-кураторами, что также способствует формированию коммуникативного навыка.

Нельзя не отметить и то, как проектная деятельность с использованием STEM-технологий положительно влияет на процесс изучения web-технологий.

Во-первых, повышается мотивация в изучении этих web-технологий. В этом случае изучение HTML, CSS и JavaScript становится не самоцелью, а средством реализации проекта, что дополнительно мотивирует учащихся к овладению знаний по данной теме. Учащиеся видят, как можно реализовать свои идеи на практике, и это вносит дополнительный вклад.

Во-вторых, повышается степень закрепления изученного материала и произвольного запоминания. Можно сравнить изучение HTML, CSS и JavaScript в ходе выполнения разрозненных заданий, не объединенных общей темой, и изучение HTML, CSS и JavaScript в ходе разработки единого проекта, решения задач которого объединены общей тематикой и связаны между собой. В первом случае, хоть и решаются поставленные задачи и происходит изучение и закрепление нового материала, однако велика вероятность того, что с течением времени изученный материал забудется, так как он может больше и не использоваться. Кроме этого, рассматривая данный случай, ученик может получить неактуальную на данном этапе для него информацию, которая может редко использоваться самим учеником, так как для него нет в этом необходимости. Напротив, если мы рассмотрим второй вариант, при котором изучение теории HTML, CSS и JavaScript проходит с параллельным созданием целостного проекта, то в этом случае информация будет усваиваться лучше, так как изученный материал актуален для ученика и постоянно используется. При создании проекта ученику каждый раз придется обращаться уже к созданному варианту проекта и дополнять его, и при этом ученик будет вспоминать и то, что он уже сделал. И в результате изученный материал будет постепенно закрепляться в ходе многочисленных повторений.

Заключение

Таким образом, применение STEM-технологий не только помогает решить поставленные ФГОС СОО требования перед выполнением индивидуального учебного проекта, но также развивает ряд компетенций обучающихся, которые заложены в образ современного школьника. К таким компетенциям относится овладение навыками обработки информации, навыками проектной и исследовательской деятельности, навыками работы с ИКТ технологиями, коммуникативными навыками. Применение этих технологий расширяет кругозор школьника и

углубляет знания из различных областей, а также помогает в реализации школьниками своих творческих способностей и в формировании целостного мировоззрения, которое позволит в будущем расширить диапазон задач, которые смогут решать ученики.

Список литературы

1. Власенко А.П., Дубицкая Л.В. 2020. Синтез SCRUM и STEM технологий при изучении физики в школе. *Физика в школе*, 1: 34–37.
2. Гольчевский Ю.В. 2020. Подходы к проектированию и разработке современного корпоративного web-ресурса. *Экономика. Информатика*, 47 (2): 432–440.
3. Гребенюк Т.Б., Булан И.Г. 2020. Использование STEM-подхода в условиях среднего профессионального образования. *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки*, 1 (51): 22–29.
4. Елемешина Н.Н. 2020. Развитие STEM-лаборатории в дошкольной образовательной организации. В сборнике: *Горизонты и риски развития образования в условиях системных изменений и цифровизации. Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции в 2 частях*: 188–192.
5. Клещева Н.А., Бернавская М.В. 2019. Метапредметный подход к разработке учебных курсов для STEM-специальностей. *Общество: социология, психология, педагогика*, 12 (68): 131–135.
6. Колесникова Е.М., Куденко И.А. 2020. Интерес к STEM-профессиям в школе: проблемы профориентации. *Социологические исследования*, 4: 124–133.
7. Лазарева С.А., Марчук Т.Л. 2019. STEM-технология как средство формирования инженерного мышления школьников. *Пермский педагогический журнал*, 10: 76–79.
8. Лозицкий В.Л. 2019. Педагогический потенциал средств STEM-образования. *Выхаванне і дадатковая адукацыя*, 6: 21–25.
9. Проект под руководством ученых БелГУ. 2020. URL: <https://shuhov-lycee.ru/life/news/proekt-rod-rukovodstvom-uchenykh-belgu/> (дата обращения: 14.02.2021).
10. Смирнова Н.А., Сарамуд И.А. 2019. Математика как база STEM-образования школьника. В сборнике: *Сетевое образовательное взаимодействие в подготовке педагога информационного общества. Международная научно-практическая конференция*: 435–441.
11. Фаенко А.В. 2019. К вопросу об актуальности STEM-образования. В сборнике: *Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы. Материалы Международной научно-практической конференции. Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка*: 189–191.
12. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. 2016–2021. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 14.02.2021).
13. Aniskin V., Korostelev A., Busygina A., Kurochkin A., Sobakina T. 2020. Teaching potential of integrated learning technologies SMART, STEM and STEAM. *Revista de la Universidad del Zulia*, 11 (29): 328–336.
14. Belyaeva I., Chekanov N., Chekanova N., Kirichenko I., Ptashny O., Yarkho T. 2020. Calculation of the Green's function of boundary value problems for linear ordinary differential equations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (4 (103)): 43–52.
15. Chernyavskikh S.D., Velichko M.A., Kostina I.B., Krasovskaya L.V., Satler O.N. 2018. Improving educational process quality in the lessons of natural and mathematical cycle by means of stem-training. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13 (4): 501–510.
16. Gafurova N.V., Osipova S.I., Shubkina O. Yu., Kublitskaya Yu. G., Arnautova E.A. 2020. Collective subject in implementation of STEM technologies in engineering education. *Theory and Practice of Project Management in Education: Horizons and Risks*, 79: 2006.
17. Kosheleva O., Kreinovich V. 2019. Why STEM? *Mathematical Structures and Modeling*, 2 (50): 99–106.
18. Kostina I.B., Gladkikh Y.P., Velichko M.A., Krasovskaya L.V., Satler O.N. 2019. Assessment of ecological consciousness formation among adolescent girls in the learning process by means of specialized computer systems. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8 (2 Special Issue 10): 665–668.
19. Larchenkova L., Gavronskaya Y., Rogovaya O. 2019. Critical thinking in STEM (science, technology, engineering, and mathematics). *Utopia y Praxis Latinoamericana*, 24 (Extra 6): 32–41.

20. Migal L.V., Bondarev V.G., Bondareva T.P., Belyaeva I.N. 2019. Mathematical model of coordination number of spherical packing. *Compusoft*, 8 (6): 3187–3191.
21. Velichko M.A., Satler O.N., Krasovskaya L.V., Kostina I.B., Gladkikh, Y.P. 2018. Calibration of ultrasonic flowmeter on Wi-Fi network using a web browser. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control System*, 10 (8): 1593–1596.

References

1. Vlasenko A.P., Dubickaya L.V. 2020. Synthesis of SCRUM and STEM technologies when studying physics at school. *Fizika v shkole*, 1: 34–37.
2. Gol'chevskij Ju.V. 2020. Approaches to the modern corporate web resource design and development. *Economics. Information technologies*, 47 (2): 432–440 (in Russian).
3. Grebenyuk T.B., Bulan I.G. 2020. Use of the STEM-approach in the conditions of secondary vocational education. *Izvestiya Baltijskoj gosudarstvennoj akademii rybopromyslovogo flota: psihologo-pedagogicheskie nauki*, 1 (51): 22–29.
4. Elemeshina N.N. 2020. 'Razvitie STEM- laboratorii v doskol'noj obrazovatel'noj organizacii [Development of a STEM laboratory in a preschool educational organization.]. In: *Gorizonty i riski razvitiya obrazovaniya v usloviyah sistemnyh izmenenij i cifrovizacii. Sbornik nauchnyh trudov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 2-uh chastyah*: 188–192.
5. Kleshcheva N.A., Bernavskaya M.V. 2019. Meta-subject approach to the development of training courses for STEM specialties. *Obshchestvo: sociologiya, psihologiya, pedagogika*, 12 (68): 131–135.
6. Kolesnikova E.M., Kudenko I.A. 2020. Interest for STEM professions at school: problems of career guidance. *Sociologicheskie issledovaniya*, 4: 124–133.
7. Lazareva C. A., Marchuk T. L. 2019. Stem-tehnologija kak sredstvo formirovaniya inzhenerogo myshlenija shkol'nikov [STEM technology as a means of shaping engineering thinking in schoolchildren]. *Permskij pedagogicheskij zhurnal*, 10: 76–79.
8. Lozickij V.L. 2019. Pedagogicheskij potencial stedstv STEM-obrazovaniya [Pedagogical potential of STEM education]. *Vyhavanne i dadatkovaya adukacyya*, 6: 21–25.
9. Proekt pod rukovodstvom uchenyh BelGU [Project led by scientists from BelSU]. 2020. Available at: <https://shuhov-lycee.ru/life/news/proekt-pod-rukovodstvom-uchenykh-belgu/> (accessed: 14.02.2021).
10. Smirnova N.A., Saramud I.A. 2019. Matematika kak baza STEM-obrazovaniya shkol'nika [Mathematics as the basis of STEM education for schoolchildren]. In: *Setevoe obrazovatel'noe vzaimodejstvie v podgotovke pedagoga informacionnogo obshchestva. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya*: 435–441.
11. Faenko A.V. 2019. K voprosu ob aktual'nosti STEM-obrazovaniya [To the question of the relevance of STEM education.]. In: *Fiziko-matematicheskoe obrazovanie: celi, dostizheniya i perspektivy. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Belorusskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni Maksima Tanka*: 189–191.
12. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart srednego obshhego obrazovaniya [Federal State Educational Standard of Secondary General Education]. 2016-2021. Available at: <https://fgos.ru/> (accessed: 14.02.2021).
13. Aniskin V., Korostelev A, Busygina A, Kurochkin A, Sobakina T. 2020. Teaching potential of integrated learning technologies SMART, STEM and STEAM. *Revista de la Universidad del Zulia*, 11 (29): 328–336.
14. Belyaeva I., Chekanov N., Chekanova N., Kirichenko I., Ptashny O., Yarkho T. 2020. Calculation of the Green's function of boundary value problems for linear ordinary differential equations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (4 (103)): 43–52.
15. Chernyavskikh S.D., Velichko M.A., Kostina I.B., Krasovskaya L.V., Satler O.N. 2018. Improving educational process quality in the lessons of natural and mathematical cycle by means of stem-training. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(4): 501–510.
16. Gafurova N.V., Osipova S.I., Shubkina O. Yu., Kublitskaya Yu. G., Arnautova E.A. 2020. Collective subject in implementation of STEM technologies in engineering education. *Theory and Practice of Project Management in Education: Horizons and Risks*, 79: 2006.
17. Kosheleva O., Kreinovich V. 2019. Why STEM? *Mathematical Structures and Modeling*, 2 (50): 99–106.



18. Kostina I.B., Gladkikh Y.P., Velichko M.A., Krasovskaya L.V., Satler O.N. 2019. Assessment of ecological consciousness formation among adolescent girls in the learning process by means of specialized computer systems. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8 (2 Special Issue 10): 665–668.
19. Larchenkova L., Gavronskaya Y., Rogovaya O. 2019. Critical thinking in STEM (science, technology, engineering, and mathematics). *Utopia y Praxis Latinoamericana*, 24 (Extra 6): 32–41.
20. Migal L.V., Bondarev V.G., Bondareva T.P., Belyaeva I.N. 2019. Mathematical model of coordination number of spherical packing. *Compusoft*, 8 (6): 3187–3191.
21. Velichko M.A., Satler O.N., Krasovskaya L.V., Kostina I.B., Gladkikh, Y.P. 2018. Calibration of ultrasonic flowmeter on Wi-Fi network using a web browser. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control System*, 10 (8): 1593–1596.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Беляева Ирина Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики, естественно-научных дисциплин и методик преподавания Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Величко Максим Андреевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики, естественно-научных дисциплин и методик преподавания Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Синюгина Оксана Олеговна, студентка 5 курса, по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, профиль Информатика и иностранный язык (английский), Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina N. Belyaeva, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor (Docent) of the Department of Computer Science, Natural Sciences and Teaching Methods Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Maksim A. Velichko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor (Docent) of the Department of Computer Science, Natural Sciences and Teaching Methods Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Oksana O. Sinugina, 5th year student of 44.03.05 curricula Pedagogical Education Computer Science and foreign Language (English), Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Сегментация сканированного рукописного текста на словные фрагменты

1) **Заливин А.Н.**, 2) **Балабанова Т.Н.**, 2) **Прохоренко Е.И.**, 2) **Васильева Н.В.**

¹⁾ Белгородский университет кооперации, экономики и права,
Россия, 308023, Белгород, ул. Садовая, 116а

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

E-mail: zalivin@bsu.edu.ru, sazonova@bsu.edu.ru, prokhorenko@bsu.edu.ru, vasileva@bsu.edu.ru

Аннотация. В настоящее время одной из основных тенденций документооборота является его реализация в электронном виде, что позволяет широко использовать компьютерные технологии. Достаточно часто хранящиеся документы представляют собой изображения сканированных текстов, которые либо полностью являются рукописными, либо частично (например, подписи под текстами). При этом часто наибольший интерес представляет именно рукописная часть. В качестве примера можно привести анализ частоты употребления некоторых слов автором рукописи, задачу обнаружения фальсификации подписей и т. п. Важно отметить, что в большинстве случаев речь идет об идентификации словных фрагментов на основе отнесения их к классу, определяемому некоторым образцом (прецедентом). В данной работе рассматривается один из этапов решения такой задачи, в рамках которого определяются фрагменты изображений, не содержащие рукописных символов. В этом случае прецедентом служит фрагмент строки, заведомо не содержащий рукописных символов. Показано, что анализ рукописей в этом случае целесообразно проводить в рамках субполосных представлений. Получены основные соотношения для решающей функции и предложена процедура обучения, позволяющая построить критическую область на основе заданной вероятности ошибок первого рода.

Ключевые слова: изображения сканированных рукописей, сегментация на словные фрагменты.

Благодарности: исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 20-07-00241 а.

Для цитирования: Заливин А.Н., Балабанова Т.Н., Прохоренко Е.И., Васильева Н.В. 2021. Сегментация сканированного рукописного текста на словные фрагменты. Экономика. Информатика, 48 (2): 383–391. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-383-391.

Segmentation of scanned handwritten text into word fragments

1) **Alexander N. Zalivin**, 2) **Tatiana N. Balabanova**, 2) **Ekaterina I. Prokhorenko**,
2) **Nadezhda V. Vasil'eva**

¹⁾ Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 116a Sadovaya St, Belgorod, 308023, Russia

²⁾ Belgorod National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: zalivin@bsu.edu.ru, sazonova@bsu.edu.ru, prokhorenko@bsu.edu.ru, vasileva@bsu.edu.ru

Abstract. Currently, one of the main trends in document flow is its implementation in electronic form, which allows the widespread use of computer technology. Quite often, stored documents are images of scanned texts that are either completely handwritten or partially (for example, signatures under the texts). In this case, it is the handwritten part that is often of the greatest interest. An example is the analysis of the frequency of the use of certain words by the author of the manuscript, the task of detecting falsification of signatures, etc. It is important to note that in most cases we are talking about the identification of word fragments based on their assignment to a class defined by some pattern (precedent). In this paper, one of the stages of solving such a problem is considered, within the framework of which fragments of images that do not contain handwritten characters are determined. In this case, a fragment of a string that obviously does not contain handwritten characters serves as a precedent. It is shown that the analysis of manuscripts in this case is advisable to carry out within the framework of subband representations. The basic

relations for the decision function are obtained and a training procedure is proposed that makes it possible to construct a critical region based on a given probability of errors of the first kind.

Keywords: images of scanned manuscripts, segmentation into word fragments.

Acknowledgements: the work was supported by RFBR grant 20-07-00241 a.

For citation: Zalivin A.N., Balabanova T.N., Prokhorenko E.I., Vasil'eva N.V. 2021. Segmentation of scanned handwritten text into word fragments. Economics. Information technologies, 48 (2): 383–391. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-383-391.

Введение

С позиций информационного обмена одной из наиболее естественных форм представления информации являются визуальные отображения действительности. В настоящее время такие отображения создаются с помощью программно-аппаратных средств. Они получили наименования цифровых изображений, что позволяет для их анализа использовать компьютерные системы [Гонсалес, Вудс 2006, Грузман, Киричук и др., 2002].

В частности, в электронных хранилищах накоплены достаточно большие объемы изображений сканированных рукописных текстов или их фрагментов. Они достаточно часто подвергаются исследованиям с целью выявления некоторых особенностей источников их создания, например, частоты использования тех или иных слов, употребления конкретных ключевых слов, например, с позиций обнаружения опасных тенденций, обнаружения фальсификаций подписей и т. д. [Горский, Анисимов, Горская, 1997, Жилияков, Ефимов, 2018, Мозговой, 2013, Демин, 2012, Афанасенко, Елизаров, 2008]. Наличие программного обеспечения специализированных информационных технологий позволяет автоматизировать анализ рукописей на основе применения компьютерной техники. В рамках данной работы речь идет об отнесении фрагментов рукописного текста в виде отдельных слов (словных фрагментов) к классу идентичных некоторому фрагменту-прецеденту, который определяется в начале процедуры поиска. При этом предполагается, что прецедент представляет собой рукописный фрагмент, созданный тем же автором, что и остальной текст. Поэтому рассматриваемую процедуру можно именовать поиском нечетких фрагментов, имея в виду изменчивость начертания букв даже у одного автора.

Уточним формулировку задачи. Исходя из некоторых соображений поиска, определяется фрагмент рукописи, содержащий изображение заданной словоформы. Необходимо на основе перемещения по сканированному изображению остального текста найти словные фрагменты, которые содержат идентичные словоформы (прецедентная идентификация).

Так как анализ семантики не предполагается, то с позиций методологии принятия решений основной (начальной) гипотезой служит следующее.

H_0 : сравниваемый анализируемый словный фрагмент идентичен фрагменту-прецеденту.

Задача заключается в разработке решающей процедуры, позволяющей на основе обработки изображений опровергнуть эту гипотезу на заданном уровне вероятности ошибок первого рода α

$$Ver(g(F, U) \in G / H_0) < \alpha, \quad (1)$$

где $U = \{u_{ik}\}$, $F = \{f_{ik}\}$, $i = 1, \dots, N$; $k = 1, \dots, M$ – анализируемый фрагмент изображения и прецедент соответственно; $g(U, F)$ – решающая функция, вид которой определяется мерой близости сравниваемых фрагментов; G – критическая область (область отвержения гипотезы); символ Ver означает вероятность, в данном случае условную.

Из общих требований к свойствам решающей функции следует отметить необходимость её достаточно стабильного поведения при сравнении идентичных объектов, и наоборот высокую чувствительность, которая проявляется в резких отличиях её значений от стабильных при значимых различиях в сравниваемых фрагментах изображений. Для достижения такого эффекта необходимо использовать признаки сравниваемых фрагментов, адекватно отражающие их структурные свойства.

Ясно, что одним из основных этапов такой решающей процедуры является сегментация [Борисов, 2008; Сорокин, Запрягаев, 2010] сканированного рукописного текста на словные фрагменты, которые слитно заполнены графическими символами, кодирующими звуки устной речи, либо являющимися знаками некоторого специализированного словаря. Именно этот аспект обработки фрагментов изображений сканированного рукописного текста при прецедентной идентификации его словных фрагментов рассматривается в данной работе.

Основная часть

Субполосные признаки межсловных и межстрочных интервалов

Межсловные и межстрочные интервалы в изображениях сканированного рукописного текста всегда присутствуют. Очевидно, что основным их признаком является отсутствие рукописных символов. Ясно также, что перед поиском идентичных прецеденту рукописных фрагментов целесообразно определить незаполненные символами строки анализируемого изображения, включая эффекты непараллельности рукописных строк.

В основе такой процедуры обработки данных предлагается использовать субполосный анализ Фурье в области нормированных круговых пространственных частот z , имея в виду определение трансформанты Фурье дискретных последовательностей вида [Рабинер, Голд, 1978, Жилияков, Черноморец, 2009, Черноморец, Голощапова и др., 2011]

$$X(z) = \sum_{k=1}^K x_k \exp(-jz(k-1)), \quad (2)$$

где $x_k, k=1, \dots, K$ – набор значений пикселей вдоль некоторой строки изображения, целесообразное количество которых будет обосновано позже.

Ввиду периодичности экспоненты, правая часть (2) также имеет период 2π . Кроме того, при разных k на этом периоде экспоненты ортогональны, поэтому, справедливо соотношение, которое принято называть равенством Парсевала

$$\int_{-\pi}^{\pi} |X(z)|^2 dz / 2\pi = \|\bar{x}\|^2 = \sum_{k=1}^K x_k^2. \quad (3)$$

Для рассматриваемой задачи важной является возможность представления этого равенства в виде суммы интегралов

$$\|\bar{x}\|^2 = \sum_{r=0}^R P_r(\bar{x}), \quad (4)$$

где

$$P_r(\bar{x}) = \int_{z \in Z_r} |X(z)|^2 dz / 2\pi. \quad (5)$$

Здесь имеется в виду разбиение области интегрирования в (3) на субполосы вида

$$Z_r = [-Z_{2r}, -Z_{1r}) \cup [Z_{1r}, Z_{2r}), r = 0, \dots, R, \quad (6)$$

причем

$$Z_{10} = 0; Z_{2,r} = Z_{1,r+1}, r = 0, 1, \dots, R-1; Z_{2R} = \pi. \quad (7)$$

В работе предлагается использовать следующее разбиение:

$$Z_{20} = \pi / (2R + 1); \Delta Z_r = Z_{2r} - Z_{1r} = 2Z_{20}. \quad (8)$$



Подстановка в (5) определения (3) позволяет получить следующее представление для части энергии вектора, связанной с соответствующим частотным интервалом (субполосой)

$$P_r(\vec{x}) = \vec{x}' A_r \vec{x}, \quad (9)$$

где штрих означает транспонирование; $A_r = \{a_{ik}^r\}, i, k = 1, \dots, K$ – субполосная матрица [Жиляков, Черноморец, 2009, Черноморец, Голощапова и др., 2011] с элементами

$$a_{ik}^r = \int_{z \in Z_r} \exp(-jz(i-k)) dz / 2\pi. \quad (10)$$

В результате интегрирования получаем

$$a_{ik}^r = 2a_{ik}^0 \cos(z_r(i-k)), r = 1, \dots, R; \quad (11)$$

$$a_{ii}^0 = \sin(Z_{20}(i-k)) / (\pi(i-k)), a_{ii}^0 = Z_{20} / \pi; \quad (12)$$

$$z_r = (Z_{2r} + Z_{1r}) / 2.$$

Субполосные матрицы, очевидно, являются симметричными. Кроме того, из определения (9) следует их положительная определенность. Поэтому они представимы в следующем виде [Гантмахер, 1971, Парлетт, 1983, Zhilyakov, 2015]

$$A_r = Q_r L_r Q_r', \quad (13)$$

где $L = \text{diag}(\lambda_1^r, \dots, \lambda_N^r)$ – диагональная матрица собственных чисел, упорядоченных по убыванию

$$\lambda_1^r \geq \lambda_2^r \geq \dots \geq \lambda_N^r \geq 0; \quad (14)$$

а $Q_r = (\vec{q}_1^r \dots \vec{q}_N^r)$ – ортогональная матрица соответствующих собственных векторов

$$A_r Q_r = Q_r L_r; \quad (15)$$

$$Q_r' Q_r = Q_r Q_r' = I = \text{diag}(1, \dots, 1). \quad (16)$$

Отметим также, что из равенства единице евклидовой нормы собственных векторов следует справедливость неравенства для собственных чисел [Zhilyakov, 2015]

$$\lambda_1^r \leq 1. \quad (17)$$

Легко понять, что соотношения (10) порождают матричную форму следующего вида

$$A_r = C_{s_r} A_0 C_{s_r} + S_{s_r} A_0 S_{s_r}, \quad (18)$$

где

$$C_{s_r} = \text{diag}(1, \cos(z_r), \cos(2z_r), \dots, \cos((K-1)z_r)); \quad (20)$$

$$S_{s_r} = \text{diag}(0, \sin(z_r), \sin(2z_r), \dots, \sin((K-1)z_r)). \quad (21)$$

Подставив в (18) представление (13) для A_0 , получаем

$$A_r = 2(C_{s_r} Q_0 L_0 Q_0' C_{s_r} + S_{s_r} Q_0 L_0 Q_0' S_{s_r}). \quad (22)$$

Важным свойством субполосных матриц является то, что только часть их собственных чисел значимо больше нуля. В частности, для нулевой субполосы с высокой точностью выполняются равенства

$$\lambda_{k+J_0}^0 = 0, k = 1, \dots, k - J_0, \quad (23)$$

когда

$$J_0 = [Z_{20} K / 2\pi] + 2. \quad (24)$$

Здесь квадратные скобки означают целую часть содержащегося в них числа.

Непосредственно из представления (10) и определения (15) можно получить соотношение

$$\lambda_i^0 = \int_{z \in Z_0} |G_i^0(z)|^2 dz / 2\pi, i = 1, \dots, K, \quad (25)$$

где $G_i^0(z)$ – трансформанта Фурье соответствующего собственного вектора «нулевой» субполосной матрицы.

Таким образом, собственные числа этой субполосной матрицы численно равны долям квадратов евклидовых норм собственных векторов, попадающих в соответствующую субполосу. Поэтому, основываясь на соотношении (22), нетрудно показать справедливость представлений для собственных чисел и векторов остальных субполосных матриц

$$\lambda_{2k-1}^r = \lambda_{2k}^r = \lambda_k^0, k = 1, \dots, J_0, \quad (26)$$

$$\vec{q}_{2k-1}^r = d_{2k-1}^r C s_r \vec{q}_k^0; \vec{q}_{2k}^r = c_{2k}^r S s_r \vec{q}_k^0, k = 1, \dots, J_0. \quad (27)$$

где

$$d_{2k-1}^r = \left(\sum_{i=1}^K (\cos((i-1)z_r) q_{ik}^0)^2 \right)^{-1/2};$$

$$c_{2k}^r = \left(\sum_{i=1}^K (\sin((i-1)z_r) q_{ik}^0)^2 \right)^{-1/2}.$$

Соотношения (26), (27) нетрудно получить из (23) и (25) при умножении (22) на правые части (27) и учете тригонометрических тождеств

$$\cos^2(z_r(m-1)) = (1 + \cos(2z_r(m-1))) / 2;$$

$$\sin^2(z_r(m-1)) = (1 - \cos(2z_r(m-1))) / 2;$$

$$2 \sin(z_r(m-1)) \cos(z_r(m-1)) = \sin(2z_r(m-1)),$$

а также эффекта «переноса» спектров

$$\sum_{m=1}^K q_{mk}^0 \cos(2z_r(m-1)) \exp(-jz(m-1)) = (G_k(z - 2z_r) + G_k(z + 2z_r)) / 2;$$

$$\sum_{m=1}^K q_{mk}^0 \sin(2z_r(m-1)) \exp(-jz(m-1)) = (G_k(z - 2z_r) + G_k(z + 2z_r)) / 2j.$$

Свойство (23) собственных чисел «нулевой» субполосной матрицы позволяет преобразовать представление (9) к следующему удобному для вычислений виду

$$P_r(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{J_0} \lambda_i^0 ((\alpha_i^r)^2 + (\beta_i^r)^2), \quad (28)$$

где

$$\alpha_i^r = \sum_{k=1}^K x_k q_{ki}^0 \cos(z_r(k-1)), \quad (29)$$

$$\beta_i^r = \sum_{k=1}^K x_k q_{ki}^0 \sin(z_r(k-1)). \quad (30)$$

Очевидно, что для межстрочных интервалов характерным является почти постоянство значений пикселей. Если положить

$$x_k = c, k = 1, \dots, K, \quad (31)$$

то в соответствии с определением (2) можно получить соотношение для спектра

$$X(z) = \exp(-j(K-1)z/2) \sin(Kz/2) / \sin(z/2). \quad (32)$$

Легко понять, что здесь первый ноль правой части достигается в точке

$$z_0 = 2\pi / K, \quad (33)$$

причем, как показывают вычисления, когда

$$Z_{02} = z_0, \quad (34)$$

выполняется условие

$$P_0(\vec{x}) / \|\vec{x}\|^2 > 0.90, \quad (35)$$

то есть подавляющая доля энергии вектора с постоянными компонентами сосредоточена в нулевой субполосе с границей (34).



Представляется целесообразным границу нулевого интервала (8) выбрать равной правой части (33), что дает следующее соотношение между количеством субполос и размерностью обрабатываемых векторов

$$K = 2(2R + 1). \quad (36)$$

При таком выборе минимальная размерность обрабатываемых векторов равна 6. Ниже в таблице 1 приведены первые 6 значений собственных чисел для «нулевой» матрицы. Легко видеть, что данные таблицы не противоречат соотношению (24).

Таблица 1
Table 1

Значения первых шести значений собственных чисел
The values of the first six values of the eigenvalues

$R(K)$	λ_1^0	λ_2^0	λ_3^0	λ_4^0	λ_5^0	λ_6^0
1 (6)	0,9846	0,7606	0,2355	0,0189	0,0004	0,0000
3 (14)	0,9817	0,7515	0,2422	0,0236	0,0008	0,0000
10 (42)	0,9811	0,7500	0,2430	0,0245	0,0009	0,0000

Положим

$$\vec{\alpha}_0 = (\alpha_{10}, \dots, \alpha_{K0})' = Q_0' \vec{x}. \quad (37)$$

Тогда с учетом (24) из соотношения (9) можно получить представление

$$P_{0r}(\vec{x}) = \vec{x}' A_0 \vec{x} \approx \sum_{i=1}^{J_0} \lambda_i^0 \alpha_{i0}^2. \quad (38)$$

Положим

$$\vec{y} = \sum_{i=1}^{J_0} \alpha_{i0} \vec{q}_i^0. \quad (38)$$

Нетрудно показать справедливость равенства

$$P_0(\vec{x} - \vec{y}) = \sum_{i=J_0+1}^K \lambda_i^0 \alpha_{i0}^2 \approx 0, \quad (39)$$

откуда в соответствии с определением (5) следует равенство для отрезков спектров

$$Y(z) \cong X(z), z \in Z_0. \quad (40)$$

Таким образом, отрезки спектров исходного вектора и вектора (38) в «нулевой» субполосе совпадают.

Следует, однако, иметь в виду, что более реалистичным, чем равенство (31), является модель компонент обрабатываемых векторов

$$x_k = c + u_k, k = 1, \dots, K, \quad (41)$$

где u_k – некоторая случайная компонента, которую будем полагать гауссовой с функцией плотности вероятностей (ФПВ)

$$w(u) = \exp(-u^2 / 2\sigma^2) / \sigma(2\pi)^{1/2}. \quad (42)$$

Для положительности и почти постоянства значений пикселей в промежутках между словами среднеквадратическое значение должно быть существенно меньше константы

$$\sigma \ll c.$$

В качестве характеристики вектора смеси постоянной величины и случайной гауссовской компоненты с независимыми значениями естественно использовать отношение сигнал/шум в виде

$$d = (E(\|\bar{u}\|^2) / Kc^2)^{1/2} = \sigma / c, \quad (43)$$

где символ E – символ математического ожидания.

Очевидно также, что в этих условиях будет выполняться равенство

$$E(|U(z)|^2) = E(|\sum_{k=1}^K u_k \exp(-jz(k-1))|^2) \equiv s^2 = const. \quad (44).$$

В свою очередь для характеристик вида (9) в этих условиях с учетом одинаковости диагональных элементов субполосных матриц (10) получаем

$$E(P_r(\bar{u})) = \sigma^2 K a_{ii}^r. \quad (45)$$

В частности, с учетом (12) и (33) получаем

$$E(P_0(\bar{u})) = 2\sigma^2. \quad (46)$$

Аналогично с учетом неравенства (35) можно показать, что для вектора с компонентами (41) справедливо следующее соотношение

$$E(P_0(\bar{x})) > 0,9c^2 K + 2\sigma^2. \quad (47)$$

Ясно, что второе слагаемое здесь обусловлено наличием случайной компоненты, причем параметр отношение сигнал/шум становится равным

$$d_0 = (2/0,9K)^{1/2} \sigma / c. \quad (48)$$

Отметим, что правая часть у (48) может быть существенно меньше, чем у (43).

Пусть теперь с вектором (41) на предмет близости сопоставляется вектор

$$y_k = c + v_k, k = 1, \dots, K, \quad (49)$$

который образуется на основе значений пикселей другого фрагмента строки. Здесь имеется в виду случайная компонента вида (42).

В виду свойства (48) целесообразно использовать субполосную меру близости

$$W(x, y) = P_0(\bar{x} - \bar{y}), \quad (50)$$

для которой в виду (41) и (49) будет иметь место

$$E(W(x, y)) = E(P_0(\bar{u} - \bar{v})) = 4\sigma^2. \quad (51)$$

Воспользовавшись представлением вида (38), можно получить соотношение для дисперсии меры (50)

$$E(W(x, y) - E(W(x, y)))^2 = 4\sigma^4 \sum_{i=1}^K (\lambda_k^0)^2. \quad (52)$$

С учетом данных таблицы 1 получаем оценку среднеквадратического отклонения, как квадратный корень из правой части (52)

$$S(W) = 2,5\sigma^2. \quad (53)$$

Проверка начальной гипотезы H_0

В качестве прецедента необходимо использовать фрагмент заведомо пустой от символов строки. Количество пикселей фрагмента при этом целесообразно взять не менее 6, но не более средней ширины пробелов между словами. Используя заведомо пустые строки, необходимо оценить верхнюю грань получающихся значений меры (50)

$$h = \max P_0(\bar{x}_k - \bar{y}_k), k = 1, \dots, M, \quad (54)$$

где M – количество используемых фрагментов.

Тогда вероятность ошибок первого рода при проверке гипотезы об идентичности сравниваемых фрагментов буде приблизительно равна

$$p \approx 1/M. \quad (55)$$

Отсюда следует правило выбора для обучения выборочных значений, чтобы удовлетворить требованиям обеспечения необходимого уровня вероятности ошибок первого рода при реализации решающего правила: если выполняется неравенство

$$W(x, y) > h, \quad (56)$$

где вектор \vec{x} – прецедент, заведомо не содержащий символов, то сопоставляемый фрагмент \vec{y} не относится к такому множеству.

Выводы

Рассмотрен важный аспект анализа изображений сканированного рукописного текста, который связан с выделением фрагментов, не содержащих символов. Показана целесообразность использования субполосного анализа на основе понятия части энергии, попадающей в частотный интервал вблизи начала координат частотной области. Предложена модель, определяющая значения пикселей строк без рукописных символов и получены соотношения для решающей функции, позволяющей их идентифицировать. Предложена процедура обучения, с помощью которой можно определить критическую область решающей функции при проверке гипотезы об идентичности сравниваемых векторов, состоящих из компонент в виде «пустых» пикселей.

Список литературы

1. Афонасенко А.В., Елизаров А.И. 2008 Обзор методов распознавания структурированных символов. В докл. ТУСУРа № 2 (18), часть 1.
2. Борисов Е. 2008 Сегментация изображения текста. [Электронный ресурс]. URL: <http://mechanoid.kiev.ua/cv-text-image-segmentator.html> (Дата обращения: 01.04.2019).
3. Гантмахер Ф.Р. 1971 Теория матриц. М., Наука, 576.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. 2006. Цифровая обработка изображений. М., Техносфера, 1072.
5. Горский Н., Анисимов В., Горская Л. 1997. Распознавание рукописного текста: от теории к практике. СПб., Политехника, 126.
6. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. 2002. Цифровая обработка изображений в информационных системах. Новосибирск: НГТУ, 352.
7. Демин А.А. 2012. Обзор интеллектуальных систем для оценки каллиграфии. Инженерный вестник, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 77-48211/478895, 09: 1–25.
8. Жилияков Е.Г., Ефимов Н.О. 2018. Распознавание фрагментов рукописного текста. Характерные частотные интервалы. Информационные технологии. 7: 481–486.
9. Жилияков Е.Г., Черноморец А.А. 2009. Вариационные алгоритмы анализа и обработки изображений на основе частотных представлений. Монография. Белгород: Изд-во ГИК, 146.
10. Мозговой А.А. 2013 Проблемы извлечения рукописных слов из сканированного изображения. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. Воронеж 1: 14–23.
11. Парлетт Б. 1983. Симметричная проблема собственных значений. М., Мир, 382.
12. Рабинер Л., Голд Б. 1978. Теория и методы цифровой обработки сигналов. М., Мир, 424.
13. Сорокин А. И., Запрягаев С.А. 2010. Сегментация рукописных и машинописных текстов методом диаграмм Вороного. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: системный анализ и информационные технологии. Воронеж 1: 160–165.
14. Черноморец А.А. Голошапова В.А., Лысенко И.В., Болгова Е.В. 2011. О частотной концентрации энергии изображений. Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. Белгород 1: 103–108.
15. Zhilyakov E. G. 2015. Optimal sub-band methods for analysis and synthesis of finite-duration signals. Autom. Remote Control, 76:4.

References

1. Afonassenko A.V., Elizarov A.I. 2008 Review of methods for recognizing structured characters. In the report. TUSUR No 2 (18), part 1.
2. Borisov E. 2008 Segmentation of the text image. [Electronic resource]. URL: <http://mechanoid.kiev.ua/cv-text-image-segmentator.html> (Date of access: 01.04.2019).
3. Gantmakher F.R. 1971 Matrix theory. M., Nauka, 576.
4. Gonzalez R., Woods R. 2006. Digital Image Processing. M., Technosphere, 1072.

5. Gorsky N., Anisimov V., Gorskaya L. 1997. Handwriting recognition: from theory to practice. SPb., Polytechnic, 126.
6. Gruzman I.S., Kirichuk V.S., Kosykh V.P., Peretyagin G.I., Spektor A.A. 2002. Digital image processing in information systems. Novosibirsk: NSTU, 352.
7. Demin A.A. 2012. Review of intelligent systems for the assessment of calligraphy. Engineering Bulletin, Moscow State Technical University N.E. Bauman, 77-48211 / 478895, 09: 1–25.
8. Zhilyakov E.G., Efimov N.O. 2018. Recognition of fragments of handwritten text. Typical frequency intervals. Information Technology. 7: 481–486.
9. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A. 2009. Variational algorithms for image analysis and processing based on frequency representations. Monograph. Belgorod: GIK Publishing House, 146.
10. Mozgovoy A.A. 2013. Problems with extracting handwritten words from scanned image. Modeling, optimization and information technology. Voronezh 1: 14–23.
11. Parlett B. 1983. Symmetric eigenvalue problem. M., Mir, 382.
12. Rabiner L., Gold B. 1978. Theory and methods of digital signal processing. M., Mir, 424.
13. Sorokin A.I., Zapryagaev S.A. 2010. Segmentation of handwritten and typewritten texts using the Voronoi diagram method. Voronezh State University Bulletin. Series: systems analysis and information technology. Voronezh 1: 160–165.
14. Chernomorets, A.A. Goloshchapova V.A., Lysenko I.V., Bolgova E.V. 2011. On the frequency concentration of the energy of images. Scientific bulletin of BelSU. Ser. History. Political science. Economy. Computer science. Belgorod 1: 103–108.
15. Zhilyakov E.G. 2015. Optimal sub-band methods for analysis and synthesis of finite-duration signals. Autom. Remote Control, 76: 4.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Заливин Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и технологии защиты информации Белгородского университета кооперации, экономики и права, Белгород, Россия

Балабанова Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Прохоренко Екатерина Ивановна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий, Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

Васильева Надежда Владимировна, аспирант кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий, Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander N. Zalivin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Security Organization and Technology, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod, Russia

Tatiana N. Balabanova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunications Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Ekaterina I. Prokhorenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunications Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Nadezhda V. Vasil'eva, Postgraduate Student of the Department of Information and Telecommunications Systems and Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 004.8

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-392-404

О применении интеллектуальных технологий обработки естественного языка и средств виртуальной реальности для поддержки принятия решений при подборе исполнителей проектов

¹⁾ Агузумцян Р.В., ²⁾ Великанова А.С., ²⁾ Польщиков К.А., ²⁾ Игитян Е.В., ²⁾ Лихошерстов Р.В.

¹⁾ Академия государственного управления Республики Армения,
Республика Армения, 0028, г. Ереван, ул. Киевян 8

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

E-mail: rvaghuzumtsyan@list.ru, agerasimova@bsu.edu.ru, polshchikov@bsu.edu.ru,
medvedeva_e@bsu.edu.ru, oaqwater@yandex.ru

Аннотация. Представлены концептуальные основы оценивания личностных приоритетов человека и его нацеленности на достижение результатов проекта на основе применения методов нечеткой логики, нейронных сетей и средств виртуальной реальности. Для оценивания нацеленности человека на достижение результатов проекта предложено использовать четырехслойную нейронно-нечеткую сеть, обученную на экспертных данных об исполнителях ранее реализованных проектов. Выявление личностных приоритетов человека основано на использовании интеллектуального анализа текстовых интернет-сообщений человека с помощью применения нейросетевых технологий обработки естественного языка. Исследования могут быть использованы для создания программных средств поддержки принятия решений при подборе исполнителей и включении человека в состав проектной команды.

Ключевые слова: нацеленность на достижение результатов проекта, личностные приоритеты, нейронно-нечеткая сеть, обработка естественного языка, средства виртуальной реальности, принятие решений.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90083.

Для цитирования: Агузумцян Р.В., Великанова А.С., Польщиков К.А., Игитян Е.В., Лихошерстов Р.В. 2021. О применении интеллектуальных технологий обработки естественного языка и средств виртуальной реальности для поддержки принятия решений при подборе исполнителей проектов. Экономика. Информатика, 48 (2): 392–404. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-392-404.

Application of intellectual technologies of natural language processing and virtual reality means to support decision-making when selecting project executors

¹⁾ Ruben V. Aguzumtsyan, ²⁾ Alexandra S. Velikanova, ²⁾ Konstantin A. Polshchikov, ²⁾ Elena V. Igityan,
²⁾ Rodion V. Likhosherstov

¹⁾ Academy of Public Administration of the Republic of Armenia,
8 Kievyan str., Yerevan 0028, Republic of Armenia

²⁾ Belgorod National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: rvaghuzumtsyan@list.ru, agerasimova@bsu.edu.ru, polshchikov@bsu.edu.ru,
medvedeva_e@bsu.edu.ru, oaqwater@yandex.ru

Abstract. The conceptual foundations of assessing a person's personal priorities and his project results targeting based on the use of fuzzy logic methods, neural networks and virtual reality tools are presented. To assess the project results targeting of a person, it is proposed to use a four-layer neural-fuzzy network trained on expert data on the executors of previously implemented projects. The identification of a person's personal

priorities is based on the use of intellectual analysis of textual Internet messages of a person using neural network technologies for natural language processing. As a training sample, it is proposed to use a set of text document vectors and the corresponding marks of personal priority classes. In the process of identifying the personal priorities classes, it is required to create an appropriate text array based on parsing and processing of text messages published on the Internet by the analyzed person. Research can be used to create software tools to support decision-making in the selection of performers on the inclusion of a person in the project team.

Keywords: project results targeting, personal priorities, neural-fuzzy network, natural language processing, virtual reality tools, decision-making.

Acknowledgments: the reported study was funded by RFBR, project number 20-37-90083.

For citation: Aguzumtsyan R.V., Velikanova A.S., Polshchikov K.A., Igityan E.V., Likhosherstov R.V. 2021. Application of intellectual technologies of natural language processing and virtual reality means to support decision-making when selecting project executors. *Economics. Information technologies*, 48 (2): 392–404. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-392-404.

Введение

Органы государственной власти, государственные структуры и коммерческие организации различных отраслей экономики ставят перед собой задачи разработки и реализации значимых проектов. Многочисленные исследования посвящены вопросам совершенствования подходов к управлению государственными проектами и программами. Анализ публикаций в этой сфере показал, что в процессе реализации крупномасштабных проектов могут возникать существенные трудности: нехватка квалифицированных исполнителей, недостаток ресурсов, потребности в выполнении дополнительных работ [Chih, Zwikael, 2015; Zwikael, Smyrk, 2015; Winch, Cha, 2020; Perera, Dewagoda, 2021]. Указанные проблемы в условиях неэффективного управления и отсутствия ответственности со стороны должностных лиц приводят к задержкам, блокировкам проектов и существенному перерасходу средств на их реализацию [Patanakul et al., 2016; Hetemi et al., 2020].

При этом работодатели сталкиваются со сложностями в подборе профессиональных кадров, способных внедрять проекты и доводить начатую деятельность до успешного завершения. Принимать решение о включении лица в проектную команду предлагается с учетом его нацеленности на достижение результатов проекта (Project Results Targeting, PRT) [Gerasimova, 2013; Gerasimova, Oboznov, 2014; Gerasimova, Oboznov, 2015; Ovsyanikova et al., 2018]. Определяющим фактором PRT, а также успешности профессиональной деятельности и психологического благополучия человека являются его личностные приоритеты – цели, ценности и смыслы, присущие внутреннему миру человека, определяющие его мотивационную направленность в жизнедеятельности. Стремление личности к соблюдению моральных норм в поведении приводит его к удовлетворенности своей работой и жизнью в целом [Gerasimova, 2013; Gerasimova, Oboznov, 2015; Ovsyanikova et al., 2018].

Учет PRT и личностных приоритетов позволяет работодателям повысить обоснованность принятия решений в отношении трудоустройства или назначения конкретных лиц на определенные должности в компаниях и организациях [Gerasimova, Oboznov, 2014]. Личностные приоритеты являются скрытыми от внешнего наблюдения, а порой сознательно скрываемыми особенностями человека, которые проявляются в процессе длительного совместного труда и взаимодействия в различных проблемных ситуациях, возникающих в коллективе. Это обстоятельство существенно затрудняет получение информации о личностных приоритетах незнакомых лиц. Для уменьшения нежелательного риска при приеме человека на работу традиционно используются рекомендательные документы от авторитетных лиц, к которым у работодателя имеется высокое доверие. Однако многие не имеют возможности получить такие рекомендации, например, из-за незначительного опыта работы или его отсутствия. Необходимость разработки новых средств оценки PRT и личностных приоритетов человека определяет актуальность исследований, представленных в данной статье.

Цель данного исследования состоит в формировании концептуальных основ применения технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности для поддержки принятия решений о включении человека в состав проектной команды на основе оценивания его личностных приоритетов и нацеленности на достижение результатов проекта.

Применение средств виртуальной реальности и нечеткой нейронной сети для выявления нацеленности человека на достижение результатов проекта

С целью выявления нацеленности человека на достижение результатов проекта предлагается создать и использовать VR-сценарии, т. е. визуализированные с помощью средств виртуальной реальности проблемные ситуации. Рекомендуется применять два набора VR-сценариев (VR-ситуаций) для оценивания PRT испытуемого. Сценарии из набора 1 должны быть предназначены для оценивания величины S – устойчивости PRT-позиции испытуемого. Сценарии из набора 2 должны быть предназначены для оценивания величины A – склонности испытуемого к PRT-действиям. Для вычисления величины S можно использовать выражение:

$$S = \sum_{i=1}^I k_i s_i, \quad (1)$$

где I – число VR-сценариев в наборе 1; i – номер VR-сценария в наборе 1, $i = 1, 2, \dots, I$; k_i – весовой коэффициент VR-сценария номер i в наборе 1; k_i может принимать значения от 0 до 1; s_i – индикатор принятия испытуемым PRT-позиции в VR-ситуации номер i в наборе 1; $s_i = 1$ в случае принятия испытуемым PRT-позиции, $s_i = 0$ в противном случае.

Вычисление величины A может быть выполнено с использованием выражения:

$$A = \sum_{j=1}^J h_j a_j, \quad (2)$$

где J – число VR-сценариев в наборе 2; j – номер VR-сценария в наборе 2, $j = 1, 2, \dots, J$; h_j – весовой коэффициент VR-сценария номер j в наборе 2; h_j может принимать значения от 0 до 1; a_j – индикатор выполнения испытуемым PRT-действий в VR-ситуации номер j в наборе 2; $a_j = 1$ в случае выполнения испытуемым PRT-действий, $a_j = 0$ в противном случае.

Для установления значений весовых коэффициентов k_i и h_j предлагается применить экспертные оценки значимости конкретных VR-сценариев для выявления устойчивости PRT-позиции испытуемого и его склонности к PRT-действиям. С этой целью от каждого из N экспертов необходимо получить индивидуальные оценки e_{ni} и r_{nj} каждого используемого VR-сценария. Полученные значения экспертных оценок должны быть занесены в две базы данных, сформированные в соответствии с таблицами 1 и 2.

Таблица 1

Table 1

Значения экспертных оценок для установления значений весовых коэффициентов k_i

Values of expert assessments for establishing the values of weighting coefficients k_i

Номер эксперта	Номер VR-сценария в наборе 1			
	1	2	...	I
1	e_{11}	e_{12}	...	e_{1I}
2	e_{21}	e_{22}	...	e_{2I}
...
N	e_{N1}	e_{N2}	...	e_{NI}

Таблица 2
 Table 2

Значения экспертных оценок для установления значений весовых коэффициентов h_j
 Values of expert assessments for establishing the values of weighting coefficients h_j

Номер эксперта	Номер VR-сценария в наборе 2			
	1	2	...	J
1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1J}
2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2J}
...
N	r_{N1}	r_{N2}	...	r_{NJ}

При выставлении оценок e_{ni} и r_{nj} эксперты могут использовать значения десятибалльной шкалы. На основе данных, содержащихся в таблицах 1 и 2, можно вычислить средние экспертные оценки VR-сценария номер i в наборе 1 и VR-сценария номер j в наборе 2:

$$E_i = \frac{\sum_{n=1}^N e_{ni}}{N}, \quad (3)$$

$$R_j = \frac{\sum_{n=1}^N r_{nj}}{N}. \quad (4)$$

Тогда для вычисления значений весовых коэффициентов k_i и h_j можно применить следующие формулы:

$$k_i = \frac{E_i}{\sum_{i=1}^I E_i}, \quad (5)$$

$$h_j = \frac{R_j}{\sum_{j=1}^J R_j}. \quad (6)$$

Для получения результирующей оценки степени альтруизма кандидата (претендента) введем обобщенный показатель D , учитывающий частные показатели устойчивости PRT-позиции кандидата и его склонности к PRT-действиям, т. е. величины S и A .

Пожалуй, невозможно точно определить конкретный интервал численных значений величины S , при которых PRT-позиция человека однозначно является устойчивой. Аналогично, весьма проблематично точно определить численные границы значений величины A , в пределах которых человека можно однозначно отнести к приверженцам PRT-действий. В связи с этим для оценивания величины S можно использовать нечеткие множества (термы) «высокая устойчивость PRT-позиции» и «низкая устойчивость PRT-позиции», а для оценивания величины A можно использовать термы «высокая склонность к PRT-действиям» и «низкая склонность к PRT-действиям». В таком случае, чтобы вычислить показатель D , можно воспользоваться нечеткими правилами простейшего вида, соответствующими алгоритму нечеткого вывода Сугено нулевого порядка:

$$\text{If } (S = S^+) \text{ and } (A = A^+) \text{ then } (D = d_1), \quad (7)$$

$$\text{If } (S = S^+) \text{ and } (A = A^-) \text{ then } (D = d_2), \quad (8)$$

$$\text{If } (S = S^-) \text{ and } (A = A^+) \text{ then } (D = d_3), \quad (9)$$

$$\text{If } (S = S^-) \text{ and } (A = A^-) \text{ then } (D = d_4), \quad (10)$$

где S^+ – терм «высокая устойчивость PRT-позиции»; S^- – терм «низкая устойчивость PRT-позиции»; A^+ – терм «высокая склонность к PRT-действиям»; A^- – терм «низкая склонность к PRT-действиям»; d_1, d_2, d_3 и d_4 – значения индивидуальных выводов соответствующих нечетких правил.

Значения S могут в большей или меньшей мере соответствовать термам S^+ и S^- . Для вычисления величины этого соответствия воспользуемся функциями принадлежности $x^+(S)$ и $x^-(S)$. Их смысл заключается в том, что значение функции $x^+(S)$ показывает, с какой вероятностью значение S принадлежит терму «высокая устойчивость PRT-позиции», а значение функции $x^-(S)$ показывает, с какой вероятностью значение S принадлежит терму «низкая устойчивость PRT-позиции». Аналогично для вычисления соответствия значений A термам A^+ и A^- можно использовать функции принадлежности $y^+(A)$ и $y^-(A)$. Широкое применение в исследовательской практике получили кусочно-непрерывные функции принадлежности [Polshchykov et al., 2019; Polshchykov et al., 2020], имеющие вид, представленный на рисунках 1 и 2.

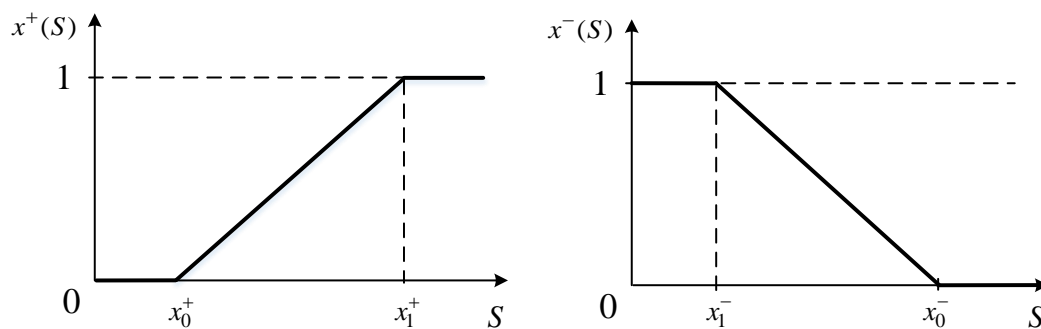


Рис. 1. Функции принадлежности $x^+(S)$ и $x^-(S)$

Fig. 1. Membership functions $x^+(S)$ and $x^-(S)$

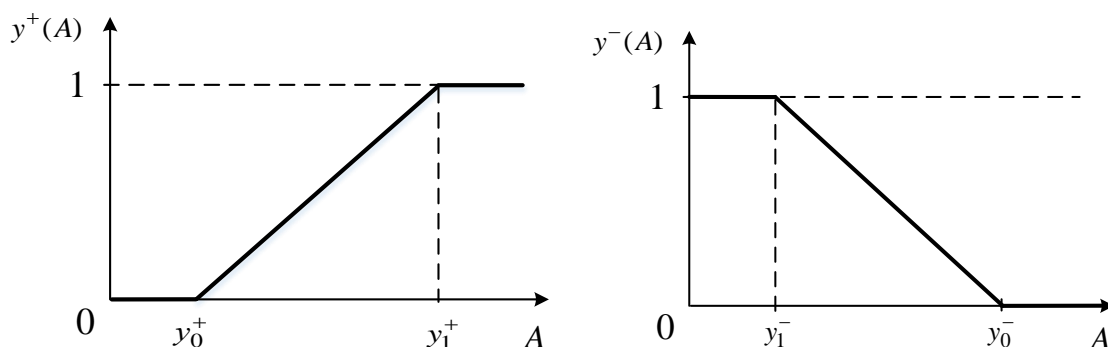


Рис. 2. Функции принадлежности $y^+(A)$ и $y^-(A)$

Fig. 2. Membership functions $y^+(A)$ and $y^-(A)$

На рисунках 1 и 2 обозначены следующие величины: x_0^+ и x_1^+ – границы наклонного отрезка ломаной $x^+(S)$; x_1^- и x_0^- – границы наклонного отрезка ломаной $x^-(S)$; y_0^+ и y_1^+ – границы наклонного отрезка ломаной $y^+(A)$; y_1^- и y_0^- – границы наклонного отрезка ломаной $y^-(A)$.

Чтобы найти показатель D на основе нечетких правил (7)–(10), прежде всего, необходимо выполнить фаззификацию, т. е. вычислить значения функций принадлежности величины S термам S^+ и S^- , а также значения функций принадлежности величины A термам A^+ и A^- :

$$x^+(S) = \begin{cases} 0, & S < x_0^+; \\ \frac{S - x_0^+}{x_0^+ - x_1^+}, & x_0^+ \leq S < x_1^+; \\ 1, & S \geq x_1^+; \end{cases} \quad (11)$$

$$x^-(S) = \begin{cases} 1, & S < x_1^-; \\ \frac{x_0^- - S}{x_0^- - x_1^-}, & x_1^- \leq S < x_0^-; \\ 0, & S \geq x_0^-; \end{cases} \quad (12)$$

$$y^+(A) = \begin{cases} 0, & A < y_0^+; \\ \frac{A - y_0^+}{y_0^+ - y_1^+}, & y_0^+ \leq A < y_1^+; \\ 1, & A \geq y_1^+; \end{cases} \quad (13)$$

$$y^-(A) = \begin{cases} 1, & A < y_0^-; \\ \frac{y_0^- - A}{y_0^- - y_1^-}, & y_1^- \leq A < y_0^-; \\ 0, & A \geq y_0^-; \end{cases} \quad (14)$$

Следующим этапом является агрегирование:

$$G_1 = x^+(S) \wedge y^+(A), \quad (15)$$

$$G_2 = x^+(S) \wedge y^-(A), \quad (16)$$

$$G_3 = x^-(S) \wedge y^+(A), \quad (17)$$

$$G_4 = x^-(S) \wedge y^-(A). \quad (18)$$

Заключительным этапом оценивания PRT является дефаззификация, в результате которой вычисляется показатель D по формуле:

$$D = \frac{G_1 d_1 + G_2 d_2 + G_3 d_3 + G_4 d_4}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}. \quad (19)$$

В представленных выше выражениях (11)–(14) и (19) неизвестными остаются значения параметров $d_1, d_2, d_3, d_4, x_0^+, x_1^+, x_1^-, x_0^-, y_0^+, y_1^+, y_1^-, y_0^-$, для вычисления которых можно воспользоваться возможностями обучения многослойной нейронной сети. В данном случае

следует создать четырехслойную нейронную сеть (рис. 3). В ней каждый слой предназначен для выполнения определенных процедур нечеткого вывода. Такую гибридную структуру именуют нейронно-нечеткой сетью или ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System) [Polshchikov et al., 2015; Konstantinov et al., 2017; Polshchikov et al., 2017; Feng, Chen, 2018; Škrjanc et al., 2019; Shihabudheen, Pillai, 2019].

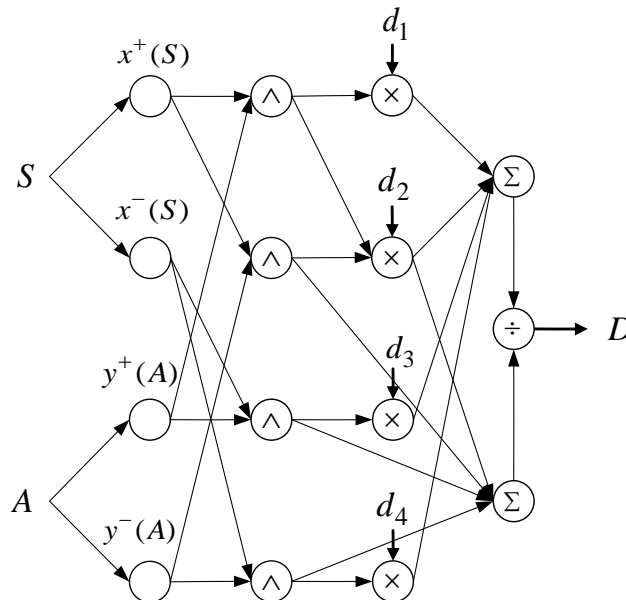


Рис. 3. Структура нейронно-нечеткой сети, предназначенной для оценки PRT
 Fig 3. Structure of a neural-fuzzy network designed for PRT estimation

Чтобы настроить такую нейронно-нечеткую сеть, потребуется обучающая выборка, которая может быть представлена в виде данных таблицы 3.

Таблица 3
 Table 3

Состав данных обучающей выборки
 The composition of the training sample data

Порядковый номер m испытуемого	Значение оценки S_m	Значение оценки A_m	Значение показателя D_m
1	S_1	A_1	D_1
2	S_2	A_2	D_2
...			
M	S_M	A_M	D_M

Число строк в структуре обучающей выборки соответствует числу испытуемых лиц M . В качестве испытуемых лиц для формирования обучающей выборки предлагается привлечь участников команд реализованных проектов, степень PRT которых могут оценить другие члены этих же проектных команд, например, коллеги вышестоящего уровня. Оценка PRT D_m испытуемого m может быть вычислена с помощью выражения:

$$D_m = \frac{\sum_{v=1}^V q_{mv}}{V}, \quad (20)$$

где V – число лиц, давших оценку PRT испытуемого m ; q_{mv} – оценка PRT испытуемого m , данная лицом v .

При выставлении оценок q_{mv} могут использоваться значения десятибалльной шкалы.

В таблице 3 каждое значение S_m – это оценка устойчивости PRT-позиции испытуемого m , а каждое значение A_m – это оценка склонности испытуемого m к PRT-действиям. Для получения этих оценок каждому лицу из числа M потребуется пройти серию испытаний с использованием средств виртуальной реальности. В результате проведения испытаний будут получены реакции s_{mi} и a_{mj} каждого испытуемого лица m в каждой конкретной VR-ситуации из наборов 1 и 2. Затем значения S_m и A_m могут быть вычислены по формулам:

$$S_m = \sum_{i=1}^I k_i s_{mi}, \quad (21)$$

$$A_m = \sum_{j=1}^J h_j a_{mj}, \quad (22)$$

где s_{mi} – индикатор принятия испытуемым m PRT-позиции в VR-ситуации номер i в наборе 1 ($s_{mi} = 1$ в случае принятия испытуемым PRT-позиции, $s_{mi} = 0$ в противном случае); a_{mj} – индикатор выполнения испытуемым m PRT-действий в VR-ситуации номер j в наборе 2 ($a_{mj} = 1$ в случае выполнения испытуемым PRT-действий, $a_{mj} = 0$ в противном случае).

Полученная таким образом обучающая выборка может быть использована для настройки нейронно-нечеткой сети. Обучение ANFIS, как правило, выполняется с помощью быстрого алгоритма обратного распространения ошибки или гибридного алгоритма, усложненного применением метода наименьших квадратов. В ходе многократных циклов обучения (эпох) осуществляется настройка весов нейронов первого и третьего слоёв ANFIS. Настройку необходимо выполнять до тех пор, пока значение ошибки обучения не стабилизируется на минимальном уровне. В результате настройки весов нейронов первого слоя получим искомые значения x_0^+ , x_1^+ , x_1^- , x_0^- , y_0^+ , y_1^+ , y_1^- и y_0^- . Искомые значения d_1 , d_2 , d_3 и d_4 будут соответствовать весам нейронов третьего слоя обученной нейронно-нечеткой сети.

После настройки ANFIS-систему можно использовать для поддержки принятия решения о включении в проектную команду того или иного кандидата с учетом его PRT. Вычисленные по формулам (1) и (2) показатели устойчивости PRT-позиции кандидата и его склонности к PRT-действиям следует использовать в качестве входных величин нейронно-нечеткой сети. В слоях ANFIS будут выполнены вычисления в соответствии с выражениями (11)–(19), результатом которых на выходе сети станет оценка D – обобщенный показатель PRT кандидата на включение в проектную команду. Исходя из предлагаемой концепции, лица с высокими значениями D будут в первую очередь рекомендованы ко включению в коллектив исполнителей проекта.

Выявление личностных приоритетов на основе интеллектуальных средств обработки естественного языка

В качестве дополнительного средства подбора исполнителей значимых проектов предлагается использовать выявление личностных приоритетов на основе интеллектуального анализа цифровых следов и текстового контента на общедоступных ресурсах интернет-мессенджеров, чатов и социальных сетей. В современном обществе характерная особенность коммуникации состоит в массовом активном использовании Интернет-сервисов. Пользователи цифровых гаджетов ежедневно генерируют в Интернет-ресурсах огромное количество текстовых и голосовых сообщений, твиттов, микроблогов, комментариев. Эти данные могут быть использованы для получения необходимой информации об интересах конкретного

человека, о его личных качествах и позиции по отношению к различным явлениям в социальной, культурной, политической и экономической сферах общественной жизни.

На основе классификации жизненных ценностей можно выделить типы личностных приоритетов, определяющих профессиональное и экономическое благополучие человека. Первый тип именуется нравственно-деловым (moral and business priorities, MBP). Для него характерны преобладание духовно-нравственных, гуманистических ценностей, приверженность к соблюдению нравственных норм в поведении, коллективизму, готовности помогать и поддерживать других людей, к развитию себя с целью обеспечения общественного благополучия. Второй тип личностных приоритетов – эгоистически-престижный (selfish-prestigious priorities, SPP). Человек с таким типом личностных приоритетов отдает предпочтение прагматическим ценностям, индивидуализму, собственному престижу, личным достижениям, высокому материальному положению, эгоистическому выделению собственной персоны.

Выявление личностных приоритетов анализируемого лица сводится к решению задачи классификации, т. е. к отнесению личностных приоритетов человека к классу SPP или MBP. Эту задачу предлагается решить на основе анализа текстовых интернет-следов человека с помощью применения нейросетевых технологий обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP) [Young et al., 2018]. Интеллектуальные средства обработки естественно-языковых данных успешно применяются для решения многих практических задач [Öztürk et al., 2020; Stewart, Velupillai, 2021; Arts et al., 2021], поэтому вполне обоснованной является попытка использовать NLP с целью выявления личностных приоритетов.

Для реализации этой идеи, прежде всего, необходимо отобрать K человек, классы личностных приоритетов которых заранее определены на основе экспертных оценок других людей, например, их руководителей, сослуживцев, партнеров и т. п. На следующем этапе требуется выполнить парсинг интернет-сообщений, опубликованных каждым отобранном лицом, и сформировать из них K сборных текстовых массивов.

Затем каждый полученный текстовый массив следует подвергнуть подготовительной NLP-обработке, выполнив процедуры сегментации текста на предложения, их токенизации на отдельные слова, исключения стоп-слов и знаков препинания, лемматизации. На следующем шаге для каждого документа номер k на основе использования статистического метода для оценки важности слов в документе (Term Frequency – Inverse Document Frequency, TF-IDF) [Kim et al., 2019] необходимо составить вектор C_k , формат которого представлен на рисунке 4.

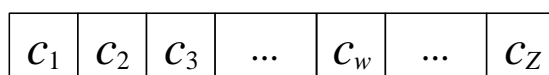


Рис. 4. Формат вектора текстового документа
 Fig 4. Text document vector format

Значения элементов c_w вектора текстового документа вычисляются с помощью выражения:

$$c_w = \frac{u_w}{\sum_{z=1}^Z u_z} \log \frac{K}{F_w}, \quad (23)$$

где u_w – количество слов номер w в текстовом документе; Z – число слов в используемом словаре; u_z – количество слов номер z в текстовом документе; F_w – число текстовых документов, в которых содержится слово номер w .

Чтобы на основе вектора текстового документа определить, к какому классу (SPP или MBP) относятся личностные приоритеты лица, опубликовавшего соответствующий набор интернет-сообщений, предлагается использовать возможности нейронной сети. Для решения

задач NLP чаще всего применяются рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks, RNN) [Pitsilis et al., 2018], сети с долгой краткосрочной памятью (Long Short-Term Memory, LSTM) [Qaisar, 2020], а также сети-трансформеры (Generative Pre-trained Transformer, GPT-2, GPT-3) [Lee et al., 2020; Dehouche, 2021]. При этом требуется обучение нейронной сети, в результате которого параметры нейронов настраиваются таким образом, чтобы ошибки классификации были минимизированы.

В качестве обучающей выборки предлагается использовать набор из K векторов текстовых документов и соответствующих им меток классов личностных приоритетов. Метка l_k принимает значение 0, если личностные приоритеты человека относятся к классу SPP. Метка l_k равна 1, если личностные приоритеты человека относятся к классу MBP. Пример фрагментов обучающей выборки выделен серым цветом в таблице 4.

Таблица 4
Table 4

Формат и пример фрагментов обучающей выборки
Format and example of training sample fragments

Номер текстового документа	Элементы обучающей выборки						Метки классов личностных приоритетов
	Элементы текстового документа						
	c_1	c_2	...	c_w	...	c_Z	l_k
1	0	0,0024	...	0	...	0,0018	1
2	0	0	...	0,0004	...	0	0
...
k	0	0	...	0,0002	...	0,0012	1
...
K	0,0001	0	...	0	...	0	0

После настройки нейронная сеть может быть использована для определения класса личностных приоритетов анализируемого лица. С этой целью с помощью парсинга открытых сетевых ресурсов потребуется собрать опубликованные этим человеком интернет-сообщения в текстовый массив, провести его подготовительную NLP-обработку и сформировать вектор соответствующего текстового документа с элементами, значения которых вычислены по формуле (23). Затем сформированный вектор потребуется подать на вход ранее обученной нейронной сети (рис. 5).

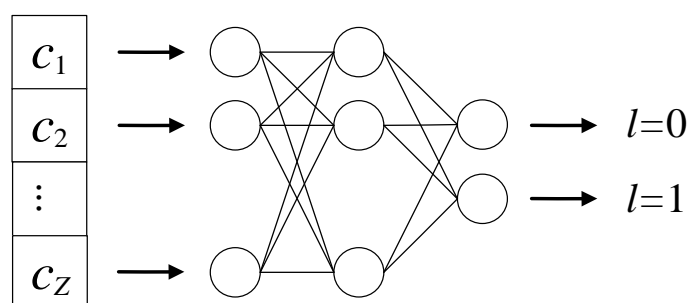


Рис. 5. Входные и выходные величины нейронной сети
Fig 5. Input and output values of the neural network

В результате на выходе нейронной сети будет получена метка класса личностных приоритетов анализируемого лица. В соответствии с предлагаемой концепцией в коллектив исполнителей проекта в первую очередь будут рекомендованы лица, отнесенные к классу МВР.

Заключение

Таким образом, предложены концептуальные основы применения технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности для поддержки принятия решений при подборе кандидатов в состав проектной команды на основе оценивания личностных приоритетов и нацеленности на достижение результатов проекта.

Показатели устойчивости PRT-позиции кандидата и его склонности к PRT-действиям следует использовать в качестве входных величин нейронно-нечеткой сети. Слойми нейронов ANFIS выполняются функции фаззификации, агрегирования и дефаззификации, в результате которых на выходе сети вычисляется оценка D – обобщенный показатель PRT кандидата на включение в проектную команду. Исходя из предлагаемой концепции, лица с высокими значениями D будут в первую очередь рекомендованы ко включению в коллектив исполнителей проекта.

В качестве дополнительного средства подбора исполнителей значимых проектов предлагается использовать интеллектуальный анализ текстовых сообщений, публикуемых интернет-пользователями, для определения личностных приоритетов кандидатов. С точки зрения эффективности выполнения человеком задач в трудовом коллективе всё многообразие личностных приоритетов может быть сведено к двум основным классам SPP и МВР. Процесс выявления классов личностных приоритетов предполагает выполнение следующих этапов:

- 1) на основе парсинга и NLP-обработки текстовых сообщений, опубликованных в Интернете анализируемым лицом, составляется соответствующий текстовый массив;
- 2) из полученного текстового массива формируется текстовый вектор документа, элементы которого вычисляются с помощью метода TF-IDF;
- 3) текстовый вектор документа подается на вход нейронной сети, благодаря настройке которой в выходном слое нейронов отображается метка класса личностных приоритетов анализируемого лица.

Предметом дальнейших исследований станет обоснование выбора типа и параметров нейронной сети для решения задачи классификации личностных приоритетов. Кроме того, потребуются разработка программных средств для реализации предложенных в работе концептуальных основ и получения экспериментальных результатов, позволяющих оценить возможности выявления у человека личностных приоритетов и нацеленности на достижение результатов проекта.

References

1. Arts S., Hou J., Gomez J.C. 2021. Natural language processing to identify the creation and impact of new technologies in patent text: Code, data, and new measures. *Research Policy*, 50: 104–144.
2. Chih Y., Zwikael O. 2015. Project benefit management: A conceptual framework of target benefit formulation. *International Journal of Project Management*, 33: 352–362.
3. Dehouche N. 2021. Plagiarism in the age of massive Generative Pre-trained Transformers (GPT-3). *Ethics Sci Environ Polit*, 21: 17–23.
4. Feng S., Chen C.L.P. 2018. Fuzzy broad learning system: A novel neuro-fuzzy model for regression and classification. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 50: 414–424.
5. Gerasimova A., Oboznov A. 2014. Development of an altruistic orientation of the personality of students and expert of helping professions. *International Multidisciplinary Scientific Conferences on Social Sciences and Arts. Psychology and Psychiatry, Sociology and Healthcare, Education*, 1: 115–120.
6. Gerasimova A., Oboznov A. 2015. Normative orientation of the specialists of official activity and professionals of socionomic profile *Proceedings of 2nd Global Conference on Psychology Researches (GCPR-2014)*. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 190: 39–42.

7. Gerasimova A.S. 2013. Value-normative method of evaluation of educational motivation of students. *Eksperimentalnaya psikhologiya*, 6: 96–104.
8. Hetemi E., Jerbrant A., Mereb J. O. 2020. Exploring the emergence of lock-in in large-scale projects: A process view. *International Journal of Project Management*, 38: 47–63.
9. Kim D., Seo D., Cho S., Kang P. 2019. Multi-co-training for document classification using various document representations: TF-IDF, LDA, and Doc2Vec. *Inform Sciences*, 477: 15–29.
10. Konstantinov I., Polshchikov K., Lazarev S., Polshchikova O. 2017. Model of Neuro-Fuzzy Prediction of Confirmation Timeout in a Mobile Ad Hoc Network. *CEUR Workshop Proceedings. Mathematical and Information Technologies*, 1839: 174–186.
11. Konstantinov I.S., Polshchikov K.O., Lazarev S.A. 2017. The Algorithm for Neuro-Fuzzy Controlling the Intensity of Retransmission in a Mobile Ad-Hoc Network. *International Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 56: 85–90.
12. Lee H.H., Shu K., Achananuparp P., Prasetyo P.K., Liu Y., Lim E.-P., Varshney L.R. 2020. Generative Pre-training Based Cooking Recipe Generation and Evaluation System. *WWW'20: Companion Proceedings of the Web Conference*: 181–184.
13. Ovsyanikova E.A., Mandibura N.A., Gerasimova A.S., Hudayeva M.Y., Tkachenko N.S., Godovnikova L.V. 2018. Modern status of research on the problem of psychological well-being of the person in the domestic and world psychological science. *Revista Publicando*, 5: 349–358.
14. Öztürk H., Özgür A., Schwaller P., Laino T., Ozkirimli E. 2020. Exploring chemical space using natural language processing methodologies for drug discovery. *Drug Disc Today*, 25: 689–705.
15. Patanakul P., Kwak Y.H., Zwikael O., Liu M. 2016. What Impacts the Performance of Large-Scale Government Projects? *International Journal of Project Management*, 34: 452–466.
16. Perera B.A.K.S., Dewagoda K.G. 2021. Streamlining the management of payment delays: the case of Sri Lankan Government building construction projects *Journal of Financial Management of Property and Construction*. Available at: <https://doi.org/10.1108/JFMPC-05-2020-0041> (accessed 20 May 2021).
17. Pitsilis G. K., Ramampiaro H., Langseth H. 2018. Effective hate-speech detection in Twitter data using recurrent neural networks. *Applied Intelligence*, 48: 4730–4742.
18. Polshchikov K.A., Lazarev S.A., Konstantinov I.S., Polshchikova O.N., Svoikina L.F., Igityan E.V., Balakshin M.S. 2020. Assessing the Efficiency of Robot Communication. *Russian Engineering Research*, 40: 936–938.
19. Polshchikov K., Lazarev S., Polshchikova O., Igityan E. 2019. The Algorithm for Decision-Making Supporting on the Selection of Processing Means for Big Arrays of Natural Language Data. *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 40: 1831–1836.
20. 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: 1494–1501.
21. Polshchikov K., Zdorenko Y., Masesov M. 2015. Neuro-Fuzzy System for Prediction of Telecommunication Channel Load. *Second International Scientific-Practical Conference “Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T)”*: 33–34.
22. Qaisar S.M. 2020. Sentiment Analysis of IMDb Movie Reviews Using Long Short-Term Memory. *2nd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCIS)*: 1–4.
23. Shihabudheen K.V., Pillai G.N. 2018. Recent advances in neuro-fuzzy system: A survey. *Author links open overlay panel. Knowledge-Based Systems*, 152: 136–162.
24. Škrjanc I., Iglesias J.A., Sanchis A., Leite D., Lughofer E., Gomide F. 2019. Evolving fuzzy and neuro-fuzzy approaches in clustering, regression, identification, and classification: A Survey. *Information Sciences*, 490: 344–368.
25. Stewart R., Velupillai S. 2021. Applied natural language processing in mental health big data. *Neuropsychopharmacology*, 46: 252–253.
26. Winch G.M., Cha J. 2020. Owner challenges on major projects: The case of UK government. *International Journal of Project Management*, 38: 177–187.
27. Young T., Hazarika D., Poria S., Cambria E. 2018. Recent Trends in Deep Learning Based Natural Language. *Processing IEEE Computational Intelligence Magazine*, 13: 55–75.
28. Zwikael O., Smyrk J. 2015. Project governance: Balancing control and trust in dealing with risk. *International Journal of Project Management*, 33: 852–862.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Агузумцян Рубен Вазгенович, кандидат психологических наук, профессор, академик Инженерной академии Республики Армения, профессор кафедры психологии управления Академии государственного управления Республики Армения, г. Ереван, Республика Армения

Великанова (Герасимова) Александра Сергеевна, кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры возрастной и социальной психологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Польщикова Константин Александрович, доктор технических наук, доцент, директор института инженерных и цифровых технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Игитян Елена Владимировна, аспирант кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Лихошерстов Родион Валерьевич, соискатель кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ruben V. Aguzumtsyan, Candidate of Psychological Sciences, Professor, Academician of the Engineering Academy of the Republic of Armenia, Professor of the Department of Management Psychology of the Academy of Public Administration of the Republic of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia

Alexandra S. Velikanova (Gerasimova), Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Age and Social Psychology of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Konstantin A. Polshchikov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Engineering and Digital Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Elena V. Igityan, Post-graduate Student of the Department of Information and Telecommunications Systems and Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Rodion V. Likhosherstov, Candidate of the Department of Applied Informatics and Information Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

УДК 621.396.967(07)

DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-405-412

Особенности использования стационарных радиолокационных станций для предотвращения чрезвычайных ситуаций террористического характера

Гончаренко Ю.Ю., Девицына С.Н.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет»
299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
E-mail: yugoncharenko@sevsu.ru; sndevitsyna@sevsu.ru

Аннотация. Проведен анализ основных технических параметров импульсных радиолокационных станций для обнаружения малых и сверхмалых целей в условиях ограниченной видимости и плохих метеоусловий. Описаны их главные технические параметры, планируемые для использования в системах физической защиты значимых объектов критической информационной инфраструктуры. Показаны преимущества использования импульсных радиолокационных станций для мониторинга крупных объектов критической информационной инфраструктуры. Целью работы является изучение возможности использования Фурье-образов для описания характеристик радиолокационных целей в системе мониторинга безопасности критически важных объектов. В предложенной методике основным прототипом для создания Фурье-образов радиолокационных целей являются функция, аппроксимирующая дельта-функцию для одиночных, точечных целей, и четыре вариации гребенчатой функции для распределенных и протяженных целей. Применение данных методов позволит сократить время идентификации радиолокационных целей и, соответственно, предотвратить чрезвычайные ситуации террористического характера, которые требуют быстрого реагирования на объект вторжения в защищаемой зоне критически важного объекта.

Ключевые слова: критическая информационная инфраструктура, объект критической информационной инфраструктуры, критически важный объект, радиолокационные станции, радиолокационные цели, дальность обнаружения, идентификация радиолокационных целей.

Для цитирования: Гончаренко Ю.Ю., Девицына С.Н. 2021. Особенности использования стационарных радиолокационных станций для предотвращения чрезвычайных ситуаций террористического характера. Экономика. Информатика, 48 (2): 405–412. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-405-412.

Peculiarities of using stationary radar location stations to prevent emergency situations of terrorist character

YUliya YU. Goncharenko, Svetlana N. Devitsyna

Sevastopol State University

33 Universitetskaya Street, Sevastopol, 299053 Russia

E-mail: yugoncharenko@sevsu.ru; sndevitsyna@sevsu.ru

Abstract. The analysis of the main technical parameters of pulse radars for detecting small and ultra-small targets in conditions of limited visibility and poor weather conditions is carried out. Their main technical parameters, planned for use in physical protection systems of significant objects of critical information infrastructure, are described. The advantages of using pulse radar stations for monitoring large objects of

critical information infrastructure are shown. The aim of the work is to study the possibility of using Fourier images to describe the characteristics of radar targets in the security monitoring system of critical objects. In the proposed method, the main prototype for creating Fourier images of radar targets is a function approximating the delta function for single, point targets, and four variations of the comb function for distributed and extended targets. The use of these methods will reduce the identification time of radar targets and, accordingly, prevent terrorist emergencies that require a quick response to an invasion object in the protected area of a critical object.

Keywords: critical information infrastructure, critical information infrastructure object, critical object, radar stations, radar targets, detection range, identification of radar targets.

For citation: Goncharenko Yu.Yu., Devitsyna S.N. 2021. Peculiarities of using stationary radar location stations to prevent emergency situations of terrorist character. Economics. Information technologies, 48 (2): 405–412. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-405-412.

Введение

На территории России функционирует множество предприятий и объектов, которые являются потенциальной мишенью для террористических атак. Как указано в Федеральном законе [Федеральный закон от 08.03.2015 N 38-ФЗ], критически важный объект – это объект, нарушение или прекращение функционирования которого приведет к потере управления экономикой Российской Федерации, субъекта Российской Федерации или административно-территориальной единицы субъекта Российской Федерации, ее необратимому негативному изменению (разрушению) либо существенному снижению безопасности жизнедеятельности населения. По данным Министерства иностранных дел РФ, только в первой половине 2020 года было зарегистрировано более миллиарда атак на объекты критической информационной инфраструктуры России. В связи со сложившейся ситуацией, до 1 января 2022 года Правительство Российской Федерации поручило Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий сформировать Перечень критически важных объектов, к которым относятся: атомные электростанции, предприятия ядерно-топливного, нефтегазового, энергетического и оборонного комплексов, крупные инженерные сооружения, гидроузлы, металлургические и химические производства, а также надводный, воздушный и трубопроводный транспорт. Таким образом, указанные объекты, а их на территории России насчитывается несколько тысяч, подлежат охране и обороне от угроз террористического и военного характера. Эти государственные учреждения и сотни других объектов стратегического назначения входят в критическую информационную инфраструктуру, имеют свои охранные предприятия и службы физической защиты, которые обязаны предотвращать чрезвычайные ситуации террористического характера [Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ, Гончаренко, 2011; Гончаренко, 2012; Гаенко и др., 2020].

Для реализации поставленных задач специальные службы оснащены оптоэлектронными, инфракрасными, акустическими, радиолокационными средствами контроля и наблюдения [Широков, 2012; Васин, Власов и др., 2004], последние из которых обладают рядом преимуществ по сравнению с другими техническими средствами наблюдения. Радиолокационные станции, во-первых, дают возможность обнаружения малых и сверхмалых целей в условиях ограниченной видимости и плохих метеоусловий, а, во-вторых, обладают большей скоростью обзора наземного и воздушного пространства [Проскурин и др., 2017; Барановский и др., 2016; Smith, 1993; Shirman, 2002; James D. Taylor. 2012]. Однако абсолютное большинство радиолокаторов, установленных на объектах критической инфраструктуры, имеют диалоговые индикаторные устройства, которые требуют и специальной подготовки операторов, и достаточно продолжительного времени для идентификации опасных целей, что недопустимо в условиях террористической атаки. Быстрая идентификация целей является актуальной задачей для исследования.

Постановка цели и задач научного исследования

Цель данной работы – рассмотреть особенности использования стационарных радиолокационных станций и возможность их модернизации, сокращающей время идентификации радиолокационных целей и, соответственно, позволяющих предотвращать чрезвычайные ситуации террористического характера на критически важных объектах.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи: проанализировать основные технические параметры импульсных радиолокационных станций, рассмотреть возможность использования Фурье-образов для описания характеристик радиолокационных целей.

Технические параметры импульсных радиолокационных станций

Технические характеристики радиолокационных станций (РЛС) определяются в соответствии с их назначением и кругом решаемых основных и вспомогательных задач. В настоящее время наибольшее распространение получили импульсные РЛС, к основным техническим характеристикам которых относятся следующие параметры [Горбунов и др., 2017; Бердышев, 2011; Ботов, 2013].

Несущая частота f , Гц, – частота гармонических электрических или электромагнитных колебаний, служащих переносчиком информации путем модуляции этих колебаний сигналами, соответствующими передаваемому сообщению.

Под излучаемой мощностью в импульсе или импульсной мощностью $P_{и}$, Вт, понимают среднюю за время импульса мощность. Её используют для характеристики импульсов прямоугольной, колоколообразной и другой формы.

Чувствительность приемного устройства $P_{пр}$, Вт, характеризует способность приемника принимать слабые сигналы, определяется как минимальный уровень входного сигнала устройства, необходимый для обеспечения требуемого качества полученной информации.

Характеристики антенны определяются шириной диаграммы направленности в горизонтальной $Q_{г}$ и вертикальной $Q_{в}$ плоскостях, которые измеряются в градусах.

Коэффициент направленного действия антенны (КНД) – это отношение квадрата напряженности поля, создаваемого антенной в данном направлении, к среднему значению квадрата напряженности поля по всем направлениям. КНД является безразмерной величиной и обозначается $G_{и}$ для излучающих и $G_{пр}$ для приемных антенн.

Коэффициент усиления антенны G_{ya} равен произведению КНД антенны на коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта приемной (передающей) антенны.

Коэффициент распознавания сигнала δ (пороговый коэффициент) – параметр любого радиотехнического устройства, определяющий минимальное соотношение сигнала и помехи, при котором приемное устройство и индикатор могут еще зарегистрировать полезный сигнал с заданными вероятностями правильного обнаружения и ложной тревоги, является безразмерной величиной.

К техническим характеристикам также относятся методы обзора и скорость обзора пространства, масса, габаритные параметры станции и потребляемая мощность от источников электропитания.

Независимо от назначения РЛС, их главным техническим показателем является дальность действия. Исходя из уравнения радиолокации, на дальность обнаружения наземных, надводных и воздушных целей влияют только несущая частота, импульсная мощность, коэффициент усиления антенны в режимах излучения и приема, чувствительность приемника и коэффициент распознавания сигнала. Для получения информации об обстановке в контролируемых зонах на подходах к охраняемому объекту дальность действия РЛС будет определяющим фактором для выбора средств освещения обстановки, тогда параметры,



определяющие дальность действия РЛС, будут считаться ее главными техническими характеристиками.

Таким образом главными техническими параметрами импульсных радиолокационных станций, планируемых для использования в системах физической защиты критически важных объектов, являются: несущая частота, импульсная мощность, коэффициент усиления антенны в режимах излучения и приема, чувствительность приемника и коэффициент распознавания сигнала.

Использование Фурье-образов в качестве характеристик радиолокационных целей

В отличие от судовых и авиационных РЛС, главной особенностью стационарных станций является их постоянное расположение в одной и той же точке пространства. В связи с этим помеховая обстановка, обусловленная рельефом местности, осадками (снегом, дождем), как правило, будет повторяться из сезона в сезон, из года в год. Это позволяет рассматривать помеховую обстановку как совокупность протяженных (распределенных) радиолокационных целей. Опасными целями будем считать злоумышленников, вооруженных и без оружия, на транспортных средствах и без них, и рассматривать их как одиночные (точечные) радиолокационные цели.

Преобразование Фурье играет особую роль в теории радиотехнических систем и теории обработки сигналов [Коберниченко, 2018; Перов, 2003.; Mogila, Lukin, 1997; Ярмолик и др., 2014]. В нашем случае уместно использование преобразования Фурье в пространстве Шварца Ψ и сопряженном ему пространстве Ψ' .

Пространство Шварца $\Psi(\mathbf{R}^n)$ представляет собой линейное пространство определенных на евклидовом n -мерном пространстве \mathbf{R}^n функций f . Если f принадлежит нормированному пространству, определенному на \mathbf{R}^n , то есть $f \in \mathbf{R}^n$, то преобразование Фурье \hat{f} и обратное преобразование Фурье \tilde{f} задаются формулами:

$$\hat{f}(\xi) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n}} \int_{\mathbf{R}^n} e^{-ix\xi} f(x) dx, \quad (1)$$

$$\tilde{f}(\xi) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n}} \int_{\mathbf{R}^n} e^{ix\xi} f(x) dx. \quad (2)$$

Формула обращения для преобразования Фурье имеет вид:

$$\tilde{\tilde{f}} = \tilde{\hat{f}}(\xi) = f, \text{ где } f \in \Psi, \quad (3)$$

то есть преобразования Фурье взаимно обратны и взаимно однозначно отображают пространство Шварца в себя. Если f имеет компактный носитель, то f допускает аналитическое продолжение на n -мерном комплексном пространстве \mathbf{C}^n .

Для точечных одиночных целей отраженный радиолокационный сигнал лучше всего описывается специальной δ -функцией Дирака:

$$\delta_x f = f(x), \quad \delta = \delta_0. \quad (4)$$

Найдем для нее Фурье-образ

$$\hat{\delta}_x f = \delta_x \hat{f} = \hat{f}(x) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} \int_{\mathbf{R}^n} e^{-ix\xi} f(\xi) d\xi,$$

то есть:

$$\widehat{\delta}_x(\xi) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} e^{-ix\xi}. \quad (5)$$

Применяя формально формулу обратного преобразования Фурье, получим представление для δ -функции:

$$\delta(y) = (2\pi)^{-n} \int_{\mathbb{R}^n} e^{iy\xi} d\xi. \quad (6)$$

Формально полученное выражение (6) не имеет смысла, так как экспонента не интегрируема. Рассмотрим δ -функцию для положительных b , то есть для $b > 0$:

$$\delta^b(y) = (2\pi)^{-n} \int_{|\xi| < b} e^{iy\xi} d\xi. \quad (7)$$

Для f , принадлежащих пространству Шварца, существует предел:

$$\lim_{b \rightarrow \infty} \int_{\mathbb{R}^n} \delta^b(y) f(y) dy = f(0). \quad (8)$$

Другими словами, δ^b поточечно сходится к δ в пространстве Ψ' , сопряженном с пространством Шварца. Следовательно, δ^b аппроксимирует дельта-функцию. Выполнив ряд преобразований, получим вид δ^b :

$$\delta^b(y) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} b^n \frac{J_{\frac{n}{2}}(b|y|)}{(b|y|)^{\frac{n}{2}}}, \quad (9)$$

где $J_{\frac{n}{2}}$ – функция Бесселя первого рода.

Для протяженных целей радиолокационный сигнал лучше всего описывается гребенчатой функцией:

$$\mathbf{\Psi}_h = \sum_{k \in \mathbb{Z}^n} \delta_{hk}, \quad h > 0. \quad (10)$$

Для нахождения Фурье образа (10) воспользуемся разложением в ряд Фурье периодической функции $q(\xi)$ на интервале $\left[-\frac{\pi}{n}; \frac{\pi}{n}\right]$ вида:

$$q(\xi) = \sum_l \widehat{f}\left(\xi - \frac{2\pi}{h}l\right). \quad (11)$$

Выполнив разложение и преобразование функции q , зависящей от f , принадлежащих пространству Шварца, получим:

$$\sum_l \widehat{f}\left(\xi - \frac{2\pi}{h}l\right) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} h^n \sum_h f(hk) e^{-ih\xi \cdot k}. \quad (12)$$

При $\xi = 0$ выражение (12) представляет собой формулу Пуассона:

$$\frac{\widehat{\mathbf{W}}_{2\pi}}{h} = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} h^n \mathbf{W}_h. \quad (13)$$

Полученную формулу Пуассона (13) можно представить в следующем виде:

$$\int f(x)dx = h^n \sum_k f(hk) - (2\pi)^{\frac{n}{2}} \sum_{l \neq 0} \widehat{f}\left(\frac{2\pi}{h}l\right). \quad (14)$$

Выражение (14) можно интерпретировать как представление погрешностей квадратурной формулы трапеций. Аналогичная формула для периодической функции с периодом a имеет вид:

$$\int_{[0,a]^n} f(x)dx = h^n \sum_{0 \leq k < p} f(hk) - a^n \sum_{l \neq 0} C_l, \quad h = \frac{a}{p}, \quad (15)$$

где C_l – коэффициенты Фурье функции f на $[0, a]$.

Таким образом, основным прототипом для создания Фурье-образов радиолокационных целей являются функция, аппроксимирующая дельта-функцию для одиночных, точечных целей, и четыре вариации гребенчатой функции для распределенных и протяженных целей.

Выводы

Главными техническими параметрами импульсных радиолокационных станций, планируемых для использования в системах физической защиты, являются: несущая частота, импульсная мощность, коэффициент усиления антенны в режимах излучения и приема, чувствительность приемника и коэффициент распознавания сигнала. Помеховая обстановка, обусловленная рельефом местности, осадками (снегом, дождем), как правило, повторяется из сезона в сезон, из года в год, что позволяет рассматривать ее как совокупность протяженных (распределенных) радиолокационных целей. Опасными целями будем считать злоумышленников, вооруженных и без оружия, на транспортных средствах и без них, и рассматривать их как одиночные (точечные) радиолокационные цели. Основным прототипом для создания Фурье-образов радиолокационных целей является функция, аппроксимирующая дельта-функцию для одиночных, точечных целей, и четыре вариации гребенчатой функции для распределенных и протяженных целей.

Список источников

1. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации. 2017. Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ.
2. О внесении изменений в Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». 2015. Федеральный закон от 08.03.2015 N 38-ФЗ.

Список литературы

1. Барановский Д.Л. и др. 2016. Радиотехнологии противодействия террористическим угрозам. М., Радиотехника. Научная серия «Радиотехнологии в системах безопасности»: 167.
2. Бердышев В.П., Бердышев В.П., Гарин Е.Н., Фомин А.Н. 2011. Радиолокационные системы. Красноярск, СФУ: 400. Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/6050> (дата обращения: 30.03.2021).

3. Ботов М.И., Вяхирев В.А. 2013. Основы теории радиолокационных систем и комплексов. Красноярск: Сиб. федер. ун-т: 530.
4. Васин В.А., Власов И.Б. 2004. Информационные технологии в радиотехнических системах. М., МГТУ им. Н.Э. Баумана: 768.
5. Гаенко В. П., Костюков В.Е., Фомченко В.Н. 2020. Безопасность технических систем. Методологические аспекты теории и методы анализа и управления безопасностью: монография. Саров. РФЯЦ-ВНИИЭФ: 329. Режим доступа: URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230813> (дата обращения: 30.03.2021).
6. Гончаренко Ю.Ю., Азаренко Е.В., Браславский Ю.В. и др. 2011. Оценка эффективности управления чрезвычайной ситуацией. Сб. науч. тр. СНУЯЭиП, 2(38): 239–245.
7. Гончаренко Ю.Ю., Смычков Е.Е., Рыбко В.В. 2012. Защита информации как один из ключевых аспектов предотвращения чрезвычайных ситуаций. Сб. науч. тр. СНУЯЭиП, 1(41): 207–211.
8. Гончаренко, Ю.Ю. 2012. Структура контура управления информационной безопасностью предприятия. Научно-практический журнал «Экономика и управление», 5: 97–101.
9. Горбунов Ю.Н., Лобанов Б.С., Куликов Г.В. 2017. Введение в стохастическую радиолокацию. М. Горячая Линия – Телеком: 376.
10. Коберниченко В.Г. 2018. Основы цифровой обработки сигналов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та: 150.
11. Перов А.И. 2003. Статистическая теория радиотехнических систем. М.: Радиотехника: 400.
12. Проскурин В.И., Ягольников С.В., Шевчук В.И. 2017. Радиолокационное наблюдение. Методы, модели, алгоритмы: 368.
13. Широков Ю.Ф. 2012. Основы теории радиолокационных систем. Самара, ГАЗУ, 128.
14. Ярмолик С.Н., Дятко А.А., Шумский П.Н., Храменков А.С. 2014. Оценка распределения решающей статистики в задачах радиолокационного обнаружения и распознавания объектов. Труды БГТУ. 6. Физико-математические науки и информатика. 6 (170): 107–109.
15. James D. Taylor. 2012. Ultrawideband Radar: Applications and Design. CRC Press.
16. Mogila A.A., Lukin K.A. 1997. Two-Parametric Representation of Non-stationary Random Signals with Finite Weighted-Mean Energy. *Telecom. and Radio Eng.* 51(8): 27–31.
17. Shirman Ya.D. 2002. Computer simulation of aerial target radar scattering, recognition, detection, and tracking. Artech House: 294.
18. Smith C.R., Goggans P.M. 1993. Radar target identification. *IEEE Antennas Propag. Magazine.* 35(2): 27–38.

References

1. Baranovskij D.L. et al. 2016. Radiotekhnologii protivodejstviya terroristicheskim ugrozam [Radio technologies for countering terrorist threats]. М., Radiotekhnika. Nauchnaya seriya "Radiotekhnologii v sistemah bezopasnosti": 167.
2. Berdyshev V.P., Garin E.N., Fomin A.N. 2011. Radiolokacionnye sistemy [Radar systems]. Krasnoyarsk, SFU: 400. Available at: <https://e.lanbook.com/book/6050> (accessed: 30.03.2021).
3. Botov M.I., Vyahired V.A. 2013. Osnovy teorii radiolokacionnyh sistem i kompleksov [Fundamentals of the theory of radar systems and complexes]. Krasnoyarsk, Sib. feder. un-t: 530.
4. Vasin V.A., Vlasov I.B. 2004. Informacionnye tekhnologii v radiotekhnicheskikh sistemah [Information technologies in radio engineering systems]. М., МГТУ им. Н.Э.Баумана: 768.
5. Gaenko V.P., Kostyukov V.E., Fomchenko V.N. 2020. Security of technical systems. Methodological aspects of the theory and methods of security analysis and management: monograph. Sarov. RFYC-VNIIEF: 329. Available at: <https://znanium.com/catalog/product/1230813> (accessed: 30.03.2021).
6. Goncharenko Yu.Yu., Azarenko E.V., Braslavski Yu.V., et al 2011. Assessing the effectiveness of emergency management. Collection of scientific papers SNUJEP, 2(38): 239–245.
7. Goncharenko Yu.Yu, Smychkov E.E., Rybko V.V.. 2012. Information protection as one of the key aspects of emergency prevention. Collection of scientific papers SNUJEP, 1(41): 207–211.
8. Goncharenko Yu.Yu. 2012. Structure of the enterprise information security management circuit. Scientific and Practical journal «Ekonomika i upravlenie» [Economics and Management]. 5: 97–101.
9. Gorbunov YU.N., Lobanov B.S., Kulikov G.V. 2017. Vvedenie v stohasticheskuyu radiolokaciyu [Introduction to stochastic radar]. М. Goryachaya Liniya – Telekom: 376.



10. Kobernichenko V.G. 2018. Osnovy cifrovoj obrabotki signalov [Fundamentals of Digital Signal Processing]. Ekaterinburg, Izd-vo Ural. un-ta: 150.
11. Perov A.I. 2003. Statisticheskaya teoriya radiotekhnicheskikh system [Statistical theory of radio engineering systems]. M., Radiotekhnika: 400s.
12. Proskurin V.I., YAgol'nikov S.V., SHevchuk V.I. 2017. Radiolokacionnoe nablyudenie. Metody, modeli, algoritmy [Radar surveillance. Methods, models, algorithms]: 368.
13. SHirokov Yu.F. 2012. Osnovy teorii radiolokacionnykh sistem [Fundamentals of the theory of radar systems]. Samara, GAZU. 128.
14. YArmolik S.N., Dyatko A.A., SHumskij P.N., Hramenkov A.S. 2014. Estimation of the distribution of critical statistics in the problems of radar detection and object recognition. Trudy BGTU. 6. Fiziko-matematicheskie nauki i informatika [Physical and mathematical sciences and computer science]. 6 (170): 107–109.
15. James D. Taylor. 2012. Ultrawideband Radar: Applications and Design. CRC Press.
16. Mogila A.A., Lukin K.A. 1997. Two-Parametric Representation of Non-stationary Random Signals with Finite Weighted-Mean Energy. Telecom. and Radio Eng. 51(8): 27–31.
17. Shirman Ya.D. 2002. Computer simulation of aerial target radar scattering, recognition, detection, and tracking. Artech House: 294.
18. Smith C.R., Goggans P.M. 1993. Radar target identification. IEEE Antennas Propag. Magazine. 35(2): 27–38.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гончаренко Юлия Юрьевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационной безопасности Севастопольского государственного университета, г. Севастополь, Россия

Девитсына Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационной безопасности Севастопольского государственного университета, г. Севастополь, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yuliya YU. Goncharenko, Doctor Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Information Security, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Svetlana N. Devitsyna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Security, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia