НИУ БелГУ
BELGOROD STATE UNIVERSITY (BSU)

СЕТЕВОЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES

Том 48, № 3

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

ЭКОНОМИКА. ИНФОРМАТИКА
2021. Том 48, № 3

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

Основан в 1995 г.
Журнал включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (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. Жиляков, 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. Стрябкова, 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. Корректура, компьютерная верстка и оригинал-макет Ю.В. Ивахненко. Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Arial. Уч.-изд. л. 21,8. Дата выхода 30.09.2021. Оригинал-макет подготовлен отделом объединенной редакции научных журналов НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

417 **Аничин В.Л., Желябовский А.Ю.**
Бюджетная самодостаточность регионов как результат взаимодействия публичной власти и бизнес-структур

426 **Бондарева Я.Ю.**
Инструменты реализации кластерных программ в странах ОЭСР

434 **Скуфьина Т.П., Бажутова Е.А.**
Пенсионная реформа 2018 года в России и ее влияние на работников градообразующего предприятия в российской Арктике

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

446 **Авилова В.В.**
Циркулярная экономика как вектор инновационной трансформации бизнес-модели промышленных предприятий

455 **Селюков М.В., Камышанченко Е.Н., Шалыгина Н.П.**
Внешнеэкономическая деятельность Российской Федерации: проблемы и перспективы развития инвестиционного сотрудничества

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

465 **Кетова Ф.Р.**
Оценка эффективности туризма в регионе с учетом вовлеченности в информационное пространство (на примере Кабардино–Балкарской Республики)

475 **Мартышенко С.Н.**
Информационно-аналитический подход к оценке профессиональных ожиданий студентов вуза

487 **Мельникова О.А., Мельников М.Ю.**
Вакцинация от COVID-19: модели поведенческой экономики

495 **Песоцкая Е.В., Селютина Л.Г.**
Методология управления бизнес-субъектами рынка туристских услуг в условиях активизации конкурентного процесса

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ

507 **Ваганова О.В., Быканова Н.И., Сорокин И.И., Кононыхин Д.И.**
Цифровой рубль: перспективы внедрения и пути интеграции в финансовую систему России

514 **Джурович Тодорович Я., Джорджевич М., Ристич Цакич М.**
Детерминанты уклонения от уплаты налогов: эмпирическое исследование на материалах Сербии

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

528 **Логинов И.В., Фролов В.А.**
Метод анализа динамики изменения требований назначения многофункциональных программно-технических систем

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

543 **Грабчак Е.П., Логинов Е.Л., Шкута А.А.**
Проблемы управления научно-технической информацией, ее защиты и поиска утечек данных

552 **Маслобоев А.В., Путилов В.А.**
Системная динамика в управлении междисциплинарными проектами

564 **Резниченко О.С.**
Подготовка метаданных публикаций для пакетного импорта в институциональный репозиторий на платформе Dspace

578 **Хайлан А.М., Польщиков К.А., Алгазали С.М.М.**
Обнаружение ресурсоемких запросов к базам данных на основе применения самоорганизующихся карт и нечеткого вывода

594 **Чикалова Е.В., Суханов М.Б.**
Выбор облачного решения для автоматизации бизнес-коммуникаций компании методом анализа иерархий

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

610 **Черноморец А.А., Болгова Е.В., Урсол Д.В., Голощапова В.А.**
Об устойчивости субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе субполосных матриц косинус-преобразования

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

ECONOMICS. INFORMATION TECHNOLOGIES
2021. Volume 48, No. 3

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

Founded in 1995

The journal is included into the List of Higher Attestation Commission of peer-reviewed scientific publications where the main scientific results of dissertations for obtaining scientific degrees of a candidate and doctor of science should be 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. Stryabkova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Applied Economics and Economic Security, Institute of Economics and Management (BSU, Belgorod, Russia)

Editorial assistants:

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

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

Members of Editorial Board:

A.V. Bogomolov, Doctor of technical sciences, Professor (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 21,8. Date of publishing 30.09.2021. 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

417 Anichin V.L., Zhelyabovsky A.Yu.
Budget self-sufficiency of regions as a result of interaction between public authorities and business structures

426 Bondareva Ya.Yu.
Instruments for implementing cluster programs in OECD countries

434 Skufina T.P., Bazhutova E.A.
Pension reform 2018 in Russia and its impact on employees of the city-forming enterprise in the Russian Arctic

INVESTMENT AND INNOVATIONS

446 Avilova V.V.
Circular economy as a vector of innovation transformation of the business model of industrial enterprises

455 Selyukov M.V., Kamyshanchenko E.N., Shalygina N.P.
Foreign economic activity of the Russian Federation: problems and prospects for the development of investment cooperation

SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

465 Ketova F.R.
Assessment of the effectiveness of tourism in the region, considering the involvement in the information space (on the example of the Kabardino-Balkarian Republic)

475 Martyshenko S.N.
Information and analytical approach to assessing the professional expectations of university students

487 Melnikova O.A., Melnikov M.Yu.
Vaccination against COVID-19: behavioral economics models

495 Pesotskaya E.V., Selyutina L.G.
Methodology for managing business entities of the tourist services market in the context of intensifying the competitive process

PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

507 Vaganova O.V., Bykanova N.I., Sorokin I.I., Kononykhin D.I.
Digital ruble: prospects of implementation and ways of integration into the financial system of Russia

514 Đurović Todorović J., Đorđević M., Ristić Cakić M.
The determinants of tax evasion: empirical evidence from Serbia

COMPUTER SIMULATION HISTORY

528 Loginov I.V., Frolov V.A.
The analyze method of functional requirements change dynamics for multifunctional cyber-physical systems

SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

543 Grabchak E.P., Loginov E.L., Shkuta A.A.
Problems of scientific and technical information management, its protection and data leakage

552 Masloboev A.V., Putilov V.A.
System dynamics for management of interdisciplinary projects

564 Reznichenko O.S.
Preparation article metadata for batch import into DSpace repository

578 Hailan A.M., Polshchikov K.A., Alghazali S.M.M.
Detection of resource inquiries to databases on the basis of application of self-organizing maps and fuzzy output

594 Chikalova E.V., Sukhanov M.B.
Choosing a cloud solution for automating a company's business communica-tions by AHP (Analytical Hierarchy Process)

INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

610 Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Ursol D.V., Goloschapova V.A.
On the stability of subband hidden embedding data into images based on cosine transform subband matrices

Экономика. Информатика. 2021. Том 48, № 3 (417–425)
Economics. Information technologies. 2021. Vol. 48, No. 3 (417–425)

РЕГИОНАЛЬНАЯ И МУНИЦИПАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА
REGIONAL AND MUNICIPAL ECONOMY

УДК 332.1
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-417-425

Бюджетная самодостаточность регионов как результат взаимодействия публичной власти и бизнес-структур

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

Аннотация. Эффективное взаимодействие публичной власти и бизнес-структур является важнейшим фактором и условием устойчивого развития российских регионов. Расширенное воспроизводство экономических, социальных и экологических региональных систем во многом зависит от скоординированных действий сторон, включая представителей частного бизнеса, на долю которого приходится значительная часть оборота коммерческих организаций России. Управление таким взаимодействием требует не только согласования интересов стейкхолдеров, но и объективной оценки его эффективности. Авторы предлагают проводить оценку эффективности взаимодействия публичной власти и бизнес-структур на основе интересоориентированной модели регионального роста. Обосновано, что критерием устойчивости данной модели выступает бюджетная самодостаточность региона. Представлена расчетная формула критериального показателя. Выполнена апробация оценки эффективности взаимодействия публичной власти и бизнес-структур по уровню бюджетной самодостаточности в регионах Центрального федерального округа России.

Ключевые слова: региональная экономика, публичная власть, бизнес-структуры, взаимодействие, стейкхолдеры, бюджетная самодостаточность региона, регионы Центрального федерального округа.

Для цитирования: Аничин В.Л., Желябовский А.Ю. 2021. Бюджетная самодостаточность регионов как результат взаимодействия публичной власти и бизнес-структур. Экономика. Информатика, 48 (3): 417–425. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-417-425.

Budget self-sufficiency of regions as a result of interaction between public authorities and business structures

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

Abstract. Effective interaction of public authorities and business structures is the most important factor and condition for the sustainable development of Russian regions. The expanded reproduction of economic, social and environmental regional systems largely depends on the coordinated actions of the parties, including representatives of private business, which accounts for a significant part of the turnover of commercial organizations in Russia. Managing such interaction requires not only coordination of the interests of stakeholders, but also an objective assessment of its effectiveness. The authors propose to evaluate the effectiveness of interaction between public authorities and business structures on the basis of an interest-oriented model of regional growth. It is proved that the criterion for the stability of this model is the budget self-sufficiency of the region. The calculated formula of the criterion indicator is presented. The evaluation of

the effectiveness of interaction between public authorities and business structures by the level of budget self-sufficiency in the regions of the Central Federal District of Russia was tested.

Keywords: regional economy, public authorities, business structures, interaction, stakeholders, budget self-sufficiency of the region, regions of the Central Federal District.

For citation: Anichin V.L., Zhelyabovsky A.Yu. 2021. Budget self-sufficiency of regions as a result of interaction between public authorities and business structures. Economics. Information technologies, 48 (3): 417–425 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-417-425.

Введение

Необходимость эффективного взаимодействия публичной власти и бизнес структур определяется тем, что частные предприятия в современной России составляют более чем 80 % от общей численности коммерческих организаций. В отдельных регионах доля частных предприятий в общем обороте коммерческих организаций превышает 90 %. Для таких регионов, к которым принадлежит и Белгородская область, налаживание эффективного взаимодействия публичной власти и региональных бизнес структур имеет особое значение. По мнению Т.В. Усковой, эффективное взаимодействие государства и бизнеса способствует увеличению темпов роста экономики, повышению наполняемости регионального бюджета, повышению качества жизни, развитию науки и образования, расширению доступности социально-экономической инфраструктуры, технологий, привлечению инвестиций [Ускова, 2013].

Развитие региональной экономики зависит, прежде всего, от действий заинтересованных сторон (стейкхолдеров) [Новоселов, 2017]. При этом взаимодействие публичной власти и бизнес структур всегда происходит в конкретных условиях места и времени. Несмотря на общность форм и моделей взаимодействия, описанных в научной литературе [Бондарева Е., 2020; Данилова, 2016; Полянин, 2018], в каждом регионе они имеют свою специфику. Так, Н. Босма и В. Шутьенс на основе проведенных исследований объясняют национальные и региональные различия в предпринимательском отношении и активности для 127 регионов в 17 европейских странах. Авторы раскрывают значение институциональных факторов и экономико-демографических признаков [Bosma, 2011]. Э.М. Смит и А. Томассон рассматривают ключевые факторы успеха и инструменты государственно-частного партнерства в муниципалитетах Швеции [Smith, 2018]. Имеется большое число публикаций, в которых анализируются российские региональные практики взаимодействия власти и бизнеса [Абрамов, 2017; Бондарева Я., 2020; Духновский, 2021, Плотников, 2015]. Наличие успешных региональных практик подтверждает тезис о том, что региональные экономики могут служить движущей силой национальных экономических изменений [Ruth, 2018].

Особую актуальность имеет проблема выбора индикаторов регионального развития в контексте эффективности публичного управления [Вертакова, 2014]. Ранее мы отмечали, что успешное решение социально-экологических и экономических проблем зависит от наполняемости региональных бюджетов, а бюджетная самодостаточность регионов является функцией взаимодействия государства и бизнеса. Поэтому показатель бюджетной самодостаточности может быть использован в качестве количественного критерия устойчивого развития регионов [Anichin, 2021]. Это согласуется с результатами классификации регионов по уровню финансовой самодостаточности [Shakleina, 2019], а также с положением о том, что управление региональным развитием предполагает коллективное действие в регионе, что оно основывается на участии и сотрудничестве [Bailly, 2017]. В связи с этим взаимодействие публичной власти и бизнес-структур следует рассматривать как основу модели регионального роста. М. Гриллич и др. отмечают, что концепция роста в региональных моделях обычно относится к экономическому росту, измеряемому преимущественно валовым региональным продуктом, занятостью или производительностью [Grillitsch, 2021]. По нашему мнению, наряду с этими показателями не меньшее значение имеет показатель бюджетной самодостаточности

региона, поскольку его уровень не только зависит от величины регионального продукта, занятости и производительности, но и от того, насколько согласованы интересы стейкхолдеров региона.

Объект и методы исследования

Объектной базой избраны регионы Центрального федерального округа России. М. Гриллич и др. поднимают вопрос, что считать регионом, указывая на два возможных варианта: регион в административных границах и регион в функциональных границах, в которых действуют механизмы, стимулирующие региональный рост [Grillitsch, 2021]. Применительно к анализу взаимодействия публичной власти и бизнес-структур очевидно, что административные и функциональные границы региона совпадают.

Обозначая предметную область исследования, отметим, что в соответствии с Федеральным законом «О Государственном Совете Российской Федерации» в систему публичной власти входят: федеральные органы государственной власти, органы государственной власти субъектов РФ, другие государственные органы, органы местного самоуправления. Органы публичной власти осуществляют свою деятельность в целях соблюдения и защиты прав и свобод человека и гражданина, создания условий для социально-экономического развития государства [ФЗ «О Государственном Совете Российской Федерации», 2020]. Понятие «бизнес-структуры» в общем случае охватывает все коммерческие организации, включая частные, государственные и муниципальные, однако в контексте взаимодействия публичной власти и бизнес-структур под последними подразумеваются только частные коммерческие организации, поскольку характер взаимодействия публичной власти с ними принципиально иной по сравнению с государственными и муниципальными предприятиями. Именно в такой трактовке состава бизнес-структур рассматривается государственно-частное партнерство [Головина, 2019] и другие формы и модели взаимодействия публичной власти и частного бизнеса.

Цель исследования – обоснование и апробация методических подходов к оценке эффективности взаимодействия публичной власти и бизнес-структур в региональном экономическом пространстве.

Результаты и их обсуждение

Во-первых, мы предлагаем проводить оценку эффективности взаимодействия публичной власти и бизнес-структур на основе интересоориентированной модели регионального роста. Экономические интересы и способы их достижения основными стейкхолдерами региона представлены на рисунке 1.

Собственные доходы интересуют работников не меньше, чем работодателей. Отсюда следует, что главным экономическим показателем деятельности бизнес-структур, исходя из интересов работников и работодателей, является добавленная стоимость. В свою очередь добавленная стоимость прямо и косвенно выступает в качестве основного объекта налогообложения, а значит, ее увеличение отвечает общественным интересам. Такое пересечение интересов создает институциональную основу для взаимодействия публичной власти и бизнес-структур.

На рисунке 2 представлена укрупненная модель экономического роста региона на основе взаимодействия публичной власти и бизнес-структур. В этой модели переменные выступают одновременно предикторами и откликами. Критерием устойчивости данной модели выступает бюджетная самодостаточность региона.

Во-вторых, на роль критерия эффективности взаимодействия публичной власти и бизнес-структур мы предлагаем использовать показатель «бюджетная самодостаточность региона», рассчитываемый по следующей формуле

$$БСР = 100 - ДБП, \quad (1)$$

где *БСР* – бюджетная самодостаточность региона, %; *ДБП* – доля безвозмездных поступлений в бюджет региона, %.

Рис 1. Экономические интересы и способы их достижения основными стейкхолдерами региона
Fig. 1. Economic interests and ways to achieve them by the main stakeholders of the region

Рис. 2. Модель экономического роста региона на основе взаимодействия публичной власти и бизнес-структур
Fig. 2. A model of economic growth in the region based on the interaction of public authorities and business structures

В отличие от формулы коэффициента обеспеченности собственным налоговым потенциалом [Гладковская, 2018], показатель бюджетной самодостаточности региона учитывает поступления не только по налогу на имущество организаций, транспортному налогу и налогу на игорный бизнес, а все налоговые поступления в консолидированные бюджеты субъектов федерации, предусмотренные НК РФ.

В Центральном федеральном округе лидерами по уровню бюджетной самодостаточности являются г. Москва, Московская область и Ярославская область. Но, если два первых региона за 2014–2019 гг. наращивали уровень бюджетной самодостаточности, то Ярославская область, как и 7 других регионов, демонстрировали противоположную тенденцию (таблица 1).

Таблица 1
Table 1

Региональные показатели бюджетной самодостаточности (*БСР*$_i$), %
(рассчитаны по данным Росстата)
Regional indicators of budgetary self-sufficiency (*БСР*$_i$), %
(calculated according to Rosstat data)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Линейный тренд
Белгородская область	67,5	72,2	74,1	79,6	80,4	78,2	2,39
Тамбовская область	47,9	55,1	58,0	55,8	56,1	55,4	1,09
Орловская область	57,4	57,2	64,5	64,0	60,4	59,4	0,55
Московская область	87,3	88,6	94,1	93,0	91,2	88,9	0,42
Владимирская область	73,6	74,1	77,8	76,5	76,4	74,1	0,23
Курская область	72,2	72,2	72,2	72,1	74,5	71,8	0,14
Смоленская область	72,6	79,0	80,8	79,0	78,6	74,0	0,11
г. Москва	97,4	94,7	95,1	97,3	96,2	96,7	0,09
Тульская область	82,6	79,5	82,3	81,5	81,7	81,7	0,04
Воронежская область	74,3	71,8	76,3	74,7	74,0	72,6	-0,10
Липецкая область	78,9	82,1	81,1	81,9	82,2	77,9	-0,11
Брянская область	51,9	47,7	49,0	48,9	49,9	47,6	-0,43
Тверская область	79,8	79,4	79,5	77,4	81,5	75,6	-0,48
Ярославская область	88,1	84,8	88,7	88,3	86,2	83,9	-0,49
Рязанская область	74,3	74,0	75,3	77,0	74,2	70,3	-0,51
Ивановская область	56,1	58,4	64,4	61,6	55,6	53,1	-0,75
Калужская область	82,9	81,9	77,1	78,4	72,4	80,6	-1,11
Костромская область	68,8	67,3	70,8	71,3	60,8	57,8	-2,11

В табл. 1 регионы ранжированы по уровню линейного тренда. Линейный тренд, вычисленный способом наименьших квадратов, характеризует среднее ежегодное изменение показателей бюджетной самодостаточности регионов.

Основная проблема современного регионального развития, негативно сказывающаяся на социально-экономическом развитии страны в целом – углубляющееся неравенство между регионами в уровне жизни. Это неравенство порождает перераспределение человеческого капитала и других мобильных ресурсов в пользу регионов с наиболее приемлемыми условиями применения этих ресурсов. Здесь имеет место конфликт между частнособственническими, региональными и народнохозяйственными интересами. Исходя из последних территориальное распределение ресурсов должно осуществляться таким образом, чтобы суммарный эффект от их применения был наибольшим. Суммарный эффект измеряется

различными показателями, включая добавленную стоимость, национальное богатство, интегральную бюджетную самодостаточность макрорегиона. Интегральная бюджетная самодостаточность макрорегиона – обобщающий относительный показатель, который мы предлагаем рассчитывать по формуле средней арифметической, взвешенной из показателей бюджетной самодостаточности отдельных регионов

$$БСМ = \frac{\sum БСР_i \times БР_i}{\sum БР_i}, \quad (2)$$

где *БСМ* – интегральная бюджетная самодостаточность макрорегиона, %; $БСР_i$ – бюджетная самодостаточность ***i***-го региона, %; $БР_i$ – доходная часть бюджета ***i***-го региона, млн руб.

Заметим, что в формуле (2) в роли весов выступают доходные части бюджетов. Поэтому, если бюджеты регионов, входящих в состав макрорегиона, значительно различаются, то величина *БСМ* будет во многом зависеть от того, на каком уровне находится самодостаточность региона с наибольшим бюджетом. Примером служит *БСМ* Центрального федерального округа (таблица 2). Бюджеты (доходная часть) г. Москвы и Московской области по итогам 2019 г. составляли соответственно 55,8 и 16,2 % от суммы консолидированных бюджетов регионов, в ходящих в состав ЦФО.

Расчет бюджетной самодостаточности макрорегиона по формуле средней арифметической простой

$$БСМП = \frac{\sum БСР_i}{n}, \quad (3)$$

где *n* – число регионов, входящих в состав макрорегиона, позволяет исследовать степень неоднородности пространства бюджетной самодостаточности макрорегиона путем сопоставления *БСМ* и *БСМП.*

Таблица 2
Table 2

Макрорегиональные показатели бюджетной самодостаточности Центрального федерального округа, % (рассчитаны по данным Росстата)
Macro-regional indicators of budgetary self-sufficiency, % (calculated according to Rosstat data)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Линейный тренд
БСМ	88,0	87,0	88,9	90,1	88,9	88,5	0,27
БСМП	73,0	73,3	75,6	75,5	74,0	72,2	-0,06
БСМ - БСМП	15,0	13,7	13,3	14,6	14,9	16,3	0,33
БСМ / БСМП	1,205	1,187	1,176	1,193	1,201	1,226	0,005

Положительная динамика *БСМ* наряду с отрицательной динамикой *БСМП,* а также значительная положительная разность (*БСМ – БСМП*) свидетельствуют об увеличении неравномерности в уровнях бюджетной самодостаточности регионов за счет опережающего взаимодействия публичной власти и бизнес-структур в таких регионах, как г. Москва, Московская область, Белгородская область.

Заключение

Апробация изложенных в статье методических подходов с использованием показателя бюджетной самодостаточности на примере регионов Центрального федерального округа по данным за 2014–2019 гг. позволила установить следующее. Имеет место значительная дифференциация регионов по уровню бюджетной самодостаточности. Минимальный уровень (47,6 %) зафиксирован в 2019 г. в Брянской области, максимальный (97,4 %) – в 2014 г. в

г. Москве. В 8 из 16 регионов ЦФО прослеживается среднегодовая тенденция снижения уровня бюджетной самодостаточности. Наиболее высокие темпы роста показателя достигнуты в Белгородской области (в среднем 2,4 % ежегодно).

В целом по ЦФО наблюдается многолетний рост средневзвешенного показателя (*БСМ*) на фоне снижения среднего по регионам уровня (*БСМП*), что является следствием процессов концентрации предпринимательской деятельности в г. Москве и Московской области, где созданы наиболее благоприятные социально-экономические условия для бизнеса и населения.

Полученные результаты, а также ранее сформулированные выводы о связи бюджетной самодостаточности регионов с состоянием взаимодействия публичной власти и бизнес-структур [Anichin, 2021], позволяют полагать, что показатель бюджетной самодостаточности региона и другие построенные на его основе индикаторы макрорегионального уровня адекватно отражают характер и движущие силы регионального развития.

Список источников

1. Абрамов О. 2017. Белгородская программа «500/10 000» как экономическая новация и ориентир для других регионов. Экономика Черноземья и жизнь регионов. Региональное деловое издание. URL: http://www.eizh.ru/articles/proizvodstvo/belgorodskaya-programma-500-10-000-kak-ekonomicheskaya-novatsiya-i-orientir-dlya-drugikh-regionov/ (дата обращения: 10 августа 2021)

2. . Федеральный закон «О Государственном Совете Российской Федерации» от 8 декабря 2020 г. URL: https://www.szrf.ru/szrf/doc.php?nb=100&issid=1002020050010&docid=11 (дата обращения: 10 августа 2021)

Список литературы

1. Бондарева Е.А. 2020. Формы взаимодействия власти и бизнеса в субъектах Российской Федерации (на примере Воронежской области). Конституционализм и государствоведение. 2: 20–31.

2. Бондарева Я.Ю., Лавриненко Е.А., Стрябкова Е.А. 2020. Анализ эффективности механизма инвестиционного обеспечения экономики региона на основе государственно-частного партнерства. Устойчивое развитие цифровой экономики и кластерных структур: теория и практика. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Санкт-Петербург: 173–204.

3. Вертакова Ю.В., Борисова М.С., Борисов А.М. 2014. Оценка эффективности публичного управления в России на региональном уровне: проблема выбора индикаторов развития. Известия Юго-Западного государственного университета. 4: 27–38.

4. Гладковская Е.Н. 2018. Инструментарий оценки бюджетного потенциала и выявление резервов экономического роста регионов России. Фундаментальные исследования. 10: 31–36.

5. Головина Т.А., Полянин А.В., Меркулов А.В. 2019. Государственно-частное партнёрство: история взаимоотношений государства и бизнеса. Вестник государственного и муниципального управления.
4: 89–101.

6. Данилова О.В. 2016. Механизмы взаимодействия государственных органов и бизнес-структур в регионах присутствия крупного бизнеса. Экономика в промышленности. 1: 26–33.

7. Духновский Ф.А. 2021. Стратегии взаимодействия бизнеса и власти в регионах: кейс Владимирской области. Бизнес. Общество. Власть. 1: 163–171.

8. Новоселов А.С., Маршалова А.С., Ждан Г.В. 2017. Методологические проблемы и организационная структура управления пространственным развитием регионов. Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 1–1: 80–94.

9. Плотников В.А., Федотова Г.В., Пролубников А.В. 2015. Государственно-частное партнерство и специфика его реализации в регионах России. Экономика и управление. 1: 38–43.

10. Полянин А.В., Головина Т.А., Авдеева И.Л. 2018. Менеджмент в системе государственно-частного партнерства: механизм "инфраструктурной ипотеки". Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 1: 161–168.

11. Ускова Т.В. 2013. Частно-государственное партнерство как механизм модернизации экономики территорий: теоретико-методологические основы. Проблемы развития территории. 3: 7–16.

12. Anichin V., Zhelyabovskiy A., Yakovenko N, Khudobina G. 2021. Improving Interaction Between Public Authorities and Business Structures in the Region. Proceedings of the 3rd International Conference Spatial Development of Territories (SDT 2020). Advances in Economics, Business and Management Research, volume 181. 308-314. https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210710.052

13. Bailly A.S., Gibson L.J. 2017. Emerging trends in regional science. Asia-Pac J Reg Sci. 1 53–61. https://doi.org/10.1007/s41685-017-0028-2

14. Bosma N., Schutjens V. 2011. Understanding regional variation in entrepreneurial activity and entrepreneurial attitude in Europe. Ann Reg Sci. 47: 711–742. https://doi.org/10.1007/s00168-010-0375-7

15. Grillitsch, M., Martynovich, M., Fitjar, R.D. et al. The black box of regional growth. J Geogr Syst 23, 425–464 (2021). https://doi.org/10.1007/s10109-020-00341-3

16. Ruth M. 2018. Regional science in a resource-constrained world. Ann Reg Sci. 61: 229–236. https://doi.org/10.1007/s00168-018-0879-0

17. Shakleina M.V., Midov A.Z. 2019. Strategic classification of regions according to the level of financial self-sufficiency. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 3: 39–54. DOI: 10.15838/esc.2019.3.63.3.

18. Smith E.M., Thomasson A. 2018. The Use of the Partnering Concept for Public–Private Collaboration: How Well Does it Really Work? Public Organiz Rev. 18: 191–206. https://doi.org/10.1007/s11115-016-0368-9

References

1. Bondareva E.A. 2020. Forms of interaction between government and business in the constituent entities of the Russian Federation (on the example of the Voronezh region) Constitutionalism and political science.
2: 20–31. (in Russian)

2. Bondareva Ya.Yu., Lavrinenko E.A., Stryabkova E.A. 2020. Analysis of the effectiveness of the mechanism of investment support for the region's economy on the basis of public-private partnership. Sustainable development of the digital economy and cluster structures: theory and practice. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. St. Petersburg: 173–204. (in Russian)

3. Vertakova Yu.V., Borisova M.S., Borisov A.M. 2014. Assessment of efficiency of public management in Russia at regional level: problem of the choice of indicators of development. Proceedings of the Southwest state university. 4: 27–38. (in Russian)

4. Gladkovskaya E.N. 2018. Methodology for estimating the budgetary potential and identifying the reserves for the economic growth of the regions of Russia. Fundamental research. 10: 31–36. (in Russian)

5. Golovina T.A., Polyanin A.V., Merkulov A.V. 2019. Public-private partnership: history of relations between state and business. Journal of public and municipal administration. 4: 89–101. (in Russian)

6. Danilova O.V. 2016. Mechanisms of interaction between state bodies and business structures in the regions where big business is presented. Russian journal of industrial economics. 1: 26–33. (in Russian)

7. Dukhnovskiy F. 2021. Strategies of interaction between business and government in the regions: the case of the Vladimir region. Business. Society. Power. 1: 163–171. (in Russian)

8. Novoselov A.S., Marshalova A.S., Zhdan G.V. 2017. Methodological problems and organizational structure of the spatial development governance. Regional economy and management: electronic scientific journal.
1-1: 80–94. (in Russian)

9. Plotnikov V.A., Fedotova G.V., Prolubnikov A.V. 2015. State-private partnerships and particular features of its implementation in the Russia's regions. Economics and management. 1: 38–43. (in Russian)

10. Polyanin A.V., Golovina T.A., Avdeeva I.L. 2018. Management in the public-private partnership: the mechanism of "infrastructure mortgage". Proceedings of Voronezh state university. Series: economics and management. 1: 161–168. (in Russian)

11. Uskova T. V. 2013. Public-private partnership as the mechanism of the territories economic modernization: theoretical and methodological foundations. Problems of territory's development. 3: 7–16. (in Russian)

12. Anichin V., Zhelyabovskiy A., Yakovenko N, Khudobina G. 2021. Improving Interaction Between Public Authorities and Business Structures in the Region. Proceedings of the 3rd International Conference Spatial Development of Territories (SDT 2020). Advances in Economics, Business and Management Research, volume 181. 308–314. https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210710.052

13. Bailly A.S., Gibson L.J. 2017. Emerging trends in regional science. Asia-Pac J Reg Sci. 1 53–61. https://doi.org/10.1007/s41685-017-0028-2

14. Bosma N., Schutjens V. 2011. Understanding regional variation in entrepreneurial activity and entrepreneurial attitude in Europe. Ann Reg Sci. 47: 711–742. https://doi.org/10.1007/s00168-010-0375-7

15. Grillitsch, M., Martynovich, M., Fitjar, R.D. et al. The black box of regional growth. J Geogr Syst 23, 425–464 (2021). https://doi.org/10.1007/s10109-020-00341-3

16. Ruth M. 2018. Regional science in a resource-constrained world. Ann Reg Sci. 61: 229–236. https://doi.org/10.1007/s00168-018-0879-0

17. Shakleina M.V., Midov A.Z. 2019. Strategic classification of regions according to the level of financial self-sufficiency. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 3: 39–54. DOI: 10.15838/esc.2019.3.63.3.

18. Smith E.M., Thomasson A. 2018. The Use of the Partnering Concept for Public–Private Collaboration: How Well Does it Really Work? Public Organiz Rev. 18: 191–206. https://doi.org/10.1007/s11115-016-0368-9

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, г. Белгород, Россия

Желябовский Александр Юрьевич, аспирант кафедры экономики, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladislav L. Anichin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Economics, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Belgorod, Russia

Alexander Yu. Zhelyabovsky, postgraduate student of the Department of Economics, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Belgorod, Russia

УДК 330.34
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-426-433

Инструменты реализации кластерных программ в странах ОЭСР

Бондарева Я.Ю.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.
Bondareva_ya@bsu.edu.ru

Аннотация. Активное развитие кластерной политики, кластеризация территорий во всем мире свидетельствуют о высокой эффективности кластеров, о возможности достижения высоких темпов экономического роста. В зарубежной практике кластеризация является основным элементом инновационной политики и служит для решения задач по освоению и комплексному развитию территорий. Сопоставляя лучший зарубежный опыт, авторы выявляют и обосновывают ключевые инструменты, используемые при кластеризации территорий. Несмотря на многочисленность публикаций по этой проблематике, практически отсутствуют исследования по системному анализу инструментов, используемых в кластерных программах зарубежных государств. Целью статьи является освещение различных инструментов, используемых в кластерных программах в странах членах ОЭСР. Рассматриваются категории часто используемых инструментов, в частности, для привлечения участников, предоставления коллективных услуг и содействия совместным исследованиям. Обсуждаются вопросы продолжительности программы и финансирования. Проводится анализ взаимодействия и взаимосвязей между программами для реализации самых разных типов кластеров. В результате исследования выявлены и проанализированы основные инструменты, позволяющие наиболее эффективно реализовать программы кластеризации территорий, поддерживающие региональную специализацию и развитие кластеров.

Ключевые слова: инструменты кластерных программ, кластерные связи, концепция кластера, региональная экономика, теоретические преимущества кластеризации, глобализация, сети.

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: Бондарева Я.Ю. 2021. Инструменты реализации кластерных программ в странах ОЭСР. Экономика. Информатика, 48 (3): 426–433. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-426-433.

Instruments for implementing cluster programs in OECD countries

Yana Yu. Bondareva
Belgorod National Research University
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
Bondareva_ya@bsu.edu.ru

Abstract. The intensive development of industrial clusters around the world is due to broad opportunities for economic growth and positive multiplier effects. In international practice, the formation of a cluster strategy is considered as the most important component of innovation policy, demonstrating a balanced long-term approach of the state to the integrated development of territories. Comparing the best foreign experience, the authors identify and substantiate the key tools used in the clustering of territories. Despite the large number of publications on this topic, there are practically no studies on the system analysis of the tools used in the cluster programs of foreign countries. The purpose of the article is to highlight the various tools used in cluster programs in OECD countries. Categories of commonly used tools are considered, for attracting participants, providing collective services, and fostering collaborative research. The issues of program duration and funding

are discussed. An analysis of the interaction and relationships between programs for the implementation of various types of clusters is carried out. As a result of the study, the main tools have been identified and analyzed, which allow the most effective implementation of programs for clustering territories that support regional specialization and development of clusters.

Keywords: cluster software tools, cluster communications, cluster concept; regional economy; theoretical benefits of clustering; globalization; networks.

Acknowledgements: the study was carried out within the framework of the state assignment of NRU BelSU FZWG-2020-0016 (0624-2020-0016), the theme of the project is "Fundamental foundations of global territorial-sectoral specialization in the context of digitalization and convergence of technologies."

For citation: Bondareva Ya.Yu. 2021. Instruments for implementing cluster programs in OECD countries. Economics. Information technologies, 48 (3): 426–433 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-426-433.

Введение

Инструменты реализации программ, поддерживающих региональную специализацию и развитие кластеров, направлены на использование теоретических преимуществ, включающих в себя основные сетевые преимущества масштаба, традиционные внешние эффекты Маршалла [Маршалл, 1993] объединение рынков труда, более высокий уровень специализации и, следовательно, доступ к услугам более высокого порядка, а также побочные эффекты знаний, Алмаз Портера [Porter, 2003], стимулирующий широкомасштабные инновации, а также более сложные инновационные процессы. В то время как преимущества приводят к повышению эффективности инноваций и специализации фирмы, для достижения этих преимуществ можно использовать различные инструменты. В этой статье мы обсудим несколько вопросов, связанных с:

1. Категорией инструментов. Большинство программ сосредоточены на одном или нескольких критериях инструментов для:

– привлечения участников;

– предоставления коллективных услуг;

– содействие совместным исследованиям.

2. Сроки осуществления программ и материальное обеспечение. Выделяют три типа финансирования:

– привлечение субъектов с бюджетами менее 100 000 евро на кластер ежегодно и финансирование, как правило, в течение трех лет или менее;

– более существенные коллективные услуги и «легкие» инвестиции в НИОКР с ежегодными расходами на кластер от 100 000 до 1 млн евро;

– «тяжелые» НИОКР, часто на длительный срок, до десяти лет. В некоторых случаях сроки реализации программы короче, чем можно было бы ожидать для успешного достижения заявленной цели [Amin, Cohendet, 1999].

В то время как некоторые программы действительно требуют совместного финансирования с разными уровнями правительства или частным сектором, так называемое государственно-частное партнерство, эффект привлечения частных средств, по-видимому, недостаточно развит во многих программах.

3. Создание синергетического эффекта за счет взаимосвязей. Важно отметить, что объединение несколькими странами инструментов в рамках различных программ по различным параметрам, таким как жизненный цикл продукта или стадия разработки кластерной инициативы, дает возможность предложить полный спектр инструментов поддержки кластеров. Существуют примеры объединения кластеров одних и тех же отраслей в разных географических точках или в разных отраслях, но по общей теме. Такие объединения позволяют достичь более эффективных результатов и служат примером пространственного взаимодействия кластерных структур.

Таким образом, тезисы статьи актуальны для дальнейшего изучения, приращения различных точек зрения при обсуждении подобной темы. Практическая сторона исследования заключается в использовании данного материала как базиса при построении кластерной модели на региональном уровне. Методология исследования носит междисциплинарный характер и базируется преимущественно на методе системного анализа и сопоставления.

Результаты и их обсуждение

В общем виде инструменты, используемые программами в тематических исследованиях, бывают трех различных типов:

– для привлечения участников;
– для разработки коллективных услуг;
– для поддержки совместных исследований и разработок.

Общий обзор этих инструментов по категориям представлен на рисунке 1. Привлечение участников часто является необходимым условием для участия в коллективных услугах или в качестве компонента совместного проекта НИОКР. В ходе одного обзора кластеров были определены три важнейших фактора успеха для развития кластеров, на которых инструменты могли бы сосредоточиться: сети и партнерские отношения, сильная база навыков и потенциал в области инноваций и НИОКР [DTI, 2004]. Помимо этих общих факторов успеха, потребность в инструментах может варьироваться в зависимости от различных форм кластера, этапов жизненного цикла кластера и т. д. Бюджеты и временные рамки программ сильно различаются в зависимости от того, какие из этих типов инструментов используются.

Необходимо постоянно проводить анализ государственных стратегий для создания более благоприятной среды для кластеров.

Важным моментом является процесс привлечения участников программ. Так программы, в которых используются инструменты для привлечения участников, являются более эффективными. Создание сетей и партнерских отношений (т. е. взаимодействие между фирмами, между фирмами и другими субъектами) приносит ожидаемые результаты. Эти инициативы также могут быть сосредоточены либо на внутренних связях внутри кластера, либо на внешних связях между кластером и другими субъектами или регионами [Cortright, 2006]. Цель этих инструментов состоит не только в том, чтобы привлечь участников вместе, но для того, чтобы организовать их вокруг ключевых вопросов по отраслям или общей темы, охватывающей несколько отраслей [Competitive Regional Clusters – OECD, 2008].

Необходимо рассмотреть существующие на сегодняшний день формы кластерных инициатив. Так организации, которые управляют кластерными инициативами, принимают различные формы. К основным относятся: некоммерческие ассоциации; университет или аналогичные назначенные агенты; государственные учреждения. Они обычно принимают форму некоммерческой ассоциации, когда цель состоит в том, чтобы иметь отдельный правовой статус.

Еще одним важным элементом является уровень вовлеченности. Количество участников, участвующих в инициативе, является показателем их уровня ответственности и вовлеченности. Группы должны быть инклюзивными, однако по мере их расширения прямое участие субъектов может быть сокращено. В некоторых программах устанавливается минимальное число участников для получения финансирования [Competitive Regional Clusters – OECD, 2008].

Большое значение приобретают совместные исследования и разработки.

Несмотря на высокую эффективность функционирования инновационных систем необходимо применять инструменты, позволяющие устранить имеющиеся слабые места. Многие инструменты поощрения инноваций предназначены для преодоления четко выявленных недостатков в национальных инновационных системах и их эффективности. Например, в НИОКР Франции слишком сильно доминирует государственный сектор, что

приводит к отсутствию ориентации на рынок. Ожидается, что инициативы Германии в этой области будут направлены на устранение ощущаемого отсутствия эффективного сотрудничества между промышленностью и исследованиями (университетский сектор) и недостаточно скоординированной деятельности по поддержке исследований.

Привлечение участников	Поддержка совместных исследований и разработок	Разработка коллективных услуг
•**Определение кластеров** (Проведение картографических исследований кластеров (количественных и качественных). Помощь посредников и других брокеров для выявления фирм, потенциальных партнеров.) •**Поддержка сетей, кластеров** (Проведение мероприятий по повышению осведомленности (конференции, кластерное образование). Применение финансовых стимулов для сетевых организаций, фирм. Финансирование сетевых мероприятий)	•**Усиление связи между исследованиями и потребностями субъекта кластера** (Поддержка совместных проектов между фирмами, университетами и научно-исследовательскими институтами. Совместное размещение различных участников для облегчения взаимодействия (например, научные парки, инкубаторы). Информационно-пропагандистские программы университетов. Технические обсерватории. •**Коммерциализация исследований** (Обеспечение соответствующих законов об интеллектуальной собственности. Преодоление барьеров для стимулирования государственного сектора в коммерциализации. Услуги по поддержке передачи технологий) •**Доступ к финансированию** (Консультационные услуги по неординарным финансовым операциям. Программы государственных гарантий и венчурный капитал. Рамочные условия поддержки частного венчурного капитала)	•**Повышение потенциала, масштабов и квалификации поставщиков, главным образом МСП** (Поддержка развития малого и среднего бизнеса. Посреднические услуги и платформы между поставщиками и покупателями. Сбор общей информации о рынке, координация закупок. Установление технических стандартов). •**Расширение внешних связей** (Маркетинг кластеров и регионов. Помощь иностранным инвесторам в кластере. Рыночная информация для международных целей. Поиск партнеров. Поддержка связи в цепочке поставок, экспортные сети). •**Квалифицированная рабочая сила в стратегических отраслях** (Сбор и распространение информации о рынке труда. Специализированная профессиональная и университетская подготовка. Поддержка партнерских отношений между группами фирм и учебными заведениями. Образовательные возможности)

Рис. 1. Инструменты региональной специализации и развития кластеров
Fig. 1. Tools for regional specialization and cluster development

Недавние региональные инновационные инициативы в Италии являются частью более общей реакции на озабоченность политиков тем, что происходит отставание от других развитых европейских стран в отношении некоторых ключевых показателей эффективности в области НИОКР и инноваций. Например, расходы на НИОКР в бизнесе, уровень высшего и непрерывного образования, ЕС и международные патентование и другие показатели ниже, чем в среднем по ЕС. В Швеции озабоченность так называемым шведским парадоксом высоких расходов на НИОКР при низком уровне коммерциализации является ключевым фактором региональной инновационной и кластерной политики. В каждом случае акцент делался на создании синергетического эффекта.

Важным элементом является создание сетей и платформ. Учитывая первостепенность привлечения заинтересованных сторон в контексте совместных исследовательских проектов,

большинство программ предусматривают соответствующие инструменты. Например, в шведской программе Vinnväxt по крайней мере 50 % приемлемых расходов должны были быть потрачены на исследования и разработки, но другие приемлемые расходы включали управление процессами, создание бренда, организацию и стратегическую работу. В рамках Национальной кластерной программы Финляндии, которая в основном заключалась в совместных исследованиях и разработках, 25 % средств было потрачено на управление кластерами. Во Франции для проведения конкурса требуются новые формальные структуры в качестве ключевого элемента программы. Тем не менее многие кластерные программы не всегда связаны с существующими исследовательскими платформами.

В некоторых случаях эти платформы и сети продвигаются через исследовательские парки, промышленные комплексы и другие транспортные средства. Достигнуты неоднозначные результаты в отношении эффективности и действенности таких инструментов для содействия расширению инноваций в контексте совместных исследований [Garofoli, 1984]. Иногда крупномасштабный проект действительно достигает успеха, например, Исследовательский треугольник Северной Каролины в Соединенных Штатах. Хотя необходимо отметить, что строительство с нуля – длительный и дорогостоящий процесс. Научно-промышленный парк Синьчжу в китайском Тайбэе начался в 1980 году с правительственного мандата и более чем 20 лет спустя – это кластер из почти 100 000 сотрудников, двух университетов и 335 фирм и исследовательских центров [Lundmark, Power, 2003]. Во Франции София-Антиполис началась по инициативе правительства в регионе без промышленных или университетских традиций. Часто эти комплексы являются инструментами, спонсируемыми на региональном или местном уровнях, и поэтому необходимо четко увязать их с отдельной кластерной программой.

Далее необходимо рассмотреть вопросы коммерциализации. Программы включают ряд инструментов, помимо финансирования совместных научно-исследовательских проектов с фирмами для поддержки коммерциализации. В Японии, например, программа Кластера знаний включала в свою деятельность патентных юристов. Исследовательский альянс Грузии, среди прочего, предоставляет консультационные услуги исследователям. Рамочные условия также могут быть существенным препятствием для коммерциализации НИОКР, но эти вопросы решаются за пределами кластерных программ [Drabenstott M., 2005].

Большое значение приобретает содействие развитию предпринимательства и созданию фирм. На инструменты предпринимательства акцент делается только в некоторых программах с четкой инновационной ориентацией, несмотря на преимущества малых фирм в инновационных системах, учитывая их потенциал «созидательного разрушения». Так финский и норвежский Центры экспертизы активно связаны с программами научных парков и инкубаторов в своих странах. Фактически, финская программа даже включает в свою оценку успеха количество созданных новых компаний. Исследовательский альянс Грузии поддерживает проекты с университетскими партнерами, в том числе коммерциализацию исследований путем создания новых дочерних фирм, предоставляющих консультационные услуги и консультации по вопросам управления. В Японии Программа промышленного кластера имеет сильную направленность на создание МСП и направлена на создание возможностей для обучения предпринимателей. Корейские инновационные Города-кластеры часто включают компонент инкубатора. Инструменты для финансирования этих исследовательских дочерних компаний, такие как государственные фонды венчурного капитала, использовались лишь в нескольких из рассмотренных программ [Сарафанова, Павлова, Анастасова, 2018].

Анализируя опыт разных стран, можно выявить связь различных программ, инструментов и кластеров. Появляются так называемые взаимодополняемые программы. Поскольку ни одна политика или программа не может охватывать все инструменты, одним из решений является обеспечение того, чтобы различные программы эффективно дополняли друг друга [Cortright, 1994]. В Японии промышленный кластер и кластерные программы дополняют друг друга на протяжении всего производственного цикла. Кластеры знаний сосредоточены на поддержке

университетских кластеров-хабов для передачи НИОКР. Программа промышленного кластера предназначена для поддержки существующих и вновь создаваемых МСП посредством создания сетей и коллективных услуг. Так, Япония стремится обеспечить успех этой взаимодополняемости через органы национального и регионального уровня с участием представителей обеих программ. В Швеции эта взаимодополняемость была также реализована в рамках программ Vinnväxt и Visanu, причем первые были в большей степени сосредоточены на проектах НИОКР, а вторые – на общем развитии кластеров и деловых связях.

Появляются и дополнительные инструменты. Исследовательский альянс Грузии предлагает пакет инструментов, которые также служат различным этапам развития – от поиска исследователей до коммерциализации идей. Первым шагом является привлечение квалифицированных исследователей, а вместе с ними и талантливых и целеустремленных аспирантов. Программа «Выдающиеся ученые» служит для передачи экспертных знаний государству. GRA также спонсирует лаборатории и оборудование, которые предоставляются промышленным и университетским исследователям для поддержки исследований. Программа VentureLab предлагает услуги предварительного инкубатора, которые помогут университетам определить лабораторные открытия, которые обладают коммерческим потенциалом и которые помогут преподавателям пройти различные этапы разработки технологий до этапа создания компании. Награды Инновационного фонда GRA присуждаются преподавателям университетов, которые сотрудничают с фирмами в разработке и внедрении технологий.

Центры разработки технологий (технологические инкубаторы) помогают развивающимся компаниям получить доступ к ресурсам исследований и разработок принимающих университетов, одновременно совершенствуя коммерческий потенциал разрабатываемых технологий. В дополнение к специализированному оборудованию и помещениям, компании-инкубаторы имеют доступ к целому ряду услуг по запуску бизнеса и доступным помещениям, дополняют друг друга по кластерной стадии развития. Некоторые страны, регионы рассматривают свои программы как взаимодополняющие, причем одна из них служит в качестве предварительного отбора или конвейера для определения кластеров для другой программы [Drabenstott, 2005]. Так обстоит дело, например, в Норвегии, Орегоне (США) и Швеции. Программа «Арена» является гибкой и открытой для перспективных инициатив и предназначена для поддержки их развития.

Большинству программ требуется около года для начального этапа, прежде чем они будут профинансированы на основной проект, который обычно длится около двух лет. Программа Центров экспертизы предназначена для отбора уже функционирующих кластеров, которые стремятся повысить уровень сотрудничества в области НИОКР и интернационализироваться. Конкурсный отбор и долгосрочное финансирование (десятилетние циклы) являются условиями для программы, на которую могут претендовать лучшие сети. Кластерная сеть штата Орегон стремится поддерживать все кластеры, заинтересованные в развитии. OregonInC, отдельная организация, разработает программы для обслуживайте тех, кто был признан успешным. В Швеции программа Visanu была нацелена на многие инициативы, которые не получили финансирования.

Учитывая, что потенциальным недостатком конвейерного подхода является исключение новых перспективных кластеров, следует рассмотреть возможность сохранения программы, открытой для кандидатов, которые не были в процессе разработки. В ходе последовательных этапов финансирования одной и той же программы цели могут дополнять друг друга. Например, Vinnväxt основал в первых двух этапах наиболее перспективные кластеры, проекты. Третий этап сосредоточен на большем количестве эмбриональных кластеров. Как японские, так и корейские программы рассматривают свои программы в более долгосрочной перспективе с отдельными этапами. Например, Национальный план сбалансированного развития рассматривает инновационные программы в три этапа продолжительностью пять лет:

1) создание инновационных систем;
2) переход в инновационный кластер мирового класса;
3) укрепление региональной инновационной системы.

Оценка промышленных кластеров Японии также предложила три пятилетних этапа для программы:

1) начальный период;

2) период роста;

3) период самообеспечения [Competitive Regional Clusters – OECD, 2008].

Эти различные этапы предполагают необходимость в дополнительных инструментах с течением времени.

Важным моментом является обмен информацией.

Помимо обмена базовой информацией, кластерные связи могут быть как межсекторальными связями для развития кластера, так и связями между кластерами в одних и тех же областях. Межсекторальные связи служат развитию новых тематических блоков [Competitive Regional Clusters – OECD, 2008].

Такие примеры кластерных связей позволяют судить о высоком уровне развития кластеризации территорий в западных странах и могут служить примером для формирования кластерных связей в РФ.

Заключение

В статье были рассмотрены инструменты реализации кластерной политики, применяемые в странах членах ОЭСР, поддерживающие региональную специализацию и кластеризацию территорий, направленные на использование теоретических преимуществ, в частности категории инструментов, продолжительности программ и особенностей их финансирования, создание синергетического эффекта за счет взаимосвязей. Так же были изучены и проанализированы основные примеры реализации инструментов, представленных и действующих в зарубежных странах в рамках НИОКР, рассмотрены способы обмена информацией, описаны кластерные связи и возможные методы привлечения дополнительных инструментов в межсекторальных связях.

Таким образом, было выявлено, что инструменты, используемые в кластерных программах разных стран, позволяют наиболее эффективно решать задачи директивных органов на национальном уровне по кластеризации территорий, учитывающих широкий спектр типов кластеров или ориентированных на те кластеры, которые могут помочь в достижении определенных целей. Инструменты кластерной политики могут применяться в развитых и отстающих регионах, для систем малого и среднего бизнеса или крупных фирм, для обслуживания новых и зрелых отраслей, для ориентации на существующие отрасли или для создания новых отраслей.

Список источников

1. Competitive Regional Clusters – OECD. 2008. URL: http://www.docme.ru/doc/1204601/283.competitive-regional-clusters-oecd (дата обращения: 05.07.2021).

2. DTI. 2004. Benchmarking UK productivity performance: The Government's response to the consultation on productivity indicators, 12 p.

Список литературы

1. Маршалл А. 1993. Принципы экономической науки. М., Издательская группа «Прогресс», 23 с.

2. Сарафанова А.Н., Павлова А.С., Анастасова А.С. 2018. Институциональные формы развития территорий: технопарки и кластеры. OPEN INNOVATION: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: МЦНС «Наука и просвещение»: 89–92.

3. Amin A., Cohendet P. 1999. Learning and Adaptation in Decentralised Business Networks, Environment and Planning D: Society and Space, 17: 87–104.

4. Andersson T., Napier G. 2004. The Venture Capital Market – Global Trends and Issues for Nordic Countries, Malmö.

5. Cortright J. 1994. Reinventing Economic Development: Ten Ideas for Market Driven Approaches to Promoting Industrial Competitiveness, Staff Report to the Joint Legislative Committee on Trade and Economic Development, October, 33 p.

6. Cortright J. 2006. Making sense of clusters: regional competitiveness and economic development. Washington, D.C.: Brookings Institution, Metropolitan Policy Program.

7. Drabenstott M. 2005. A review of the federal role in regional economic development, Report for the Center for the Study of Rural America, Federal Reserve Bank of Kansas City, May.

8. Garofoli G. 1984. Barriere all´innovazione e politiche d´intervento a livello regionale e sub-regionale, in Camagni, R., Cappellin, R. and Garofoli, G. (eds.), Cambiamento tecnologico e diffusione territoriale. Scenari regionali di risposta alla crisi, Franco Angeli, Milano.

9. Lall S. 1980. Developing Countries as Exporters of Technology and Capital Goods; the Indian Experience, mimeo, Oxford University Institute of Economics and Statistics, Oxford.

10. Lundmark M., Power D. 2003. Working through Knowledge Pools: Labour Market Dynamics, the Transference of Knowledge and Ideas, and Industrial Clusters. Urban Studies, 41: 5–6.

11. Pavitt K. 1998. Technologies, Products and Organization in the Innovating Firm: What Adam Smith Tells Us and Joseph Schumpeter Doesn't. Industrial and Corporate Change, 7(3): 433–452.

12. Porter M.E. 2003. The economic performance of regions. Regional Studies, 37(6-7):545–546.

References

1. Marshall A. 1993. Principy ekonomicheskoj nauki [Principles of Economic Science]. M., Publishing group "Progress", 23 p.

2. Sarafanova A.N., Pavlova A.S., Anastasova A.S. 2018. Institucional'nye formy razvitiya territorij: tekhnoparki i klastery [Institutional forms of development of territories: technology parks and clusters]. OPEN INNOVATION: collection of works. Art. III Int. scientific-practical conf. Penza: ICNS "Science and Education": 89–92.

3. Amin A., Cohendet P. 1999. Learning and Adaptation in Decentralised Business Networks, Environment and Planning D: Society and Space, 17: 87–104.

4. Andersson T., Napier G. 2004. The Venture Capital Market – Global Trends and Issues for Nordic Countries, Malmö.

5. Cortright J. 1994. Reinventing Economic Development: Ten Ideas for Market Driven Approaches to Promoting Industrial Competitiveness, Staff Report to the Joint Legislative Committee on Trade and Economic Development, October, 33 p.

6. Cortright J. 2006. Making sense of clusters: regional competitiveness and economic development. Washington, D.C.: Brookings Institution, Metropolitan Policy Program.

7. Drabenstott M. 2005. A review of the federal role in regional economic development, Report for the Center for the Study of Rural America, Federal Reserve Bank of Kansas City, May.

8. Garofoli G. 1984. Barriere all´innovazione e politiche d´intervento a livello regionale e sub-regionale, in Camagni, R., Cappellin, R. and Garofoli, G. (eds.), Cambiamento tecnologico e diffusione territoriale. Scenari regionali di risposta alla crisi, Franco Angeli, Milano.

9. Lall S. 1980. Developing Countries as Exporters of Technology and Capital Goods; the Indian Experience, mimeo, Oxford University Institute of Economics and Statistics, Oxford.

10. Lundmark M., Power D. 2003. Working through Knowledge Pools: Labour Market Dynamics, the Transference of Knowledge and Ideas, and Industrial Clusters. Urban Studies, 41: 5–6.

11. Pavitt K. 1998. Technologies, Products and Organization in the Innovating Firm: What Adam Smith Tells Us and Joseph Schumpeter Doesn't. Industrial and Corporate Change, 7(3): 433–452.

12. Porter M.E. 2003. The economic performance of regions. Regional Studies, 37(6–7):545–546.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бондарева Яна Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Yana Yu. Bondareva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Economics and Economic Security, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

УДК 338.2
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-434-445

Пенсионная реформа 2018 года в России и ее влияние на работников градообразующего предприятия в российской Арктике

Скуфьина Т.П., Бажутова Е.А.
Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Россия, 184209, г. Апатиты, Ферсмана 14
E-mail: skufina@gmail.com

Аннотация. Исследования, посвященные рассмотрению влияния пенсионных изменений на общественные процессы, являются актуальными во всем мире в силу экономической значимости и социальной заостренности буквально любых изменений в пенсионном законодательстве. Несмотря на очевидную значимость для России, практически отсутствуют оценки влияния пенсионных изменений на социально-экономические процессы в Арктике. Серия авторских исследований частично восполняет этот пробел, подтверждая, что особые арктические условия инициируют повышенные риски устойчивому развитию при реализации пенсионной реформы. В этой статье мы приводим результаты исследования реакции на пенсионные изменения отдельной целевой аудитории – персонала градообразующего предприятия, расположенного в российской Арктике. Метод исследования – письменный опрос, выполненный с учетом квот по полу, возрасту, занимаемой должности, условиям труда на градообразующем предприятии. Установлено, что влияние пенсионных изменений на миграционные настроения работников рудообразующего предприятия менее значительно в сравнении с общерегиональной ситуацией. Негативные высказывания работников градообразующего предприятия относительно пенсионной реформы и ее последствий не подтвердили ожидаемого лояльного отношения к пенсионной реформе. Полученные результаты развивают представления о региональных эффектах реализации пенсионной реформы 2018 года.

Ключевые слова: Россия, Арктика, пенсионная реформа, региональные эффекты, градообразующее предприятие, работники.

Благодарности: работа включает материалы, полученные в рамках выполнения государственного задания ФГБУН ФИЦ КНЦ РАН № АААА-А18-118051590118-0.

Для цитирования: Скуфьина Т.П., Бажутова Е.А. 2021. Пенсионная реформа 2018 года в России и ее влияние на работников градообразующего предприятия в российской Арктике. Экономика. Информатика, 48 (3): 434–445. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-434-445.

Pension reform 2018 in Russia and its impact on workers at a city-forming enterprise in the Russian Arctic

Tatiana P. Skufina, Ekaterina A. Bazhutova
Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS),
14 Fersmana st., Apatity, 184209, Russia
E-mail: skufina@gmail.com

Abstract. Studies examining the impact of pension changes on social processes are relevant worldwide due to the economic significance and social sensitivity of literally any change in pension legislation. Despite their obvious importance for Russia, there are virtually no assessments of the impact of pension changes on socio-economic processes in the Arctic. The author's series of studies partially fills this gap, confirming that the

special Arctic conditions initiate greater risks to sustainable development in the implementation of pension reform. In this article, we present the results of a study of reactions to pension changes by a separate target audience – the staff of a city-forming enterprise located in the Russian Arctic. The research method was a written survey based on quotas by gender, age, position and working conditions at the city-forming enterprise. It was found that the impact of pension changes on the migration moods of workers at the town-forming enterprise was less significant compared to the situation in the region. Negative opinions of employees at the backbone enterprises about pension reform and its consequences did not confirm the expected loyal attitude to pension reform. The obtained results develop ideas about the regional effects of the implementation of the pension reform in 2018.

Keywords: Russia, Arctic, pension reform, regional effects, city-forming enterprise, employees.

Acknowledgements: The paper includes materials received as part of the state assignment of KSC RAS No. AAA-A18-118051590118-0.

For citation: Skufina T.P., Bazhutova E.A. 2021. Pension reform 2018 in Russia and its impact on employees of the city-forming enterprise in the Russian Arctic, Economics. Information technologies. 48 (3): 434–445 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-434-445.

Введение

Оценка последствий пенсионной реформы 2018 года для общественных процессов в Российской Федерации является активно разрабатываемой тематикой в силу не только существенности изменений, но и социальной заострённости вопросов, касающихся буквально любых изменений в пенсионном законодательстве, от которых зависит жизнедеятельность практически каждого человека. Активность и основные аспекты разработки этой тематики в России соответствуют мировым исследованиям, которые также определяются экономической и социальной значимостью вопросов, касающихся пенсионной системы, на фоне развития основной демографической проблемы развитых и развивающихся стран – проблемы старения населения [Chistova, 2016; Harper, 2014; Holzmann, 2013].

Особенно ярко социальная острота восприятия населением пенсионных изменений проявилась в Российской Федерации в силу двух основных групп фактов. Первая группа взаимосвязанных факторов – неожиданность введения изменений в пенсионное законодательство Российской Федерации, следовательно, слабая проработка вопроса научным сообществом, неподготовленность населения, нечеткость увязки увеличения численности трудоспособного населения с программами развития экономики и т. д. [Баранов, Скуфьина, 2018; Скуфьина, Баранов, 2019; Торопушина, 2020; Chistova, 2016]. Вторая группа факторов обусловлена тем, что пенсионная реформа обозначила увеличение возраста выхода на пенсию, тогда как в России возраст выхода на пенсию не менялся с 1932 года (составляя с 1932 года по конец 2018 года в нормальном пенсионном возрасте[1] 65 лет для мужчин и 55 лет для женщин). Именно изменение пенсионного возраста – это основная составляющая пенсионных изменений 2018 года, причем, наиболее болезненная для общественного восприятия.

Многочисленные, в том числе и авторские исследования, показывали, что поднятие пенсионного возраста было необходимо в силу высоких темпов перехода населения России в статус населения нетрудоспособного возраста [Кудрин, Гурвич, 2012; Baranov, Skuf'ina, Gushchina, 2020]. Так, рассмотрение динамики численности трудоспособного населения Российской Федерации позволило установить, что максимум численности населения в трудоспособном возрасте был достигнут в 2006 году (90 млн чел.), сменившись спадом, неизбежным с позиций демографии. Согласно расчетам Федеральной службы государственной статистики, при сохранении прежнего (дореформенного) возраста выхода на пенсию к 2036 году численность трудоспособного населения Российской Федерации

[1] Сложившийся термин «нормальный пенсионный возраст» (англ. normal retirement age) обозначает возраст, в котором гражданин может получить полную пенсию.

существенно сократится и составит: в низком варианте прогноза 75 млн чел., в среднем варианте прогноза – 79 млн чел., в высоком варианте – 83 млн чел. [Baranov, Skuf'ina, Gushchina, 2020, С. 165–166].

Очевидно, что увеличение возраста выхода на пенсию механически увеличивает численность трудоспособного населения в стране. Наш трехвариантный прогноз, выполненный совместно с д.ф.-м.н. Барановым С.В. для пенсионного возраста, установленного согласно новой схеме выхода на пенсию, указывает на следующий важный макроэкономический факт. Увеличение возраста выхода на пенсию качественно изменило ситуацию, сломав нисходящий тренд показателя численности трудоспособного населения в Российской Федерации на противоположный. Так, наш трехвариантный прогноз показывает, что значение 2006 года численности трудоспособного населения Российской Федерации при высоком варианте прогноза будет достигнуто к 2029 году, при среднем варианте – к 2032 году. При низком варианте, несмотря на тенденцию роста, к 2036 году значение максимума 2006 года достигнуто не будет [Скуфьина, Баранов, 2019].

Исследования показывают, что особенно проблема старения населения актуальна для территорий российской Арктики, в которых отток населения трудоспособного возраста и льготный возраст выхода на пенсию обеспечивают более высокие темпы потери трудоспособного населения. Еще более усиливают эту проблему низкие медико-демографические резервы территории российской Арктики [Торопушина, 2020]. Наши расчеты и прогнозные разработки убедительно показывают, что увеличение пенсионного возраста при прочих равных условиях в перспективе снизит скорость сокращения населения трудоспособного возраста на арктических территориях России [Baranov, Skuf'ina, Gushchina, 2020].

Однако влияние изменений пенсионного возраста на социальную и экономическую жизнедеятельность в любой стране многофакторное, что априори означает многосоставной и неоднозначный характер этого влияния [Bielecki, 2016; Holzmann, 2017; Peng, Mai, 2013; Puur, Leppik, Klesment, 2015]. Ряд исследований показывает, что поднятие пенсионного возраста породило и ряд неблагоприятных фактов и тенденций социального и экономического развития в Российской Федерации. Например, массовые опросы, проведенные нами по репрезентативной выборке в 2019 году на территории Мурманской области (область относится к регионам, расположенным в зоне Арктики), а в 2021 году – во всех регионах российской Арктики, указывают на возможное усиление миграционного оттока населения с этих территорий. Причем значительная часть респондентов увязывала желание уехать с арктических территорий именно с увеличением возраста выхода на пенсию [Baranov, Skuf'ina, Gushchina, 2020]. Усиление миграционных настроений создает риск нивелирования благоприятного влияния увеличения пенсионного возраста на численность населения трудоспособного возраста на территории Арктики. Таким образом, например, составленный нами на основе экономико-математических методов долгосрочный прогноз, указывающий на увеличение численности трудоспособного населения в Мурманской области, может быть существенно скорректирован вероятным усилением миграции. Другой пример, указывающий на неоднозначность оценок характера влияния повышения пенсионного возраста для общества – это проявившаяся в ряде регионов проблема недостаточности медико-демографических резервов для поднятия пенсионного возраста [Торопушина, 2020].

Таким образом часть неблагоприятных проявлений пенсионных изменений инициирована региональными особенностями. Действительно, и демографические, и медико-демографические, и социальные, и экономические и даже институциональные процессы существенно отличаются между регионами России, порождая специфику воздействия, в том числе, пенсионных изменений на жизнедеятельность в регионах [Самарина, 2012; Samarina, Samarin, Skufina, 2021; Stryabkova et al., 2019]. Несмотря на явное усиление региональных аспектов при принятии управленческих решений, многочисленные исследования указывают на необходимость еще более глубокого учета региональных особенностей в практике управления [Ускова, 2016; Shabunova, Kozhevnikov, 2020]. В этой связи актуальность настоящего

исследования с научно-практической точки зрения и его фундаментальная значимость определяются тем, что именно региональный срез в оценках последствий пенсионной реформы 2018 года до сих пор является наименее изученным.

Объекты и методы исследования

Учитывая разнообразие регионов Российской Федерации, следовательно, ожидаемое разнообразие региональных эффектов влияния пенсионных изменений, определим территориальный объект исследования – арктическую территорию России. Это обусловлено тремя основными причинами. Во-первых, общепризнанно, что особые арктические условия жизнедеятельности, порождающие высокие издержки социальной сферы и ведения бизнеса, определяют усиление рисков от внешних воздействий, включая изменения в пенсионной системе [Экономика современной Арктики.., 2020]. Во-вторых, эти особые условия предопределяют необходимость проведения специфической арктической политики и мер государственного управления, что закономерно отражается и в институциональных условиях, определяющих вектор развития российской и зарубежной Арктики [Kudryashova, Zarubina, Sivobrova, 2019; Leksin, Porfiryev, 2017]. В третьих, перед российской Арктикой поставлены значимые задачи социально-экономического развития, требующие развития человеческого капитала, включая высокое качество трудового потенциала населения, зависящего, в том числе, от влияния действующей пенсионной системы [Экономика современной Арктики.., 2020; Larchenko, Kolesnikov, 2018].

Для оценки влияния пенсионных изменений на социально-экономические процессы и прогнозирование последствий от реализации в аспекте текущих задач и проблем по развитию Арктики нами было проведено исследование общественного мнения и ожиданий населения относительно принятой пенсионной реформы. Исследование масштабное, включило несколько задач и этапов, выполненных в период 2019–2021 годов.

В этой работе мы представляем еще не опубликованную часть результатов, которые посвящены исследованию реакции на пенсионные изменения отдельной целевой аудитории – персонала градообразующего предприятия, расположенного в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). Выбор данной категории населения для отдельного исследования обоснован тем, что на территории АЗРФ находится около 7 % моногородов России, при этом, как правило, градообразующими предприятиями в них являются крупные горно-промышленные компании, отличающиеся высокой корпоративной социальной ответственностью (КСО).

Результаты ряда зарубежных и отечественных исследований подтверждают в целом соответствие (по некоторым аспектам – превышение) уровня и разнообразия социальных гарантий крупных предприятий в российской Арктике уровню и разнообразию социальных гарантий крупных предприятий зарубежных стран, ведущих работы на арктических территориях [Skufina et al., 2019; Suopajärvi et al., 2017]. Однако эта особенность лишь частично нивелирует традиционные проблемы моногородов АЗРФ, включая демографические [Социально-экономическое развитие Северо-Арктических территорий России, 2019; Korchak, Serova, 2019].

Внушительные социальные гарантии, предоставляемые крупным бизнесом на территории российской Арктики в рамках своих программ КСО, создают условия социальной защищенности персонала. Наличие более благоприятных условий работы у сотрудников градообразующего предприятия по отношению к среднероссийским и «общеарктическим», предопределили гипотезу настоящего исследования о том, что влияние пенсионных изменений на миграционные настроения работников градообразующего предприятия будет меньше в сравнении с остальными жителями региона, а их отношение к данной реформе будет более лояльным. Таким образом, цель этого исследования – оценка влияния пенсионной реформы на отношение работников градообразующего предприятия к жизнедеятельности в

Арктике. Постановка такой цели имеет не только значение для науки, но также и существенное практическое значение для регионального развития, а также для учета результатов при разработке обоснованного прогноза корпоративного развития АЗРФ.

Объект исследования – Кировский филиал акционерного общества «Апатит» (КФ АО «Апатит»), расположенный в АЗРФ.

Метод исследования – письменный опрос (анкетирование). Количество опрошенных – 70 чел. Опрос выполнен с учетом квот по полу, возрасту, занимаемой должности, условиям труда на градообразующем предприятии.

Результаты и их обсуждение

На рисунках приведены наиболее значимые результаты проведенного опроса. Обращает внимание, что на ключевой вопрос об отношении работников к проведенной пенсионной реформе более 70 % респондентов дали отрицательную оценку пенсионным изменениям (рис. 1). При этом наиболее категоричными в данных оценках были респонденты от 41 до 50 лет (рис 2), причем преимущественно мужчины, а в части возраста – респонденты от 41 до 50 лет. Однозначно отрицательно данную реформу оценили работники, относящиеся к категории рабочих и сотрудники, трудящиеся в тяжелых и опасных условиях труда. Наиболее рационально и лояльно к пенсионным изменениям отнеслись респонденты, занимающие руководящие должности.

Рис. 1. Ответы респондентов на вопрос «Как Вы оцениваете увеличение пенсионного возраста по пенсионной реформе 2018 года?»
Fig. 1. Answers of respondents to the question "How do you assess the increase in the retirement age under the pension reform of 2018?"

Однозначно отрицательно данную реформу оценили работники, относящиеся к категории рабочих и сотрудники, трудящиеся в тяжелых и опасных условиях труда. Так, отрицательно восприняли пенсионные изменения 100 % работников, попадающих под распространение пенсионных Списков № 1 и № 2, дающих право на льготное пенсионное обеспечение в связи с работой в тяжелых и опасных условиях. Среди остальных работников только 60 % отнеслись отрицательно, 20 % – скорее отрицательно, 12 % – как к необходимости, которой было не избежать. Отметим, не было ни одного ответа «положительно, полностью поддерживаю».

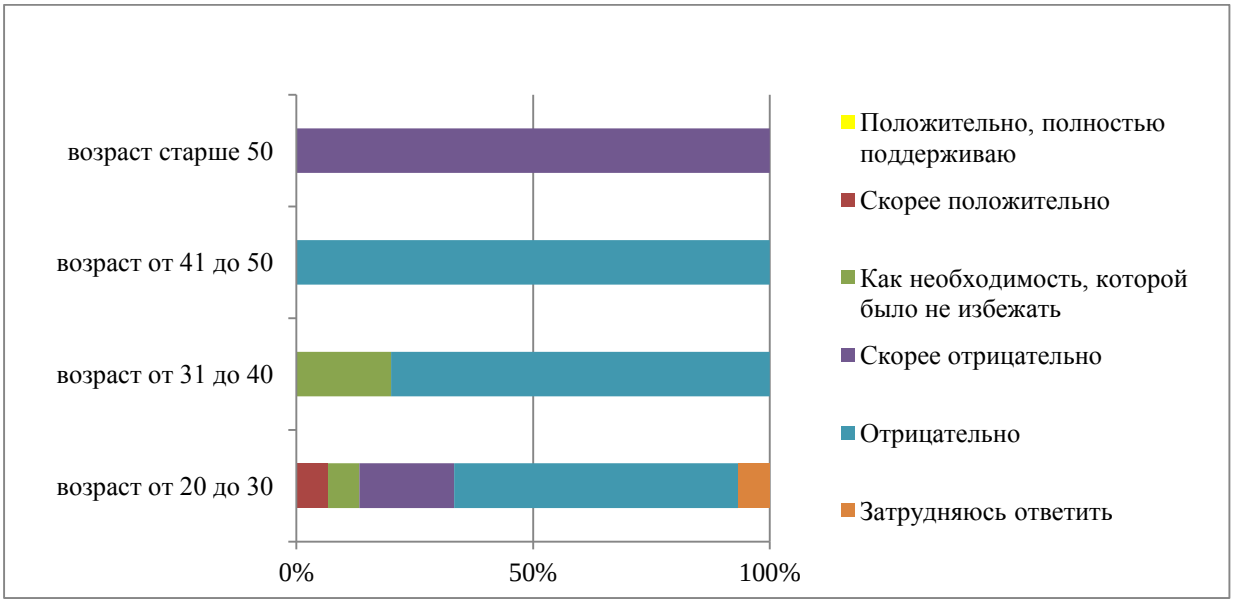

Рис. 2. Отношение к пенсионным изменениям 2018 года респондентов в зависимости от возраста
Fig. 2. Respondents' attitudes towards the 2018 pension changes by age

Рассмотрение специфики восприятия пенсионных изменений респондентами в зависимости от категорий персонала указывает на существенные различия ответов респондентов между категориями (табл. 3). Так, 100 % рабочих высказали свое отрицательное отношение к пенсионным изменениям 2018 года. Несколько более смягченное отношение наблюдалось у ИТР (53 % – отрицательное отношение, 29 % – скорее отрицательное, но при этом 6% – скорее положительное и еще 6% воспринимают изменения 2018 года как необходимость, которой было не избежать). Наиболее рационально и лояльно к пенсионным изменениям отнеслись респонденты, занимающие руководящие должности, среди которых нашлось 29 %, оценивших пенсионные изменения как необходимость которой не избежать (рис. 3).

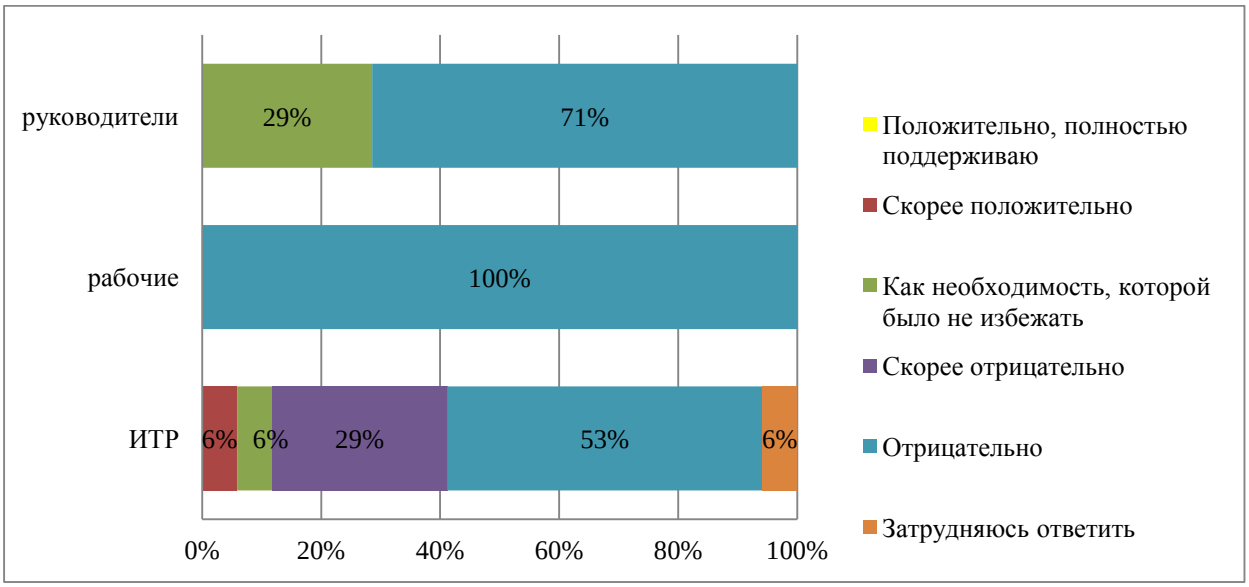

Рис. 3. Отношение к пенсионным изменениям 2018 года респондентов в зависимости от категорий персонала
Fig. 3. Respondents' attitudes towards the 2018 pension changes according to staff categories

Определенный интерес имеет изучение мнений респондентов относительно положительных и негативных эффектов реализации пенсионных изменений 2018 года. 64 % респондентов отметили больше отрицательных эффектов от реализации пенсионной реформы, чем положительных. В качестве основных отрицательных эффектов от реализации пенсионной реформы были выделены: рост риска «недоживания» до пенсионного возраста (в большей степени респондентами в возрасте старше 50 лет), рост конфликтности в обществе и безработицы населения. Также в качестве отрицательного эффекта были отмечены риски снижения реальных доходов населения и замедления темпов роста пенсий (детализация данных показала, что эти ответы отмечены преимущественно респондентами старше 50 лет) (рис. 4).

Рис. 4. Ответы респондентов на вопрос «Какие отрицательные стороны пенсионной реформы 2018 года Вы можете выделить?
Fig. 4. Answers of respondents to the question "What negative aspects of the 2018 pension reform can you highlight?

По мнению респондентов, основные положительные эффекты от реализации пенсионной реформы 2018 года следующие: сохранение льгот досрочного выхода на пенсию для отдельных категорий граждан (этот эффект выделен респондентами, занимающими должность рабочих и ИТР, преимущественно относящимися к категории возраста старше 50 лет); рост численности трудоспособного населения в экономике (в большей части обозначен респондентами-руководителями) (рис. 5).

Однако, несмотря на преимущественно отрицательную оценку реформы и её последствий, опросы показали, что реализация пенсионных изменений практически не инициировала желание сменить занимаемую должность и условия труда у работников ИТР и руководителей, а у работников с условиями труда, попадающими под распространение пенсионных Списков № 1 и № 2, только 10 % задумалось об увольнении.

В связи со значительностью проблемы миграционных потерь арктических территорий, вопрос, касающийся миграционных настроений работников градообразующего предприятия, являлся наиболее актуальным. Опрос показал, что чуть более 14 % респондентов связали свое желание уехать с территории Арктики именно с пенсионной реформой, еще почти 8,6 % указали на нее как на возможную причину желаемого отъезда (рис. 6). Отметим, что эти цифры являются достаточно высокими, свидетельствуя о негативном влиянии пенсионных изменений на миграционные настроения работников градообразующего предприятия. Однако сравнение с результатами массовых опросов в Мурманской области, проведенных нами в 2019 году, указывает, что миграционные настроения, вызванные в первую очередь увеличением пенсионного возраста, менее сильны у работников градообразующего предприятия, чем в целом по Мурманской области. Так, согласно нашим предшествующим опросам, по

Мурманской области в целом, при ответе на вопрос «Изменились ли Ваши планы в отношении дальнейшего проживания в Мурманской области в связи с увеличением пенсионного возраста?» 7,5 % опрошенных уже точно не собираются больше проживать в Мурманской области и подыскали место работы в другом регионе, а 25,6 % скорее изменили планы и думают о переезде в более комфортные климатические условия [Baranov, Skuf'ina, Gushchina, 2020]. Причем углубление полученных данных опросов по Мурманской области в целом указало на то, что арктический регион собираются покидать наиболее экономически активное население – молодежь и жители 30–49 лет.

Рис. 5. Ответы респондентов на вопрос «Какие положительные стороны пенсионной реформы 2018 года Вы можете выделить?»
Fig. 5. Respondents' answers to the question "What positive aspects of the 2018 pension reform can you highlight?"

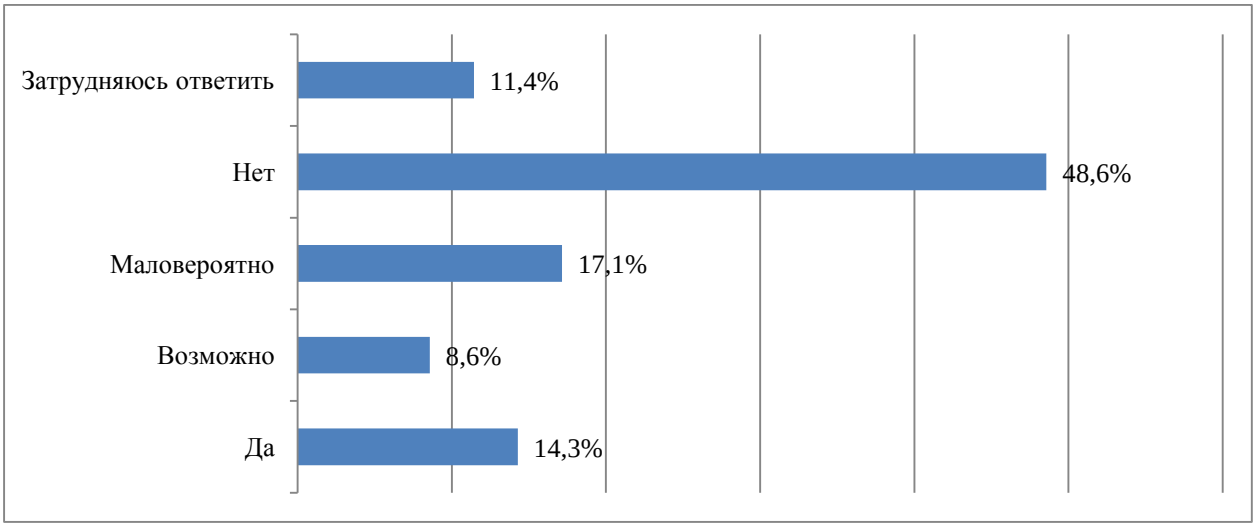

Рис. 6. Ответы респондентов на вопрос «Оказала ли пенсионная реформа 2018 года влияние на Ваше желание уехать с Севера?»
Fig. 6. Answers of respondents to the question "Has the pension reform of 2018 influenced your desire to leave the North?

Выявленное отличие ситуации на градообразующем предприятии от ситуации в целом по Мурманской области подтверждает то, что работники градообразующего предприятия держатся за высокооплачиваемую, стабильную работу со значительными социальными льготами, обеспеченную КФ АО «Апатит».

Заключение

Подводя итоги, отметим, что гипотеза нашего исследования подтверждена частично. Так, подтверждена гипотеза исследования в той части, что фактическое влияние пенсионных изменений на миграционные настроения работников градообразующего предприятия, расположенного в АЗРФ, будет менее значительным, чем для населения региона в целом. Действительно, миграционные настроения работников градообразующего предприятия арктического региона, увязанные в сознании респондентов с пенсионными изменениями 2018 года, менее сильны, чем у остального населения этого региона. Это подтверждает стабилизирующую роль градообразующих предприятий для социально-экономической жизнедеятельности АЗРФ. Также это подтверждает, что именно экономический фактор и социальная стабильность по-прежнему являются основными факторами влияния на решение работников относительно проживания в АЗРФ.

Вместе с тем опросы не подтвердили гипотезу в той части, что отношение к пенсионным изменениям более лояльно у работников градообразующего предприятия в сравнении с общерегиональной ситуацией. Категоричность негативных высказываний относительно отношения к пенсионной реформе и анализ мнений респондентов относительно ее последствий указывают на недостаточность разъяснительной работы государства при подготовке изменений в пенсионное законодательство.

В целом следует заключить, что последствия пенсионной реформы несут сложные эффекты для региональных экономик, в частности, для экономики АЗРФ. Риски усиления миграционных настроений населения на арктических территориях России говорят о необходимости продолжения исследований влияния пенсионных изменений на умонастроения в обществе. Особенно усиливает необходимость таких исследований влияние кризиса, вызванного COVID-19, который обостряет системные проблемы Арктики, в частности проблему усиленного миграционного оттока населения.

Список литературы

1. Баранов С.В., Скуфьина Т.П. 2018. Влияние повышения пенсионного возраста на производство валового внутреннего продукта в России. Инновации, 9: 38–44.

2. Кудрин А., Гурвич Е. 2012. Старение населения и угроза бюджетного кризиса. Вопросы экономики, 3: 52–79.

3. Самарина В.П. 2012. Показатели реакции регионов Центрального федерального округа на изменение внешних условий. Региональная экономика: теория и практика, 14.: 2–10.

4. Скуфьина Т.П., Баранов С.В. 2019. Пенсионная реформа в России: оценка чувствительности производства ВВП к сдвигу численности трудоспособного населения. Экономика и управление, 9: 80–86.

5. Социально-экономическое развитие Северо-Арктических территорий России: коллективная монография. Апатиты: КНЦ РАН, 2019. DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.408.2

6. Торопушина Е.Е. 2020. Влияние повышения пенсионного возраста на изменение медико-демографических резервов регионов Арктической зоны Российской Федерации. Экономика труда, 7(7): 617–630.

7. Ускова Т.В. 2016. Проблемы эффективности государственного управления. Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития, 1 (50): 11–23.

8. Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками. Апатиты: КНЦ РАН, 2020. DOI: 10.37614/978.5.91137.416.7

9. Baranov S.V., Skuf’ina T.P., Gushchina I.A. 2020. The Impact of the Retirement Age Increase on the Economy and Attitudes of the Population of the Murmansk Oblast. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 13 (1): 160–173.

10. Bielecki M. et al. 2016. Decreasing fertility vs increasing longevity: Raising the retirement age in the context of ageing processes. Economic Modelling, 52: 125–143.

11. Chistova E.V. 2016. Possibilities for increasing the retirement age in Russia in response to population ageing. Montenegrin Journal of Economics, 12 (3): 127–138.

12. Harper S. 2014. Economic and Social Implications of Aging Societies. Science, 6209: 587–591.

13. Holzmann R. 2017. An optimistic perspective on population ageing and old-age financial protection. Malaysian Journal of Economic Studies, 50 (2): ,107–137.

14. Holzmann R. 2013. Global pension systems and their reform: worldwide drivers, trends and challenges. International Social Security Review, 66 (2): 1–29.

15. Korchak E., Serova N. 2019. High-quality reproduction of labor potential of Arctic territories: migration factor. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. V. LXXVI: 1736–1742.

16. Kudryashova E.V., Zarubina L.A., Sivobrova I.A. 2019. Cross-Border Investment Cooperation in the Arctic Region: Challenges and Opportunities. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 1: 39–52.

17. Larchenko L.V., Kolesnikov R.A. 2018. Regions of the Russian Arctic zone: state and problems at the beginning of the new development stage. International journal of engineering and technology, 7(3): 369–375.

18. Leksin V.N., Porfiryev B.N. 2017. Specificities of Spatial System Transformation and Strategies of the Russian Arctic Redevelopment under the Conditions of Climate Changes. Economy of region, 13 (3): 641–657.

19. Peng X., Mai Y. Population Ageing, Retirement Age Extension and Economic Growth in China: A Dynamic General Equilibrium Analysis. Centre of Policy Studies and the Impact Project, 2013.

20. Puur A., Leppik L., Klesment M. 2015. Changes in pension take-up and retirement in the context of increasing the pension age: the case of Estonia in the 2000s. Post-Communist Economies, 27 (4): 497–516.

21. Samarina V.P., Samarin A.V., Skufina T.P. 2021. Problems of pensioners and other residents of the Russian arctic monotowns. CDSES 2020, 105: 765–774.

22. Shabunova A.A., Kozhevnikov S.A.2020. Public administration efficiency in studies of the Vologda Research Center of RAS. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 13 (5): 9–21.

23. Skufina, T., Bazhutova, E., Samarina, V., & Serova, N. 2019. Corporate Social Responsibility as a Reserve for the Growth of Entrepreneurial Activity in the Russian Arctic. Humanities & Social Sciences Reviews, 7(6): 1024–1031.

24. Stryabkova E.A., Kogteva A.N., Kulik A.M. & Gerasimova N.A. 2019. The development of the digital economy in the Belgorod region. Humanities & Social Sciences Reviews, 7(5): 782–788.

25. Suopajärvi L., Ejdemo Th., Klyuchnikova E., Korchak E., Nygaard V., Poelzer G.A. 2017. Social impacts of the “glocal” mining business: case studies from Northern Europe. Mineral Economics, 30 (1): 31–39.

References

1. Baranov S.V., Skuf'ina T.P. 2018. Vliyanie povysheniya pensionnogo vozrasta na proizvodstvo valovogo vnutrennego produkta v Rossii [The impact of raising the retirement age on the production of gross domestic product in Russia]. Innovatsii, 9: 38–44 (In Russian).

2. Kudrin A., Gurvich E. Starenie naseleniya i ugroza byudzhetnogo krizisa [The aging of the population and the threat of a budget crisis]. Voprosy Ekonomiki, 3: 52–79 (In Russian).

3. Samarina V.P. 2012. Pokazateli reakcii regionov Central'nogo federal'nogo okruga na izmenenie vneshnih uslovij [Indicators of the reaction of the regions of the Central Federal District to changes in external conditions]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika, 14: 2–10 (In Russian).

4. Skufina T.P., Baranov S.V. 2019. Pensionnaya reforma v Rossii: ocenka chuvstvitel'nosti proizvodstva VVP k sdvigu chislennosti trudosposobnogo naseleniya [Pension reform in Russia: assessment of the sensitivity of GDP production to the shift in the number of able-bodied populations]. Ekonomika i upravlenie, 9: 80–86 (In Russian).

5. Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Severo-Arkticheskikh territoriy Rossii [Socio-economic development of the North-Arctic territories of Russia]. Apatity, KSC RAS Publ., 2019 (In Russian) DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.408.2

6. Toropushina E.E. 2020. Vliyanie povysheniya pensionnogo vozrasta na izmenenie medikodemograficheskikh rezervov regionov Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [The impact of raising the retirement age on changes in the medical and demographic reserves of the regions of the Arctic zone of the Russian Federation]. Ekonomika truda, 7 (7): 617–630 (In Russian).

7. Uskova T.V. 2016. Problemy effektivnosti gosudarstvennogo upravleniya [Problems of public administration efficiency]. Ekonomika Severo-Zapada: problemy i perspektivy razvitiya, 1 (50): 11–23 (In Russian).

8. Ekonomika sovremennoy Arktiki: v osnove uspeshnosti effektivnoe vzaimodeystvie i upravlenie integral'nymi riskami [The economy of the modern Arctic: effective interaction and integrated risk management are at the heart of success]. Apatity, KSC RAS Publ., 2020 (In Russian) DOI: 10.37614/978.5.91137.416.7

9. Baranov S.V., Skuf'ina T.P., Gushchina I.A. 2020. The Impact of the Retirement Age Increase on the Economy and Attitudes of the Population of the Murmansk Oblast. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 13 (1): 160–173.

10. Bielecki M. et al. 2016. Decreasing fertility vs increasing longevity: Raising the retirement age in the context of ageing processes. Economic Modelling, 52: 125–143.

11. Chistova E.V. 2016. Possibilities for increasing the retirement age in Russia in response to population ageing. Montenegrin Journal of Economics, 12 (3): 127–138.

12. Harper S. 2014. Economic and Social Implications of Aging Societies. Science,6209: 587-591.

13. Holzmann R. 2017. An optimistic perspective on population ageing and old-age financial protection. Malaysian Journal of Economic Studies, 50 (2): ,107–137.

14. Holzmann R. 2013. Global pension systems and their reform: worldwide drivers, trends and challenges. International Social Security Review, 66 (2): 1–29.

15. Korchak E., Serova N. 2019. High-quality reproduction of labor potential of Arctic territories: migration factor. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. V. LXXVI: 1736–1742.

16. Kudryashova E.V., Zarubina L.A., Sivobrova I.A. 2019. Cross-Border Investment Cooperation in the Arctic Region: Challenges and Opportunities. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 1: 39–52.

17. Larchenko L.V., Kolesnikov R.A. 2018. Regions of the Russian Arctic zone: state and problems at the beginning of the new development stage. International journal of engineering and technology, 7(3): 369–375.

18. Leksin V.N., Porfiryev B.N. 2017. Specificities of Spatial System Transformation and Strategies of the Russian Arctic Redevelopment under the Conditions of Climate Changes. Economy of region, 13 (3): 641–657.

19. Peng X., Mai Y. Population Ageing, Retirement Age Extension and Economic Growth in China: A Dynamic General Equilibrium Analysis. Centre of Policy Studies and the Impact Project, 2013.

20. Puur A., Leppik L., Klesment M. 2015. Changes in pension take-up and retirement in the context of increasing the pension age: the case of Estonia in the 2000s. Post-Communist Economies, 27 (4): 497–516.

21. Samarina V.P., Samarin A.V., Skufina T.P. 2021. Problems of pensioners and other residents of the Russian arctic monotowns. CDSES 2020, 105: 765–774.

22. Shabunova A.A., Kozhevnikov S.A.2020. Public administration efficiency in studies of the Vologda Research Center of RAS. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 13 (5): 9–21.

23. Skufina, T., Bazhutova, E., Samarina, V., & Serova, N. 2019. Corporate Social Responsibility as a Reserve for the Growth of Entrepreneurial Activity in the Russian Arctic. Humanities & Social Sciences Reviews, 7(6): 1024–1031.

24. Stryabkova E.A., Kogteva A.N., Kulik A.M. & Gerasimova N.A. 2019. The development of the digital economy in the Belgorod region. Humanities & Social Sciences Reviews, 7(5): 782–788.

25. Suopajärvi L., Ejdemo Th., Klyuchnikova E., Korchak E., Nygaard V., Poelzer G.A. 2017. Social impacts of the "glocal" mining business: case studies from Northern Europe. Mineral Economics, 30 (1): 31–39.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Скуфьина Татьяна Петровна, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленного подразделения ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

Бажутова Екатерина Андреевна, младший научный сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленного подразделения ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatiana P. Skufina, Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher of the Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS), Apatity, Russia

Ekaterina A. Bazhutova, Junior Researcher of the Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS), Apatity, Russia

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ
INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 338.45
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-446-454

Циркулярная экономика как вектор инновационной трансформации бизнес-модели промышленных предприятий

Авилова В.В.
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия, 420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68
E-mail: avilovavv@mail.ru

Аннотация. Сочетание экономического роста с нормальными условиями жизнедеятельности человека потребовало от российских предприятий оперативной перестройки бизнес-моделей на принципах циркулярной экономики, которая должна укладываться в жесткие временные рамки «Зеленой сделки», заключенной странами ЕС для компаний-экспортеров. Целью этого проекта является соблюдение принципа углеродной нейтральности. Масштабность и сложность задачи связана с необходимостью системного вхождения предприятий нашей страны в построение нового технологического уклада за счет отказа от традиционного использования линейной модели экономики и построения экономики замкнутого цикла, базирующейся на технологиях, обеспечивающих возобновляемость ресурсов, оптимизирующих их использование, применяющей альтернативные виды энергии, реализующие программу декарбонизации, заменяющей природное сырье переработкой отходов. Широкое применение в циркулярной экономике играет шеринг, предполагающий на базе интернета вещей коллективное отслеживание движения всех видов ресурсов с целью их оптимальной перегруппировки. Появление нового вектора экономического развития требует выработки рекомендаций для российских предприятий по переходу к новой бизнес-модели, анализа возможностей интернета вещей и сетевого взаимодействия для внедрения замкнутого цикла. Зарубежные реалии демонстрируют активную деятельность по переходу к циркулярной экономике как на правительственном уровне, так и в мезо- и микромасштабе. Целью работы является систематизация мер государственной поддержки в зарубежных странах и реализация этой стратегии крупными компаниями. Изучались возможности их адаптации к российским реалиям и выработка научных и практических рекомендаций по ускорению перехода к экономике замкнутого цикла. Исследование проводилось также на основе анализа лучших практик российских компаний, внедряющих бизнес-процессы циркулярной экономики. Исследование позволило выявить основные характеристики новых бизнес-моделей предприятий замкнутого цикла. Рассмотрен ряд негативных последствий от перехода к экономике замкнутого цикла. Исследование вносит вклад в разработку базового в настоящее время направления перехода к индустрии 4.0 через приоритет реализации такого вектора инновационного развития как углеродная нейтральность. Делается вывод о том, что переход к циркулярной экономике представляет собой важную компоненту смены технологического уклада.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, возобновляемые ресурсы, альтернативные источники сырья, инновационный тренд.

Для цитирования: Авилова В.В. 2021. Циркулярная экономика как вектор инновационной трансформации бизнес-модели промышленных предприятий. Экономика. Информатика, 48 (3): 446–454. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-446-454.

Circular economy as a vector of innovation transformation of the business model of industrial enterprises

Vilora V. Avilova
Kazan National Research Technological University
68 K. Marx St, Kazan, Tatarstan, 420015, Russia
E-mail: avilovavv@mail.ru

Abstract. The combination of economic growth with normal living conditions of a person demanded that Russian enterprises promptly restructure their business models based on the principles of a circular economy, which must fit into the tight timeframe of the Green Deal concluded by the EU countries for exporting companies. The aim of this project is to comply with the principle of carbon neutrality. The scale and complexity of the task is associated with the need for a systematic entry of our country's enterprises into the construction of a new technological order by abandoning the traditional use of a linear model of the economy and building a closed-cycle economy based on technologies that ensure the renewability of resources, optimizing their use, using alternative types of energy, realizing a decarbonization program that replaces natural raw materials with waste processing. Sharing is widely used in a circular economy, which implies, based on the Internet of Things, the collective tracking of the movement of all types of resources in order to optimally regroup them. The emergence of a new vector of economic development requires the development of recommendations for Russian enterprises on the transition to a new business model, an analysis of the possibilities of the Internet of Things and networking for the introduction of a closed cycle. Foreign realities demonstrate vigorous activity on the transition to a circular economy both at the governmental level and at the meso and micro scales. The aim of the work is to systematize government support measures in foreign countries and implement this strategy by large companies. The possibilities of their adaptation to Russian realities and the development of scientific and practical recommendations for accelerating the transition to a circular economy were studied. The study was also carried out based on an analysis of the best practices of Russian companies implementing business processes in a circular economy. The study made it possible to identify the main characteristics of new business models of circular enterprises. Several negative consequences from the transition to a circular economy are considered. The research contributes to the development of the currently basic direction of the transition to Industry 4.0 through the priority of implementing such a vector of innovative development as carbon neutrality. It is concluded that the transition to a circular economy is an important component of the change in the technological structure.

Keywords: circular economy, renewable resources, alternative sources of raw materials, innovation trend.

For citation: Avilova V.V. 2021. Circular economy as a vector of innovation transformation of the business model of industrial enterprises: Economics. Information technologies, 48 (3): 446–454 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-446-454

Введение

Современный экономический рост сопровождается лавинообразным ухудшением условий жизнедеятельности человечества, связанных с изменениями климатического и экологического состоянию планеты. Экономическая наука сталкивается с необходимостью формирования новой парадигмы инновационного развития общества, где целеполаганием является переход к следующему технологическому укладу, базирующемуся на принципах циркулярной экономики, а именно переходе к использованию возобновляемых источников ресурсов, оптимальности их использования, альтернативной энергетики, рециклинга отработавших свой срок товаров, замещение природных видов сырья переработкой отходов, увеличением срока службы изделий, применением системы шеринга на основе построения комплексных систем взаимодействия, базирующихся на интернете вещей.

Промышленно развитые страны целенаправленно и системно переходят на рельсы циркулярной экономики для собственных производителей. Характерной особенностью этого перехода является то, что 90 % финансовой нагрузки при этом несут сами зарубежные

компании-производители. Более того, Евросоюзом разработаны рычаги воздействия на страны-экспортеры углеводородов для западных потребителей в виде системы штрафов в случае наличия углеводородного следа. «Зеленая сделка» стран Евросоюза зафиксировала временной формат санкций в случае отсутствия углеродной нейтральности компаний, поставляющих свою продукцию в Европу [UN, The Ellen MacArthur Foundation, BP, Frost&Sullivan, NASA, World Bank].

Роль топливно-энергетического комплекса в России составляет 15,25 % ВВП и его экспорт лидирует в объеме валютных поступлений. Следовательно, масштаб задачи по реализации нового курса инновационного развития огромен, а сама она является сколь актуальной, столь и сложной [The Ellen MacArthur Foundation].

Проблемой для промышленности России является традиция использования линейной бизнес-модели, масштабного расхода сырья и энергии при производстве товара и потери связи производителя с продуктом после его продажи. Экономика замкнутого цикла требует принципиально иных решений, базирующихся на технологических, организационных и маркетинговых инновациях. Экономическая наука призвана исследовать ситуацию и выработать рекомендации на макро, мезо и микроуровне, предложить систему мер государственной помощи предприятиям, осваивающим принципы циркулярной экономики, и обеспечить радикальные изменения бизнес-моделей производства. Основополагающим принципом перехода к циркулярной экономике является комплексность подхода с охватом всех отраслей, в том числе металлургии, машиностроения, энергетической, строительной, пищевой, деревообрабатывающей и других, имеющих мезоэкономическую специфику [Степненко, 2020].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются особенности внедрения циркулярной экономики на макро, мезо и микроуровнях. Изучаются необходимость и предпосылки для перехода к технологиям замкнутого цикла. Предметом исследования являются новые отношения компаний, базирующихся на сетевом взаимодействии и интернете вещей. В рамках данного объекта изучаются отличия бизнес-моделей, характерных для циркулярной экономики, особенности их использования за рубежом и в отечественной промышленности, необходимость мер государственной поддержки. На мезо-уровне рассматриваются примеры региональной и отраслевой специфики модели замкнутого цикла, на макроуровне – государственной поддержки этого инновационного тренда в развитых странах, инструменты их внедрения. Одним из объектов исследования являются негативные проявления циркулярной экономики и возможные последствия от ее внедрения, как экономические, так и социальные, ее воздействие на конкуренцию и на изменение миссии компаний-производителей товаров.

Основными методами, используемыми в статье, являются аналитический, сравнительный, метод экспертных оценок.

Результаты и их обсуждение

Целью мирового сообщества провозглашено добиться к 2030 году обеспечения углеродной нейтральности. Конкретизируем это понятие. Оно означает или, что инновационное развитие отрасли или предприятия позволило полностью избавиться от выбросов углекислого газа и его аналогов при реализации производственного процесса, или предприятие компенсирует углеродный след проектами, минимизирующими этот фактор. Этот же срок декарбонизации ставит перед собой и Россия [Circular economy: what it means, how to get there. World economic forum].

Циркулярная экономика базируется на отказе от традиционной линейной модели производства, доминирующей на промышленных предприятиях нашей страны и состоящей из трех этапов:

- добыча сырья, переработка и выпуск конечного продукта;

- продажа;

- по окончании срока использования, получение отходов, остающихся без утилизации и не контролируемых базовым изготовителем изделия.

Экономика замкнутого цикла – значительно более широкое понятие, чем безотходное производство. Оно предполагает коренное инновационное изменение бизнес-модели предприятия [Национальный проект «Экология»: приоритеты государства, возможности для бизнеса. Восточный экономический форум, 2018].

Но пока наша страна значительно отстает по темпам внедрения циркулярной экономики от промышленно развитых государств, как на уровне правительственной системы регулирования этого процесса, так и на уровне отдельных компаний. Причин тому несколько. Это не только обилие природных ресурсов, но и отсталость технологической базы, которая по экспертным оценкам достигает 20–25 лет [Davies, Mullin, 2011].

Переход на технологии замкнутого цикла требует серьезного изменения промышленной интеллектуальной собственности, и зарубежные компании давно готовили изменения в своем патентном ландшафте. Подавляющее большинство внедряемых инноваций, связанных с оптимизацией использования ресурсов, принадлежат компаниям США, Японии, ФРГ. В инновациях российских компаний, даже технологических, целеполаганием в основном является увеличение выпуска продукции, повышение эффективности производства и доминантой современных бизнес-моделей является рост прибыли, что отнюдь не всегда выполняется при переходе к замкнутому циклу [Пятая ежегодная конференция «День цифровых инноваций в упаковке и этикетке», 2020].

Серьезные опасения вызывает радикальное отличие бизнес-моделей зарубежных и российских предприятий, нарастающее отставание технологий в контексте ресурсосбережения, разрыв в багаже промышленной интеллектуальной собственности. К сожалению, проблемным в условиях санкций становится привычный трансфер технологий, так как передовые зарубежные компании практически перестали продавать в нашу страну патенты и лицензии, способствующие переводу промышленности на рельсы циркулярной экономики [Бурмистров, Максимов, 2011].

В этой связи важно изучать мировой ландшафт, описывающий состояние вхождения стран в процесс циркуляризации экономики. Проанализируем системные меры поддержки экономики замкнутого цикла в странах, наиболее продвинувшихся по этому пути [Куркова, 2018].

В Китае действует закон по распространению экономики замкнутого цикла, в Финляндии всех школьников обучают основам циркулярной экономики и создана сеть экотехнопарков, в Японии строится общество «правильного материального цикла», в Южной Корее реализуется стратегия зеленого развития, по этому же пути идут промышленные предприятия ФРГ, Франции, Швеции, Нидерландов, Италии. Кроме государственных программ наиболее действенной мерой для введения безотходных технологий являются существенные для компаний платежи в случае экологической нечистоты, то есть пока за рубежом основными плательщиками процесса декарбонизации являются промышленные предприятия, меняющие свои бизнес-модели [Валько, 2019].

Все эти действия осуществляются в формате принятого ООН направления инноваций ESG, целеполагающего ведение бизнеса в экологической, социальной и управленческой сферах и включающего контроль за снижением выбросов, восстановление природных ресурсов, внедрение «зеленых технологий», повышение качества жизни людей, обеспечение безопасности сотрудников, высокий уровень сотрудничества с поставщиками, клиентами, партнерами, эффективность применяемых решений, деловую этику.

Практика показывает, что эти требования реализуются в наиболее развитых странах с обычаями бережного отношения к ресурсам. В России знают критерии ESG и соблюдают их компании-экспортеры. В августе 2021 года в рейтинг ESG вошли всего 135 компаний Российской Федерации (Полиметалл, Сибур, Лукойл), в том числе 3 из Республики Татарстан,

прежде всего, ПАО «Татнефть» и КамАЗ. В рейтинге ООН для оценки состояния компаний в плане циркулярной экономики имеется 9 уровней – от CCC – негативное воздействие на окружающую среду, до AAA – лидеров зеленой экономики. У компании ПАО «Татнефть», например, рейтинг BBB, свидетельствующий о серьезной и результативной работе по минимизации углеродного следа и декарбонизации, что само по себе является крайне сложной задачей для нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей компании.

Декарбонизацией экономики принято считать сокращение выбросов углекислого газа на единицу валового выпуска продукта, измеряемого в тоннах (долларах США) на человека.

Экспертное мнение на данном этапе довольно оптимистично оценивает не только природные и климатические последствия декарбонизации мирового производства, но и прогнозирует рост ряда значимых экономических параметров.

Экономические результаты от перехода к модели циркулярной экономики ожидаются в мировом масштабе как дополнительный 1 трлн долларов ежегодно в объеме выпуска продукции, начиная с 2025, экономию в 500 млн долларов на материалах и создание 100 тысяч качественно новых рабочих мест [Шадрина, Алейникова, 2019; Кудрявцева и др., 2019].

Евросоюз с 2023 года вводит штрафы для стран-экспортеров, чья продукция имеет углеводородный след. Следовательно, предприятия нашей страны, чтобы сохранить конкурентоспособность на мировом рынке, должны соответствующим образом перестроить свои бизнес-модели.

Рассмотрим необходимые для этого трансформации.

Прежде всего, меняются базовые требования к выпускаемым товарам. Они должны быть легки для последующей переработки и их производство должно быть малоотходным, поскольку большое количество отходов требует больших затрат на их утилизацию [Голиков, 2019].

Из товара производитель должен извлекать максимально возможное количество вторичных ресурсов. Более того, завод должен отслеживать жизненный цикл товара и после его реализации, чтобы после окончания срока службы забрать его на переработку.

Другим принципиальным требованием циркулярной экономики является удлинение срока службы товаров для вовлечения в оборот меньшего количества сырья.

Широкое распространение должен получить шеринг, совместное использование, аренда оборудования. Этот подход к бизнесу требует активной государственной поддержки для формирования сетей коллективного доступа к ресурсам.

Речь идет не просто о более рациональном производстве товаров. Фактически речь идет о вхождении предприятий в новый технологический уклад.

При этом переход к циркулярной экономике несет с собой ряд проблем для предприятий. Эксперты подсчитали, что товар из восстановленного сырья всегда обходится заводу дороже товара, произведенного из природных ресурсов. Кроме того, эксперты подчеркивают, что товару из возобновляемого сырья, также как товару, годному для рециклинга, пока значительно сложнее выйти на рынок, чем традиционному изделию [Сысоева, 2019; Сайла, 2020].

Циркулярная экономика негативно сказывается на развитии конкурентных отношений, так как предприятие-изготовитель фактически управляет всем жизненным циклом товара. Существует мнение, что внедрение модели циркулярной экономики у подавляющего числа стран-экспортеров может на некоторое время вызвать экономический коллапс мирового масштаба.

Сложность перехода российских заводов к циркулярной экономике имеет и ментальный характер – традиционно компании придерживаются экономических ориентиров, а не экологических. У персонала отсутствуют обычаи экономии сырья и энергии.

В этой связи идет поиск механизмов, способных содействовать переходу к технологиям будущего.

Естественным инструментом, облегчающим предприятиям переход к циркулярной экономике, является интернет вещей, позволяющий наладить на качественно новой основе их сетевое взаимодействие. Сети аккумулируют информацию об изготовителе товара, способе производства, издержках, стоимости и видах сырья, энергоемкости, количестве и видах отходов. Доступ к этой информации и ее анализ дают предприятию возможность восстановить, создать и перебазировать ресурсы.

Решение столь крупномасштабной и системной задачи требует адекватных мер государственной поддержки и координации действий участников. Переход к циркулярной экономике предполагает новый тип взаимодействия агентов. В частности, в России начали появляться экотехнопарки, ориентированные на принципы циркулярной экономики, где локализованы производство и инфраструктура, позволяющие оптимизировать управление ресурсами за счет технологий будущего. Это относительно новый элемент инновационной инфраструктуры, поддерживаемый государством как в нашей стране, так и за рубежом.

Следует подчеркнуть, что переход к циркулярной экономике охватит все сферы экономической деятельности, включая отрасли, не связанные с углеводородами, он затронет металлургию, машиностроение, энергетику, лесную и пищевую промышленность и прочие, органично базируясь на возможностях вовлечения в производство возобновляемых ресурсов. Радикально изменится производственная и сбытовая инфраструктура, опирающаяся на интернет вещей и сетевое взаимодействие, особенно в сфере шеринга.

Тем не менее именно предприятия и компании, связанные с углеводородными ресурсами по очевидным причинам, являются лидерами в реализации данного инновационного процесса. В России заслуживает одобрения, изучения и распространения опыт таких гигантов, как СИБУР и ПАО «Татнефть».

СИБУР прошел через ряд инноваций, избранных компанией при реализации стратегии замкнутого цикла. Подобраны продукты компании, подлежащие рециклингу, определен перечень товаров, производимых на условиях замкнутого цикла, осуществляется внедрение технологий и переподготовка кадров.

ПАО «Татнефть» внедряет циркулярную экономику на всех стадиях своей работы – от добычи нефти до реализации нефтепродуктов. Стратегия компании по внедрению циркулярной экономики включает такие этапы как декарбонизация, чистая энергия, ресурсоэффективность, защита экосистем суши, рациональное водоиспользование, инновационное развитие и устойчивый рост региона. ПАО «Татнефть» утвердило программу экологического развития до 2025 года, предусматривающую прежде всего сохранение чистого воздуха за счет сокращения выбросов парниковых газов. Экологичность добычи нефти возросла за счет процессов цифровизации – введены в действие цифровые двойники месторождений, минимизирующие протечки сырья, огромных экологических результатов добился нефтеперерабатывающий комплекс «Татнефти» – ТАНЕКО, весной 2021 года запущена программа «Циркулярный лес», в ходе которой высажено 5,2 млн саженцев. На АЗС «Татнефти» устанавливаются фондоматы, выдающие кофе при сдаче пустых пластиковых бутылок. Фактически, циркулярная экономика внедряется в добычу сырья, его переработку, выпуск продуктов нефтехимии, сбор отработанных товаров на утилизацию, охрану экологии. Следует отметить, что инвесторы ПАО «Татнефть» начали отслеживать выполнение компанией показателей ESG, что является дополнительным стимулом перехода к циркулярной экономике.

Такая деятельность компании оказывает серьезное воздействие на ход процесса декарбонизации региона – в данном случае, Республики Татарстан. Прежде всего, территориально самая крупная структура Татарстана рассредоточена по многим городам, включая Альметьевск, Нижнекамск, Елабугу, Бугульму, Лениногорск и другим, то есть охват переходом к циркулярной экономике имеет широкую географию. Более того, он имеет многоотраслевой результат – нефтедобыча, нефтепереработка (производство бензина, пластмасс, шин и широкого спектра других товаров), лесное хозяйство, энергетика.

В мировом масштабе особое место в переходе к циркулярной экономике отводится пищевой промышленности, так как сегодня 30 % всего продовольствия пропадает или идет в отходы. Это крайне негативно влияет на природные ресурсы и не соответствует принципам пищевой безопасности. Кроме того, таким образом теряется 10 % мирового потребления энергии. Серьезное негативное влияние отсутствие циркулярной экономики в продовольственной сфере оказывает на экологию. Выбросы парниковых газов, порожденных продовольственными потерями, составляют 3,5 гигатонн в эквиваленте углекислому газу. В этой связи в 2015 году ООН в качестве одного из приоритетов указала на замену линейной модели экономики на замкнутую именно в продовольственном сегменте.

Переход на принципы циркулярной экономики является сегодня безальтернативной стратегией инновационного развития для всего мирового сообщества. Следовательно, важной миссией экономической науки является выработка новой концепции бизнес-модели предприятий всех отраслей и видов деятельности и рекомендаций по конфигурации новой сетевой инфраструктуры их взаимодействия.

Заключение

Масштабные изменения климата и требования стран Евросоюза по декарбонизации производства требуют незамедлительного перехода предприятий России к экономике замкнутого цикла, предполагающей минимизацию углеродного следа. Необходимо широкое тиражирование наработок ученых-экономистов в данной области среди промышленных компаний, позволяющих оптимальным образом преобразовать инновационное развитие производства. Новая бизнес-модель предполагает внедрение технологических и продуктовых инноваций, соответствующих 4 промышленной революции. Ее элементами является ответственность производителя не только за экологичное производство товара, но и переработка его после окончания срока службы в новое сырье, а затем в изделие.

Новым качественным подходом к ведению маркетинговых разработок становится выбор изделий, порождающих минимум отходов и сравнительную дешевизну их переработки.

Базовой инновацией бизнес-процессов становится курс на выпуск товаров длительного срока службы, что порождает конфликт интересов с необходимостью расширения рынков и объемов сбыта.

Принципиально новое место в циркулярной экономике занимает шеринг, совместное использование ресурсов. Этот участок бизнеса требует мощной информационной инфраструктуры и строится на сетевом взаимодействии макро- и мезо- уровня. Создание этих сетей и внедрение в практику является крупномасштабным проектом, аккумулирующим информационные, интеллектуальные и финансовые ресурсы макроуровня. Подобные мегапроекты призвано осуществлять государство.

Переход технологий на инновационный уровень, обеспечивающий минимизацию отходов, рациональное использование всех видов ресурсов предполагает внедрение соответствующих результатов интеллектуальной деятельности. Речь идет об импортозамещении в сфере разработки и коммерциализации российских патентов, поскольку именно в сфере циркулярной экономики зарубежные разработчики не спешат продавать лицензии предприятиям из России. Следовательно, интеллектуальный потенциал российских ученых, добившихся научных результатов в области замкнутого цикла, необходимо тиражировать и поддерживать при внедрении.

В настоящее время Россия вынуждена форсировать переход к циркулярной экономике как главному тренду инновационного развития промышленности. При этом предприятия столкнутся с рядом дополнительных трудностей – удорожанием товаров, снижением возможностей конкуренции.

Несмотря на перечисленные проблемы финансового, технологического и ментального характера экономика замкнутого цикла становится неизбежным путем развития общества, помогающим разрешить конфликт между экономическим ростом и потребляемыми ресурсами и спрогнозировать будущее устойчивое развитие.

Список источников

1. Национальный проект «Экология»: приоритеты государства, возможности для бизнеса. Восточный экономический форум – 2018. URL: https://forumvostok.ru/news/natsionalnyj-proekt-%C2%ABekologija%C2%BB-prioritety-gosudarstva-vozmozhnosti-dlja-biznesa/ (дата обращения: 07.07.2021).

2. Пятая ежегодная конференция «День цифровых инноваций в упаковке и этикетке», январь 2020. URL: https://www.publish.ru/dpl2020 (дата обращения: 07.07.2021).

3. Степненко П. Сделка века. The Chemical Journal. декабрь 2020. URL: https://tcj.ru/archive/sdelka/ (дата обращения: 07.07.2021).

4. Circular economy: what it means, how to get there. World economic forum. URL: https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy/ (дата обращения: 07.07.2021).

5. OOH, The Ellen MacArthur Foundation, BP, Frost&Sullivan, NASA, World Bank. URL: https://ellenmacarthurfoundation.org/ (дата обращения: 07.07.2021).

6. The Ellen MacArthur Foundation. URL: https://ellenmacarthurfoundation.org/ (дата обращения: 07.07.2021).

Список литературы

1. Бурмистров В.А. 2018. Россия и циркулярная экономика. Стандарты и качество, 11: 12–15.

2. Валько Д.В. 2019. Циркулярная экономика: понятийный аппарат и диффузия концепции в отечественных исследованиях. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент, 2: 42–49. DOI 10.17586/2310-1172-2019-12-2-42-49.

3. Голиков В.Д. 2019. Циркулярная экономика: экологически ориентированные производство и потребление. Вопросы гуманитарных наук, 4(103): 8–11.

4. Кудрявцева О.В., Митенкова Е.Н., Солодова М.А. 2019. Циркулярная экономика как инструмент устойчивого развития России. Экономическое возрождение России, 3(61): 115–126.

5. Куркова А.С. 2018. Циркулярная экономика как катализатор развития рынка строительства в современном обществе. Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 12-2: 52-55. DOI 10.24411/2500-1000-2018-10374.

6. Сайла А. 2020. Устойчивое развитие упаковочной индустрии: регулирование в ЕС и циркулярная экономика. Переработка молока, 1(243): 42–43.

7. Сысоева Е.А. 2019. Циркулярная экономика в контексте устойчивого развития. Проблемы современной экономики, 2(70): 199–204.

8. Шадрина Е.В., Алейникова И.С. 2019. Циркулярная экономика и циркулярные закупки. Госзаказ: управление, размещение, обеспечение, 56: 82–87.

9. Davies A.R., Mullin S.J. 2011. Greening the economy: interrogating sustainability innovations beyond the mainstream. Journal of Economic Geography, 11: 793–816.

References

1. Burmistrov V.A. 2018. Russia and the circular economy. Standards and Quality, 11: 12–15. (in Russian)

2. Valko D.V. 2019. Circular economy: the conceptual apparatus and the diffusion of the concept in domestic research. Scientific journal of the National Research University of ITMO. Series: Economics and Environmental Management, 2: 42–49. (in Russian) DOI 10.17586/2310-1172-2019-12-2-42-49.

3. Golikov V.D. 2019. Circular economy: environmentally oriented production and consumption. Questions of the Humanities, 4(103): 8–11. (in Russian)

4. Kudryavtseva O.V., Mitenkova E.N., Solodova M.A. 2019. Circular economy as a tool for sustainable development of Russia. Economic Revival of Russia, 3(61): 115–126. (in Russian)

5. Kurkova A.S. 2018. Circular economy as a catalyst for the development of the construction market in modern society. International Journal of Humanities and Natural Sciences, 12–2: 52–55. (in Russian) DOI 10.24411/2500-1000-2018-10374.

6. Sayla A. 2020. Sustainable development of the packaging industry: regulation in the EU and the circular economy. Milk Processing, 1(243): 42–43. (in Russian)

7. Sysoeva E.A. 2019. Circular economy in the context of sustainable development. Problems of the Modern Economy, 2(70): 199–204. (in Russian)

8. Shadrina E.V., Aleynikova I.S. 2019. Circular economy and circular purchases. State order: management, placement, provision, 56: 82–87. (in Russian)

9. Davies A.R., Mullin S.J. 2011. Greening the economy: interrogating sustainability innovations beyond the mainstream. Journal of Economic Geography, 11: 793–816.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Авилова Вилора Вадимовна, доктор экономических наук, профессор, заслу-женный деятель науки Республики Татарстан, почетный работник высшего образования Российской Федерации, профессор кафедры бизнес-статистики и экономики Казанского национального исследовательского техно-логического университета, г. Казань, Россия.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vilora V. Avilova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Honored Scientist of the Republic of Tatarstan, Honorary Worker of Higher Education of the Russian Federation, Professor of the Department of Business Statistics and Economics, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia,

УДК 339.727.22
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-455-464

Foreign economic activity of the Russian Federation: problems and prospects for the development of investment cooperation

Maksim V. Selyukov, Elena N. Kamyshanchenko, Natalya P. Shalygina
Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: selyukov@bsu.edu.ru, kamyshanchenko_e@bsu.edu.ru, shalygina@bsu.edu.ru

Abstract. The current stage of development of the Russian economy dictates the need to improve approaches and technologies for managing foreign economic activity and foreign trade both at the federal and especially at the regional level. Today, the development of foreign economic relations and the development of effective instruments for the implementation of foreign economic activity, the development of international investment cooperation are becoming increasingly important. The purpose of this study is to analyze the main problems and determine the priority directions for the development of foreign economic activity both at the federal and regional levels. The study identified strategic goals and objectives for the development of foreign economic activity, considering the emerging trends in the world market, ongoing economic sanctions, the pressure of stagflationary risks and geopolitical factors, as well as the global coronavirus pandemic COVID-19. At the same time, special attention was paid to the search and development of directions for the development of investment cooperation in the context of Russian-Chinese economic relations.

Keywords: international investment cooperation, foreign trade, Russian-Chinese cooperation, foreign economic relations, socio-economic cooperation, economic partnership.

For citation: Selyukov M.V., Kamyshanchenko E.N., Shalygina N.P. 2021. Foreign economic activity of the Russian Federation: problems and prospects for the development of investment cooperation. Economics. Information technologies, 48 (3): 455–464. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-455-464.

Внешнеэкономическая деятельность Российской Федерации: проблемы и перспективы развития инвестиционного сотрудничества

Селюков М.В., Камышанченко Е.Н., Шалыгина Н.П.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: selyukov@bsu.edu.ru, kamyshanchenko_e@bsu.edu.ru, shalygina@bsu.edu.ru

Аннотация. Современный этап развития российской экономики диктует необходимость совершенствования подходов и технологий управления внешнеэкономической деятельностью и внешней торговлей как на федеральном, так и особенно на региональном уровне. Сегодня развитие внешнеэкономических связей и разработка эффективных инструментов осуществления внешнеэкономической деятельности, развитие международного инвестиционного сотрудничества приобретают все большее значение. Целью данного исследования является анализ основных проблем и определение приоритетных направлений развития внешнеэкономической деятельности как на федеральном, так и на региональном уровнях. В исследовании определены стратегические цели и задачи развития внешнеэкономической деятельности с учетом складывающихся тенденций на мировом рынке, продолжающихся экономических санкций, давления стагфляционных рисков и геополитических факторов, а также глобальной пандемии коронавируса COVID-19. При этом особое внимание было уделено поиску и разработке направлений развития инвестиционного сотрудничества в контексте российско-китайских экономических отношений.

Ключевые слова: международное инвестиционное сотрудничество, внешняя торговля, российско-китайское сотрудничество, внешнеэкономические связи, социально-экономическое сотрудничество, экономическое партнерство.

Для цитирования: Селюков М.В., Камышанченко Е.Н., Шалыгина Н.П. 2021. Внешнеэкономическая деятельность Российской Федерации: проблемы и перспективы развития инвестиционного сотрудничества. Экономика. Информатика, 48 (3): 455–464 (на англ.). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-455-464.

Introduction

The development of foreign economic activity of the Russian Federation in order to improve the competitiveness of its national economy faces a number of factors, such as slow integration of the country into the world economy along with the desire of Russia to keep its position in the international economic and trade space, as well as many others.

Until recently, in the context of the development of foreign economic activity and the implementation of foreign economic policy, from a formal point of view, the targets and tasks presented in the foreign economic strategy of the Russian Federation until 2020 were relevant. In particular, where the main goal of the foreign economic policy pursued by the Government of the Russian Federation was formulated, namely “creating the conditions for Russia to achieve the leading positions in the global economy by participating effectively in the world division of labor and increasing the global competitiveness of its national economy” (Foreign Economic Strategy of the Russian Federation up to 2020 [Vneshneehkonomicheskaya strategiya Rossijskoj Federacii do 2020 goda, 2008].

About ten years have passed since the time when the Ministry of Economic Development of Russia, involving other ministries and departments, as well as business community, designed this strategy. Over this period, the global economy has seen a number of significant changes, which, mostly negatively affecting the Russian national economy, find their reflection in the current international economic order and foreign economic relations of Russia.

«To achieve these goals and objectives the Ministry is working in the following main areas:

- Improving trade and investment regimes with foreign partners. It is carried out through negotiations on new multilateral agreements within the WTO framework, free trade agreements, agreements on the investment promotion and protection.
- Strengthening integration within the framework of the Eurasian Economic Union (EEU).
- Development of bilateral trade and economic relations with foreign partners, which is implemented through the activities of Intergovernmental commissions and other dialogue platforms; monitoring trade policy and controlling compliance by trade partners with their international obligations towards Russia; creating favorable conditions for foreign trade activities and eliminating trade "irritants".
- Multilateral economic cooperation, including within the framework of the WTO, CIS, BRICS, APEC, and SCO.
- Implementation of the world's best regulatory practices affecting foreign economic activity» [Foreign economic activity, 2020].

From a socio-economic point of view, the situation with an unbalanced structure of the Russian economy, with obvious predominance of the fuel and raw materials industries at the expense of machinery industry and machine tool building, makes the Russian economy vulnerable; besides, the machinery industry itself suffers from a poor development of new technologies. Thus, what is needed is to develop more advanced approaches to promote the medium and small business sector, especially at the regional level, which, in turn, requires increasing the competitiveness of the national produce in other areas of the Russian economy, in particular, the promotion of the national agricultural produce to world markets, the development of high-tech industries, etc. [Selyukov, 2018].

It is worth mentioning that currently the international markets are highly volatile, and by developing its non-resource exports, Russia will be able to reduce the impact of this volatility on the performance of its economy. The key factor in promoting exports and, thus, foreign trade of Russia will be attracting new exporters in the Russian foreign economic activity and an increase in their competitiveness (On the Russian Exports Center, 2018). So, the creation of a globally competitive system to support the non-resource exports is one of the main and promising directions in the development of the Russia's foreign economic activity. And it is now that the features and conditions for increasing the effectiveness of foreign economic cooperation of Russia with the member states of the Eurasian Economic Union (EAEU) become of vital importance.

Literature Review

Recently, the problems and tasks of the foreign trade of the Russian Federation have received a lot of attention of researchers. Of special importance are the studies on the Russian-Chinese relations and their role in increasing the foreign trade turnover of Russia [Karaganov, Makarov, 2015; Pronina, Svetlova, Ivanova, 2020; Ivanova, 2015; Blanchard, 2016, Halpin, Ummelas, 2017; Zhao, Ezhov, Vasiliev, 2019].

The perspectives of the development of the Russian economy through the cooperation within the Eurasian Economic Union (EAEU) and the Silk Road Economic Belt were well studied in the papers [Van, Van, 2014; Skriba, 2016; Selyukov, Shalygina, Kulik, 2021].

Model, Data and Methodology

In the post-Soviet countries, it is the EAEU today that is a dynamically developing integration association. Therefore, the integration processes within this union are of particular importance for the Russian economy. This is only natural, as the economic interests of Russia in the CIS states are largely determined by the existing close relations with the former Soviet republics. Besides, in all the EAEU member countries, the levels of the active state involvement in the economy and of the state regulation of the latter are quite high, which can be good for promoting integration processes and making them more targeted. One of the major conditions to ensure a positive impact of the Eurasian integration on the development of foreign economic activity and economic security of the Russian Federation is the development of its regional markets: of energy, food, transport services, investments, and educational services.

As a result, the methodological basis for studying the problems of the foreign economic activity as a factor to increase the competitiveness of the Russian economy is made up with the main principles of a systemic and integrated approach. This made it possible to study and analyze the external and internal factors of the development of the Russian foreign economic activity, the elements and relationships that most significantly influence the socio-economic development of the country.

The conducted study used the methods of factorial and comparative analysis, marketing analysis and observation, as well as SWOT analysis. Particular attention was paid to a comprehensive assessment of the developing trade and economic relations with the countries of Asia and Latin America, especially, with the People's Republic of China (PRC). The empirical data were processed using the methods of mathematical statistics. The methods mentioned above were used in various combinations at different stages of the study, depending on the goals and objectives.

Empirical Results

In recent years, the Russian economy has found new markets to sell its products and has improved its trade and economic relations with a number of countries that were not considered as the strategic partners when the aforementioned strategy was being shaped. For example, in 2007-2008, the Russian economy, in line with the established geographical structure of its foreign economic relations, was oriented primarily towards the traditional European markets. At the same time, the

position of Russian companies in the rapidly growing markets of Asia and Latin America was quite weak, with negative trends being observed in some of the areas. Russia, for instance, had a negative trade balance with its main trading partner in Asia – China.

According to the strategic goals and objectives of the Russian Federation in the foreign economic relations the most relevant areas in the context of the development of bilateral economic cooperation are currently the following [Selyukov, Shalygina, Kulik, 2021]:

- cooperation with non-CIS countries (excluding Japan and ASEAN countries-Brunei, Vietnam, Indonesia, Cambodia, Laos, Malaysia, Myanmar, Singapore, Thailand, Philippines);
- Countries of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN);
- Special project of the Ministry of Economic Development of Russia-Japan;
- Cooperation with the CIS countries.

However, we can confidently say that the development of a strategic approach to bilateral economic cooperation with China is the most relevant in the modern coordinate system of Russia's foreign economic activity. At present, the PRC is indeed the most important and high-priority partner in the matters related to the development of our country's foreign economic activity. There have been different stages in the history of relations between Russia and China, but their current state gives hope for an even greater mutually beneficial effect in the strategic perspective.

Now, China is the most important partner, a priority partner, of Russia in terms of developing the foreign economic activity of the latter. This resulted in 2017 in China leading in both the Russia's trade turnover (86975 million dollars or 14.9%) and in Russia's exports ($38919 million or 10.9%) and imports ($48056 million or 21.1%). Moreover, it is China that is the major exporting partner of Russia ($11322 million), which is undoubtedly the most important factor to facilitate the further modernization of the Russian economy. If we consider the entire period of 2015-2019, the trade turnover has almost doubled. At the end of 2019, Russia ranked 11th in the ranking of China's 20 main trading partners (10th place excluding Hong Kong). In 2019, exports to Russia increased by 3.6% and reached $ 49.7 billion. Russia has delivered goods for $ 61.05 billion to China. It is noted that in December alone, the aggregate indicator of exports and imports of goods between Russia and China exceeded $ 10 billion (Fig. 1) [Selyukov, Shalygina, Kulik, 2021].

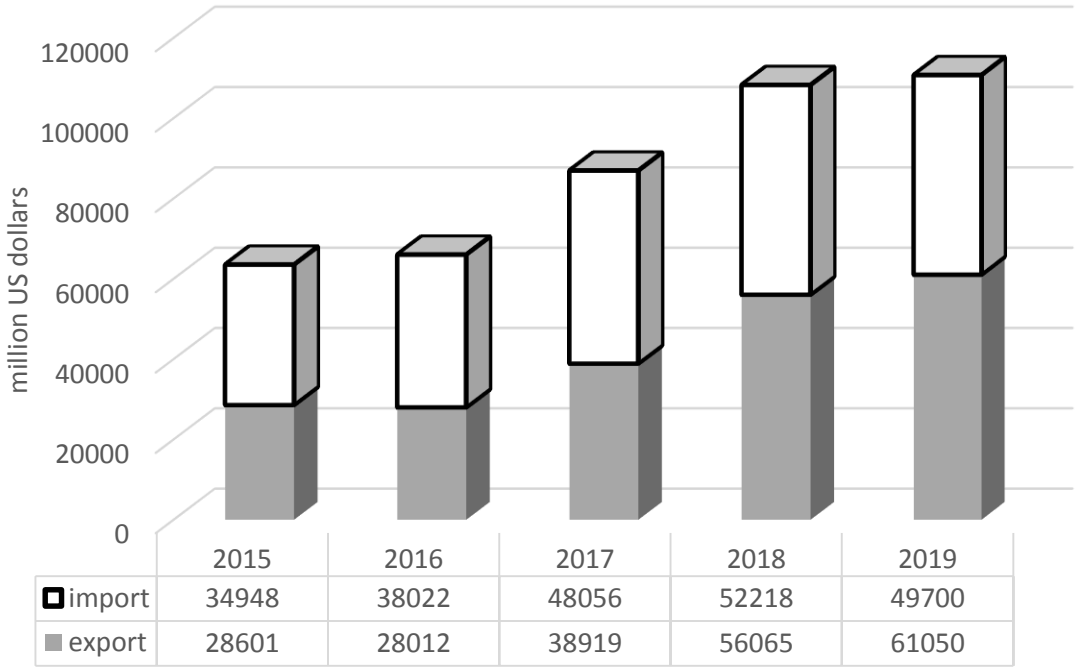

Fig. 1. Dynamics of foreign trade turnover between Russia and China in 2015–2019 [Selyukov, Shalygina, Kulik, 2021]

Speaking about investment cooperation between Russia and China, it should be emphasized that in the current conditions of the development of the world economy, the problems of increasing its efficiency are primarily due to the need to search for alternative sources of investment to stabilize the Russian economy in the face of a recession, the ongoing sanctions regime and smoothing out the consequences of the coronavirus pandemic.

The most important factor influencing the development of Russian-Chinese trade and economic relations is the positive dynamics of the volume of mutual trade, which in 2020 reached 107.77 billion US dollars, it should also be noted that, the indicator is slightly, by 2, 9% lower than in 2019.

It should be noted that US $ 10.8 billion is the volume of trade between the PRC and the Far Eastern Federal District, which is about 25% of the total. Also, it should be emphasized that China is the most important partner of Russia in the process of development prospects in the territory of the Far East of preferential treatment of priority development territories and the free port of Vladivostok.

Globalization and economic integration have a serious impact on the development of territories. Over the past decades, Russia has been a particularly attractive subject for organizing China's export activities and an attractive territory from an investment point of view.

The growing interest of the Chinese side is characterized by the participation of 58 Chinese companies in the implementation of economic projects, they are residents of the PDT and SPV. It should also be noted that the volume of investments of these enterprises is 11.6 billion US dollars.

Chinese businessmen are showing interest in industries such as forestry, agriculture, logistics, transportation, etc.

Today, China is one of the largest investors in the Russian economy and the largest foreign trade partner of Russia. Accumulated direct Chinese investments in Russia at the beginning of 2020, according to Russian data, amounted to USD 3.7 billion (Fig. 2), but according to the estimates of the Chinese side - USD 12.8 billion, which is not true.

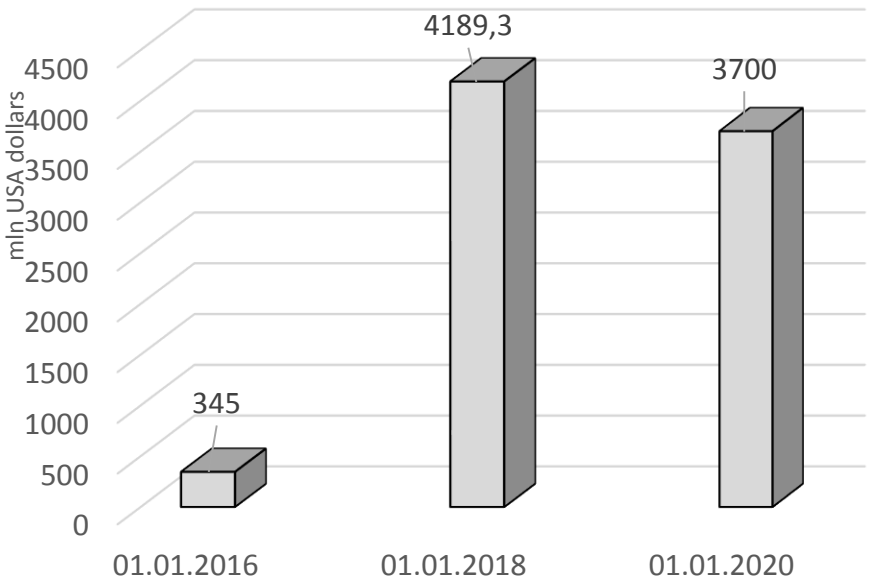

Fig. 2. China's investments in Russia

Meanwhile, the pace of development of investment cooperation is slowing down, and this is evidenced by the clearly expressed tendency to withdraw a large volume of Chinese investments from the Russian economy.

In fact, China has never been a major investor in Russia, and has never become one even amid falling Western investment. Here we should recognize the fact that at present, all economically profitable (Chinese) investments are located outside Russia.

At the same time, China itself has attracted more and more investments in its economy in recent years. «China has managed to cope with the negative impact of the COVID-19 pandemic and achieve its goal of stabilizing the flow of foreign investment in 2020, overcoming the downward trend of global foreign investment. The inflow of foreign investment in the PRC services sector in 2020 amounted to 776.8 billion yuan, which is 13.9% more than in the previous year» [Rossiya i Kitaj utverdili perechen' znachimyh proektov investicionnogo sotrudnichestva na 107 mlrd dollarov, 2020]. And investments from Russia are also not essential for the Chinese economy (Fig. 3).

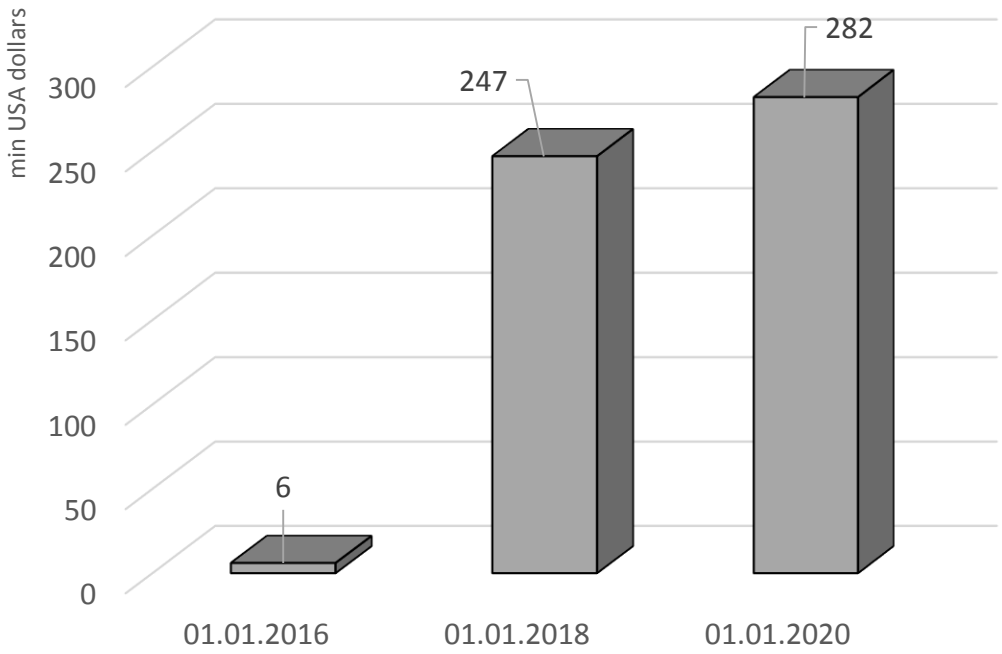

Fig. 3. Russian investments in China

Considering a quite promising initiative of China aimed at improving the existing trade routes and creating new ones, as well as transport and economic corridors (this initiative was first known as the Silk Road Economic Belt (SREB), which is now embodied in the concept «One Belt – One way»), the Russian economy may receive additional incentives for its development, that is: the status of a large transit zone; an increase in return on investments in the transport infrastructure; more active development of the Asian regions of Russia; and an opportunity to increase the supply of Russian products to Asia.

The very idea of creating the SREB was put forward by the President of the People's Republic of China Xi Jinping and was first mentioned in his speech in Astana during his state visit to Kazakhstan in September 2013, which focused on the common strategic goal for China and the Central Asian countries: the stable development of the economies, prosperity and power of the states. The Chinese leader emphasized the need to "strengthen practical interaction far and wide" and "convert the advantages of political dialogue, geographical proximity and economic complementarity into the advantageous cooperation, sustainable growth, common interests based on mutual benefits and common gains [Speech by President Xi Jinping at Nazarbayev University, 2013].The SREB concept can be implemented by taking the following measures: political coordination, interconnection of infrastructure, trade liberalization, free movement of capital and improving mutual understanding between peoples (Economic Development Strategy «One Belt – One Way», 2018). In practice, this project provides for solving problems in the fields of infrastructure construction, investment in the industry, development of natural resources, trade, economic and financial cooperation, humanitarian exchanges, environmental protection and interaction at sea.

In order to finance the implementation of the SREB project, two new financial institutions were created in China in 2014: The Asian Infrastructure Investment Bank (AIIB) and The Silk Road Fund.

As early as in 2015, not only the prospects for creating the SREB were actively discussed, but rather the development of the 21st Century Maritime Silk Road. In general, the three most frequently mentioned overland and two sea routes can be referred to as the main SREB routes: along these routes, the following international corridors of economic cooperation are planned to be formed – China–Mongolia–Russia, China–Central Asia–West Asia, China–Indochina, China–Pakistan and Bangladesh–India–Myanmar–China [Van, Van, 2014].

So, the SREB project means a program to radically intensify China's foreign economic activity in Eurasia along the historical route which was used for transporting goods from China in ancient times. Chinese political experts emphasize that the idea of creating the SREB is not new for China – over the past decades, a number of leaders of the country called for the restoration of the ancient Silk Road, but it was Xi Jinping who was the first to bring this initiative to the official level. In fact, the concept of the Silk Road Economic Belt is the most important direction in China's foreign policy, a vector of moving towards its new global role.

Russia responded to the Chinese initiative with the concept of coexistence and complementarity, or the integration of the SREB with the Russian integration project – the Eurasian Economic Union (EAEU). This idea began to develop in late 2013-early 2014 [Skriba 2016]. The agreement on linking the EAEU and the Chinese SREB was signed by the heads of the Russian Federation and China in May 2015 during the visit of Xi Jinping to Russia.

The most significant of them was The Joint Statement of the Russian Federation and the People's Republic of China on Cooperation in Integrating the Construction of the EAEU and the SREB (2015). In the course of the interaction between the two countries, the Commission for connecting the EAEU and SREB projects has been created [Van, Van, 2014].

On May 14-15, 2017, the first high-level forum on international cooperation within the "One Belt – One Way" strategy was held in Beijing, in which the leaders and heads of the government from 29 countries took part, including Russian President Vladimir Putin.

It is important to mention that another step was taken on January 17, 2018, when the EEC board approved a draft agreement between the EAEU and China on the exchange of customs information on goods and vehicles for international transportation moving across the customs borders of the EAEU and China. This agreement creates a unified custom register that includes information on customs control along the route of goods and solves the issue of mutual recognition of the customs control results by the countries participating in the transport corridors. This will help expedite the clearance of goods imported into the Union countries and China, as well as those transported in transit.

At present, the main integration of these initiatives, as expected, has taken form of various infrastructure projects in the EAEU countries. The emphasis is made on transport and logistics infrastructure, since the transport corridors of the SREB, as conceived by the Chinese partners, should link resources, productions and sales markets. It is highly likely that the negotiations on the Moscow-Kazan rapid transit railway will be completed in the current year, this railway being part of the Eurasia high-speed railway from China to the EU via Kazakhstan, the Russian Federation and Belarus [Economic Development Strategy "One Belt – One Way", 2018].

At the same time, China's infrastructural projects with the EAEU countries are mainly bilateral, as Beijing deliberately seeks to work with partners directly, rather than through collective bodies. Therefore, overall, the share of China's projects in the process of integrating the "One Belt – One Road" initiative and the EAEU is still insignificant, with these projects hardly having any significant affect on the economic development of the Union. The situation may start to improve when the agreement on the exchange of customs information between the EAEU and China comes into effect after it is approved by the Chinese partners.

According to several credible experts, when integrating the SREB and the EAEU, it is important to prevent the diffusion of those EAEU regulations which often do not coincide with the Chinese ones. This specifically applies to the work of the transport and logistics infrastructure (rail and other kinds of transportation) in the territory of the Union. Experts also talk about inconsistency among the EAEU participants when launching cross-border infrastructure projects with the Chinese partners, which reduces their effectiveness in the end.

Besides, at the current stage of integrating the EAEU and the SREB, one of the vital areas is improving the mutual understanding between peoples by means of developing humanitarian exchanges, above all, in education, especially at the regional level.

Currently, one of the positive examples of such cooperation in the sphere of education is a project implemented at the Institute of Economics and Management of Belgorod State National Research University (BelSU): practice-oriented training for undergraduates from Dezhou State University majoring in World Economy and Trade. So, apart from achieving a number of economic (to increase revenues), social (to improve the quality of teaching, learning and academic mobility) and branding (to help the University enter the leading world university rankings and to increase its competitiveness) goals, BelSU at the same time is making a contribution to the promotion of the Russian-Chinese relationship.

In addition to the above, one of the most important ways of promoting foreign economic activity, especially when there is a serious threat of criminalization of foreign trade, is to increase the efficiency of government bodies, the main goals and objectives of which are to ensure economic security at all the levels of the national economic system. Among these state bodies, without doubt, are customs authorities of the Russian Federation, which regulate the legal relations that arise, change and cease in the Russian customs area. The strategic goal of the customs service of the Russian Federation is to increase the level of economic security of the Russian Federation, to ensure the complete and regular flow of revenues into the federal budget, to defend the interests of national manufacturers, to protect intellectual property and to assist foreign trade through improving the quality and effectiveness of customs administration [Kompleksnaya programma razvitiya FTS Rossii na period do 2020 goda, 2017].

One of the priority areas in terms of enhancing foreign economic activity, improving the investment climate and promoting entrepreneurial activity in Russia, is, first, improvement of the customs administration. With this in mind, the most important aspect is the interaction of the customs service of the Russian Federation with the business community when preparing laws and regulations that make up the EAEU law and the legislation of the Russian Federation on customs, as well as the development and implementation of “road maps” of the National Entrepreneurial Initiative on improving customs administration and export support. These issues have been repeatedly discussed, but their practical solutions require the development of new approaches and methods.

Conclusion

Thus, it should be recognized that the idea of integrating the two initiatives is still at an early stage, and significant opportunities for cooperation between the parties in the formation of a Large Eurasian Partnership for the mutual benefit of all its participants have yet to be found. The integration of the EEU and the SREB is still lagging the political agenda. First, the roadmap, which was supposed to be ready by early 2016, is still under development. Secondly, there are no signs that a political dialogue on this issue can take place between the EAEU members soon.

An important aspect when pairing the EECS and the EAEU is to prevent the dilution of those Union regulations, which often do not coincide with the Chinese ones. First, this concerns the work of the transport and logistics infrastructure (rail and other transportation) on the territory of Russia. Currently, there is also an inconsistency between the EAEU members in launching investment projects with the Chinese side, which reduces their effectiveness.

One cannot but agree with the fact that the bulk of Chinese investment comes from intergovernmental cooperation. As a result, without a powerful administrative resource, the Chinese will not invest in the Russian economy. Therefore, in order to attract Chinese investment, it is necessary to ensure the security of foreign investment in parallel with increasing political support at the highest level.

In the current conditions, in the context of the development of investment cooperation, special attention should be paid to the scientific, technical and innovation sphere to develop the most effective vaccine against Covid-19. Among the most promising areas of interaction in this area, the following key areas of bilateral dialogue can be identified:

- basic research,
- artificial intelligence,
- new energy resources and materials,
- information and communication technologies and the Internet,
- biotechnology,
- aerospace industry,
- nuclear power,
- agriculture and environmental protection.

In general, it should be emphasized that the current trends in the development of the world economy make it urgent for the Russian government to review issues related to the priorities of foreign economic policy, to develop new approaches and tools for their application, with further formalization in the form of a modern strategy for the development of foreign economic activity in Russia, in which special attention will be paid to increasing the investment attractiveness of domestic projects.

References

1. Bernardu V.I. 2019. Ekonomicheskoe vzaimodejstvie Rossii I Kitaya: faktory razvitiya I ogranicheniya [Economic interaction between Russia and China: development factors and constraints]. Mnogourovnevoe obshchestvennoe vosproizvodstvo: voprosy teorii i praktiki, 17(33): 7–14. (in Russian)

2. Strategiya ekonomicheskogo razvitiya «Odin poyas – odin put» [Economic Development Strategy «One Belt – One Way»]. URL: https://ria.ru/spravka/20170911/1502017345.html. (data obrashcheniya: 07.06.2021) (in Russian).

3. Foreign economic activity. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. URL: https://en.economy.gov.ru/material/activities/foreign_economic_activity/ (data obrashcheniya: 07.06.2021) (in Russian)

4. Vneshneehkonomicheskaya strategiya Rossijskoj Federacii do 2020 goda. [Foreign Economic Strategy of the Russian Federation up to 2020]. - URL: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/foreignEconomicActivity/vec2020. (data obrashcheniya: 07.06.2021) (in Russian)

5. Halpin A., Ummelas O. 2017. Russia and China Hold first joint exercises in Baltic sea. Bloomberg LP URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-25/russia-andchina-hold-first-joint-naval-exercises-in-baltic-sea. (data obrashcheniya: 07.06.2021)

6. Ivanova S.A. 2015. The current state of foreign economic cooperation of the Russian Federation with the EAEU countries. Economy and Entrepreneurship. Economics and Entrepreneurship, 9–2: 112–116. (in Russian)

7. Karaganov S.A., Makarov I.A. 2015. Turning East: results and objectives. Journal of Siberian Federal University. Journal of the Siberian Federal University, 8: 6–10. (in Russian)

8. O rossiiskom eksportnom tsentre. [On the Russian Exports Center]. URL: https://www.exportcenter.ru/company/perspective/ (data obrashcheniya: 07.06.2021) (in Russian)

9. Pronina A. Yu., Svetlova A. V., Ivanova N. I. 2019. Russia-China International Economic Cooperation in the Contemporary Context. Synergy of science, 31: 51–53. URL: http://synergy-journal.ru/archive/article3732 (data obrashcheniya: 07.06.2021). (in Russian)

10. Reuters: China, Russia Naval Drill in South China Sea to Begin Monday. URL: https://www.reuters.com/article/us-southchinasea-china-russia-idUSKCN11H051 (data obrashcheniya: 07.06.2021).

11.Rossiya I Kitaj utverdili perechen' znachimyh proektov investicionnogo sotrudnichestva na 107 mlrd dollarov [Russia and China approve a list of significant investment cooperation projects worth $ 107 billion]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/rossiya_i_kitay_utverdili_perechen_znachimyh_proektov_investicionnogo_sotrudnichestva_na_107_mlrd_dollarov.html (data obrashcheniya: 07.06.2021) (in Russian)

12.Selyukov M. 2018. Improving the efficiency of customs authorities in the context of developing foreign economic activity of the Russian Federation. Scientific Anthology, 7–1(45): 54–59. (in Russian)

13.Selyukov M.V., Shalygina N.P. & Kulik A.M. 2021. Factors of the Russian-Chinese economic relations development in the Eurasian integration field. Izvestia of the Saratov University. New ser. Ser. Economy. Management. Law, 1 (21): 23–30. (in Russian)

14.Selyukov M., Zaharov V., Gulyaev I., Shalygina N., Nalbantov A., Lisnichaya M. 2018. Development of labor resources as a factor of sustainable economic growth in the conditions of sanctions. J. Fundam. Appl. Sci. 10: 1274–1283.

15.Shuchun Wang, Qingsong Wan. 2018. Silk Road Economic Belt and EAEU projects: competitors or partners? Observer, 10: 56–68. (in Russian)

16.Skriba A.S. 2016. Integration of the EAEU and the Silk Road Economic Belt: interests of participants and challenges of implementation. Bulletin of International Organizations, 3: 67–81. (in Russian)

17.Vystuplenie predsedatelya KNR Si Czin'pina v Nazarbaev Universitete (2013). [Speech by the President of the People's Republic of China Xi Jinping]. URL:http://russian.people.com.cn/95197/8392674.html (in Russian)

18.Kompleksnaya programma razvitiya FTS Rossii na period do 2020 goda. [The Comprehensive Program for the Development of Russia’s FCS for the Period up to 2020]. URL: http://www.customs.ru/ (in Russian)

19.Van SH., Van C. 2014. Proekty «Ekonomicheskij poyas shelkovogo puti» i EAEHS: konkurenty ili partnery? [The Silk Road Economic Belt project and the EAEU: competitors or partners] Observer, 10: 56–68. (in Russian)

20.Zhao J, Ezhov V, Vasiliev D. 2019. Sino-Russian security cooperation within Shanghai Cooperation Organization advances in social science. Education and Humanities Research 329: 2158–2163.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Селюков Максим Викторович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры социальных технологий и государственной службы, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Камышанченко Елена Николаевна, доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой мировой экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Шалыгина Наталья Петровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры мировой экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maksim V. Selyukov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Social Technologies and Public Administration, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Elena N. Kamyshanchenko, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of World Economy, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Natalya P. Shalygina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of World Economy, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Экономика. Информатика. 2021. Том 48, № 3 (465–474)
Economics. Information technologies. 2021. Vol. 48, No. 3 (465–474)

ОТРАСЛЕВЫЕ РЫНКИ И РЫНОЧНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА
SECTORAL MARKETS AND MARKET INFRASTRUCTURE

УДК 338.48
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-465-474

Оценка эффективности туризма в регионе с учетом вовлеченности в информационное пространство (на примере Кабардино-Балкарской Республики)

Кетова Ф.Р.
Кабардино-Балкарский государственный университет,
Россия, 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д.173
E-mail: ketovaf@mail.ru

Аннотация. Процессы информатизации и цифровизации социально-экономического пространства изучаются с различных позиций и включают множество аспектов. В сфере предоставления туристских услуг также следует отметить значимость внедрения новых технологий, их применение и влияние. Несмотря на то, что проблемы развития туризма достаточно хорошо освещаются в работах современных ученых, остаются малоисследованными вопросы оценки влияния трансформационных процессов, связанных с переходом к информационному обществу, на показатели развития туризма. Этим обусловлена постановка цели данной работы, заключающаяся в проведении оценки взаимного влияния эффективности осуществления туристской деятельности и уровня развития информационного общества на территории отдельного региона. Выдвинута гипотеза о том, что развитие туризма отражается на уровне развития информационного общества в регионе. Проверка данного предположения проведена эконометрическими методами при помощи изучении взаимосвязи социально-экономических показателей развития туризма и индикаторов развития информационного общества в регионе. В результате исследования произведен расчет интегрального показателя эффективности деятельности по оказанию туристских услуг в регионе на примере Кабардино-Балкарской Республики и сформулирована заключительная оценка. Полученные результаты дополняют концептуальные основы анализа эффективности деятельности по оказанию туристских услуг и туризма в целом.

Ключевые слова: эффективность, оценка эффективности, туризм, туристские услуг, статистика туризма, информационное общество.

Для цитирования: Кетова Ф.Р. 2021. Оценка эффективности туризма в регионе с учетом вовлеченности в информационное пространство (на примере Кабардино-Балкарской Республики). Экономика. Информатика, 48 (3): 465–474. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-465-474.

Assessment of the effectiveness of tourism in the region, considering the involvement in the information space (on the example of the Kabardino-Balkarian Republic)

Fardiana R. Ketova
Kabardino-Balkarian State University,
173 Chernyshevsky St., Nalchik, 360004, Russia
E-mail: ketovaf@mail.ru

Abstract. The processes of informatization and digitalization of the socio-economic space are studied from various positions and include many aspects. In the field of providing tourism services, it should also be noted

the importance of the introduction of new technologies, their application and impact. Despite the fact that the problems of tourism development are sufficiently well covered in the works of modern scientists, the issues of assessing the impact of transformation processes associated with the transition to an information society on the development indicators of various fields of activity, including tourism, remain poorly researched. This is the reason for the formulation of the goal of this work, which consists in assessing the mutual influence of the effectiveness of the implementation of tourist activities and the level of development of the information society on the territory of a region. A hypothesis has been put forward that the development of tourism is reflected at the level of development of the information society in the region. Verification of this assumption was carried out by econometric methods by studying the relationship between socio-economic indicators of tourism development and indicators of the development of the information society in the region. As a result of the study, an integral indicator of the effectiveness of activities for the provision of tourist services in the region was calculated using the example of the Kabardino-Balkarian Republic and a final assessment was formulated. The results obtained complement the conceptual framework for analyzing the effectiveness of activities in the provision of tourism services and tourism in general.

Key words: efficiency, efficiency assessment, tourism, tourism services, tourism statistics, information society.

For citation: Ketova F.R. Assessment of the effectiveness of tourism in the region, considering the involvement in the information space (on the example of the Kabardino-Balkarian Republic). Economics. Information technologies, 48 (3): 465–474 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-465-474.

Введение

Туризм в Кабардино-Балкарской Республике развивается как стратегически важное направление. Интенсивность развития этой сферы и высокий мультипликативный эффект дохода и занятости становятся основанием для представления туризма как основы устойчивого развития целых территорий [Alikaeva, Oborin, Ketova, 2019]. В рамках реализации федеральных и национальных государственных программ осуществляется деятельность по укреплению местных туристских аттракций в рейтингах российских и иностранных туристов. Для этих целей финансируются проекты по благоустройству территорий, включая объекты культурного наследия, различные туристские зоны, аттракции курорта Приэльбрусье, туристской инфраструктуры в целом. Ожидаемым эффектом от проводимых мероприятий является повышение интереса к туристским услугам КБР и как следствие повышение таких социально-экономических показателей как число трудоустроенных граждан, уровень дохода граждан, показатель ВРП, доля туризма в ВРП и др. Следует отметить, что наряду с уровнем обустройства, условиями трансферта, размещения, питания и других важное значение в условиях развития информационного общества для удовлетворения туристов получает такой фактор, как развитость информационной инфраструктуры [Кетова, 2018]. В то же время, учитывая высокий мультипликативный эффект туризма, необходимо учитывать, что туристический спрос стимулирует развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры на территориях туристских регионов. Степень информатизации становится важным критерием для туристов при оценке качества полученных туристских услуг и, следовательно, данный показатель представляется возможным и целесообразным учитывать при расчете оценки эффективности туристской деятельности. Таким образом, представляется актуальным рассмотреть возможность расчета и учета интегрального показателя оценка эффективности туризма в регионе.

В рамках настоящего исследования была поставлена цель провести анализ взаимовлияния уровня развития туризма в регионе и степени информатизации общества, включения полученных оценок в обобщенный показатель эффективности туризма.

Эффективность туристской деятельности является ключевым показателем, который используется в системе управления качеством туристских услуг на всех уровнях управления. Особенно важна такая оценка на уровне территориального управления, например, при

разработке стратегии развития туристской дестинации. Эффективность может рассматриваться в разных аспектах:

1) в аспекте анализируемых индикаторов: экономическая, инвестиционная, бюджетная, социально-культурная, экологическая, организационная эффективность [Морозов, Морозова, Карпова, Хорева, 2014];

2) с точки зрения целей и уровня исследования: на уровне государства, на уровне региона, на уровне туристской сферы в целом, на уровне отдельного предприятия [Аликаева, Гурфова, Кетова, 2017];

3) по составным элементам: целевая, ресурсная, экономическая [Мезоэкономика развития, 2011];

4) с позиции объекта исследования: эффективность для потребителя, для производителя, для территории и общества.

В общем случае эффективность характеризует степень ожидаемого или достигнутого результата требуемому (желаемому) результату с учетом затраченных на это ресурсов, другими словами, эффективность характеризует степень достижения поставленной цели при определенных затратах [Морозова, Шевченко, Кузьмина, 2020].

Государственным стандартом ГОСТ Р ИСО 9000-2015 определено понятие эффективности как соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами [ГОСТ Р ИСО 9000-2015]. В том же документе отмечается определение результативности как степени реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов [ГОСТ Р ИСО 9000-2015]. Таким образом, можно прийти к обобщенному пониманию эффективности как разницы между затратами и результатами с одной стороны и как степени реализации имеющегося туристского потенциала и использования туристских ресурсов – с другой стороны.

В целях настоящего исследования под эффективностью понимается оценка уровня результативности работы сферы туризма на территории отдельного региона – Кабардино-Балкарской Республики, которая выражается в показателях социально-экономической эффективности и информационной эффективности.

Объект и методы исследования

В качестве объекта исследования выступают особенности развития туризма в регионе во взаимосвязи с уровнем развития информационного общества. Исследование проведено по данным статистических наблюдений за 7 лет по территории субъекта РФ – Кабардино-Балкарской Республики.

В ходе проводимого анализа были использованы статистические приемы и методы, в том числе метод нормирования статистических данных, расчета весовых коэффициентов и интегральных показателей, регрессионно-корреляционный анализ.

Была составлена методика анализа эффективности осуществления деятельности по оказанию туристских услуг на территории КБР, особенностью которой является включение фактора, демонстрирующего уровень информатизации туристской сферы КБР. Данная методика включает следующие этапы:

I этап. Сбор информации. На данном этапе определяются теоретические законы исследуемых взаимосвязей, обзор статистических баз, при необходимости включения качественных характеристик возможно проведение опросов и анкетирования.

II этап. Обработка собранной информации. Собранная статистическая информация подвергается процедуре первичной обработки.

III этап. Расчет промежуточных и результирующего показателей.

IV этап. Анализ полученных итогов и верификация результатов.

Эффективность в данном контексте изучается с позиции двух групп показателей. Первая группа состоит из ключевых индикаторов, характеризующих уровень социально-экономического развития туризма на территории КБР. К ним относятся:

а) вклад туризма в ВРП;

б) общий объем туристского потока;
в) объем предоставленных туристских услуг;
г) число коллективных средств размещения;
д) количество туристических фирм;
е) объем инвестиций в основной капитал;
ж) численность занятых в сфере туризма.

Вторая группа показателей вводится с целью отражения такой характеристики как степень вовлеченности сферы туризма КБР в глобальное информационное пространство. Гипотеза данного исследования, обуславливающая измерение информационной эффективности, заключается в предположении о том, что развитие туризма отражается на уровне развития информационного общества в регионе. Для этого используются следующие измеримые данные:

а) число персональных компьютеров на 100 работников;
б) число организаций, использующих компьютерные сети;
в) число пунктов коллективного пользования (доступа), имеющих выход в сеть Интернет, на 10 000 человек населения;
г) проникновение подвижной радиотелефонной (сотовой) связи на 100 человек населения;
д) число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек населения.

Представленные показатели количественно измеримы и представлены в официальных статистических базах, что позволяет применять их для статистического анализа. С целью обеспечения объективности расчетов и сопоставимости данных показатели нормируются. Для расчета нормированных показателей используется формула:

$$x_{\text{норм}} = \frac{x_i - \bar{x}}{S},$$

где x_i – текущее значение показателя,
$\bar{x}$ – среднее значение показателя,
S – среднее квадратическое отклонение, определяемое как:

$$S = \sqrt{\frac{1}{2}\sum(x_i - \bar{x})^2}\ .$$

Расчет значения интегрального показателя эффективности проводится по формуле [Порошина, 2016]:

$$y = \sum_{i=1}^{n} a_i k_i,$$

y – интегральный показатель экономической эффективности;
k_i – i-ый нормированный показатель;
a_i – вес, с которым i-ый показатель входит в интегральный показатель;
n – количество показателей.

Для определения a_i используем подход, основанный на расчете весов показателей по коэффициентам парной корреляции между ними [Порошина, 2016].

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} r_{ij}}$$

r_{ij} – коэффициент парной корреляции между i-м и j-м показателями.

Таким образом производится расчет социально-экономической и информационной эффективности отдельно по каждой группе. Интегральный показатель общей эффективности определяется как арифметическая сумма составляющих:

$$e = y_1 + y_2.$$

Результаты исследования

Исследование эффективности деятельности по оказанию туристских услуг проводится с применением представленной методики на примере Кабардино-Балкарской Республики. Статистические данные по Кабардино-Балкарской Республике за 2013–2019 гг. представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1
Table 1

Показатели туристской деятельности в КБР за период 2013–2019 гг. [Сайт Федеральной службы государственной статистики по СКФО]
Indicators of tourist activity in the KBR for the period 2013–2019 [Website of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District]

№	Критерии	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Вклад туризма в ВРП, %	0,777	0,838	0,894	0,846	0,755	0,820	0,796
2	Общий объем туристского потока, тыс. чел.	87,20	89,80	88,20	107,4	122,76	126,7	162,2
3	Объем предоставленных туристских услуг, млн руб.	635,00	717,50	763,20	814,90	845,2	803,6	795,2
4	Объем услуг гостиниц и аналогичных средств размещения, оказанных населению (млн руб.)	227,800	261,600	314,000	331,400	199,900	390,1	364,7
5	Число коллективных средств размещения, единиц	86	87	125	102	113	132	146
6	Количество туристических фирм, единиц	20,00	22,00	28,00	35,00	24,00	27	22
7	Объем инвестиций в основной капитал, млн руб.	0,3	0,4	0	0,3	6,42	7,6	1,6
8	Численность занятых в сфере туризма, чел.	2236	2152	1789	2321	2344	2312	2360

В структуре показателей уровня развития туризма в КБР можно выявить положительную динамику. Отмечается заметный эффект от реализации программы «Развитие туристско-рекреационного комплекса Кабардино-Балкарской Республики на 2013–2020 гг.». За это время Министерством курортов и туризма КБР был организован и проведен ряд мероприятий, направленных на создание устойчивого туристского интереса к региону, формирование положительного имиджа территории для туристских посещений и в целом повышения уровня качества оказываемых населению туристских услуг. Среди таких мероприятий [Портал Правительства Кабардино-Балкарии]:

а) участие в международной туристической выставке ИНТУРМАРКЕТ;
б) участие в Московской международной туристической выставке;
в) разработка 10 новых туристских маршрутов;
г) развитие инфраструктуры и системы управления в сфере туризма;
д) обустройство зоны «Чегет» в Приэльбрусье;
е) проведение PR-кампании на федеральном уровне;

ж) участие в работе международной туристской выставке «INWETEX» в Санкт-Петербурге

з) участие в работе международного туристского форума SIFT, который проходил в г. Сочи;

и) проведение джип-тура «Зори Кавказа»,

к) проведение песенного фестиваля «Приэльбрусье»,

л) организация и проведение этнографических праздников и фестивалей.

На уровень развития региона, его инновационную деятельность и степень дифференциации в сравнении с другими регионами оказывают влияние как объективные факторы (географическое положение, природно-климатические ресурсы, наличие крупных предприятий и др.), так и субъективные факторы (политика, инвестиции, структура бюджета и др.) [Бабич, 2017]. Определенно организация информационного обмена, а также процессы распространения данных о проводимых мероприятиях, полученных оценках и других сведений невозможна без качественного информационно-коммуникационного обеспечения. Сведения об уровне развития информационного общества в регионе представлены в таблице 2.

Таблица 2
Table 2

Показатели уровня развития информационного общества в КБР за период 2013–2019 гг. [Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации]
Indicators of the level of development of the information society in the KBR for the period 2013–2019 [Monitoring the development of the information society in the Russian Federation]

№	Критерии	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Число персональных компьютеров на 100 работников – всего, шт.	38	40	48	50	37	31	33
2	Число организаций, использующих компьютерные сети	13691	15997	16322	16695	15811	17098	18002
3	Число пунктов коллективного пользования (доступа), имеющих выход в сеть Интернет, на 10 000 человек населения	1,8	1,8	1,8	1,3	1,3	1,2	1,2
4	Проникновение подвижной радиотелефонной (сотовой) связи на 100 человек населения, единиц	144,5	140,5	138,8	129,8	138,0	131,7	140,6
5	Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек населения, единиц	7,9	8,5	10,0	9,4	9,5	9,9	10,2

Повысить информативность подобных исследований могут дополнительные статистические характеристики, в настоящий момент не доступные для использования, такие как:

а) число гостиниц и других коллективных средств размещения, представленных в глобальных системах бронирования;

б) численность туристических фирм, агентств и фирм, имеющих собственный сайт и страницу в социальной сети;

в) частота запросов в поисковых системах информации, касающейся отдыха и туризма на территории региона.

Современные статистические базы не ведут учет перечисленных сведений. Показатели, оценивающие степень использования интернет-сервисов туристическими фирмами и гостиницами за 2020 год, были рассчитаны автором на основе информации, представленной в сети Интернет. В частности, использованы материалы сайтов booking.com, 101hotels.com, а также социальных сетей Instagram, ВКонтакте, Facebook. По данным Яндекс-аналитики представлены сведения об активности запросов на тему туризма в КБР. Собранные данные отражены в таблице 3.

Таблица 3
Table 3

Показатели вовлеченности туризма региона в интернет-пространство*
Indicators of the involvement of tourism in the region in the Internet space

№	Критерии	2020
1	Число гостиниц и других коллективных средств размещения, представленных в глобальных системах бронирования, в %% к общему числу	97
2	Численность туристических фирм, агентств и фирм, имеющих собственный сайт и страницу в социальной сети, в %% к общему числу	42
3	Частота запросов в поисковых системах информации, касающейся отдыха и туризма на территории региона, в среднем в месяц	1537

*Составлено автором

Присутствие в аналитических исследованиях информации о степени вовлечения туризма в интернет-пространство позволит формировать более точные выводы относительно популярности туристских аттракций, представленных на отдельных территориях, и уровня потребительской удовлетворенности.

Результаты проведенных расчетов:

1. Проверка гипотезы о корреляции между показателями развития туризма и информационного общества.

Построенная корреляционная матрица (таблица 4) позволяет оценивать степень взаимосвязи туристского потока с уровнем использования компьютерных сетей как тесную прямую зависимость (коэффициент корреляции r_{x1x5} = 0,73 и r_{x1x7} = 0.65).

Таблица 4
Table 4

Уровень корреляции*
Correlation level

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
x1	1	0,59827	0,48326	-0,59595	0,72676	-0,863	0,65457
x2	0,59827	1	0,33610	-0,01521	0,72860	-0,7935	0,79997
x3	0,48326	0,33610	1	-0,1309	0,77610	-0,4731	0,65941
x4	-0,59595	-0,01521	-0,1309	1	-0,14783	0,39993	-0,0765
x5	0,72676	0,72860	0,77610	-0,14783	1	-0,6712	0,86386
x6	-0,863	-0,7935	-0,47311	0,39993	-0,67126	1	-0,63432
x7	0,65457	0,79997	0,65941	-0,07646	0,86386	-0,6343	1

*Расчеты автора

X_1 – общий объем туристского потока;
X_2 – объем предоставленных туристских услуг;

X_3 – объем услуг гостиниц и аналогичных средств размещения, оказанных населению;
X_4 – число персональных компьютеров на 100 работников;
X_5 – число организаций, использующих компьютерные сети;
X_6 – число пунктов коллективного пользования (доступа), имеющих выход в сеть Интернет, на 10 000 человек населения;
X_7 – число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек населения.

Проведенный попарный регрессионный анализ зависимости показателей X_1 и X_7, показателей X_1 и X_5 показывает наличие прямой линейной зависимости, которая выражается моделями вида: $Y = -86{,}90+21{,}29\times X_5$ и $Y = 12263{,}77+35{,}408\times X_7$.

Для проверки статистической значимости результатов применены методы t-статистики Стьюдента и F-статистики Фишера, которые дают положительную оценку адекватности полученных итогов.

2. Расчет интегральных показателей эффективности.

Расчет весовых коэффициентов представлен в таблице 5.

Таблица 5
Table 5

Значения весовых коэффициентов *
Weighting coefficient values

№	Критерий	Вес
Показатели социально-экономической эффективности		
1	Вклад туризма в ВРП	0,021643
2	Общий объем туристского потока	0,159995
3	Объем предоставленных туристских услуг	0,181395
4	Объем услуг гостиниц и аналогичных средств размещения, оказанных населению	0,163218
5	Число коллективных средств размещения	0,171323
6	Количество туристических фирм	0,113174
7	Объем инвестиций в основной капитал	0,114448
8	Численность занятых в сфере туризма	0,074805
Показатели информационной эффективности		
9	Число персональных компьютеров на 100 работников – всего, шт.	0,295654
10	Число организаций, использующих компьютерные сети	0,164449
11	Число пунктов коллективного пользования (доступа), имеющих выход в сеть Интернет, на 10 000 человек населения	0,215509
12	Проникновение подвижной радиотелефонной (сотовой) связи на 100 человек населения, единиц	0,114613
13	Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 человек населения, единиц	0,209776

*Расчеты автора

По данным, представленным в таблице 5, следует вывод о том, что наиболее весомыми показателями для расчета интегрального коэффициента социально-экономической эффективности являются следующие: объем предоставленных туристских услуг (0,18); число коллективных средств размещения (0,17); объем услуг гостиниц и аналогичных средств размещения, оказанных населению (0,16) и общий объем туристского потока (0,15). Наиболее весомыми показателями для расчета интегрального коэффициента информационной эффективности являются: число персональных компьютеров (0,30); число пунктов коллективного пользования, имеющих выход в сеть Интернет (0,22); число абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет (0,21).

Итоги расчета интегрального показателя общей эффективности представлены в таблице 6.

Таблица 6
Table 6

Значение интегральных показателей эффективности*
The value of integral performance indicators

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Информационная эффективность	-0,205	0,041	0,448	0,112	-0,147	-0,252	0,004
Социально-экономическая эффективность	-0,609	-0,403	-0,101	0,160	0,094	0,454	0,405
Итоговый показатель	-0,814	-0,363	0,347	0,272	-0,053	0,202	0,408

*Расчеты автора

Заключение

Полученные интегральные показатели эффективности показывают снижение эффективности деятельности по распространению информационно-коммуникационных технологий к 2019 году в сравнении с 2015–2016 гг. В то же время по сравнению с 2013 г. и 2017–2018 гг. наблюдается повышение результативного показателя на 10 %, 7 % и 12 % соответственно. За период с 2013 г. по 2016 г. показатели социально-экономической эффективности туризма Кабардино-Балкарской Республики увеличивались с темпом прироста 26 %. В 2017 г. наблюдается снижение результатов на 3 % и дальнейшее выравнивание до значения 0,4 к 2019 году.

Таким образом, гипотеза данного исследования, которая заключалась в предположении о том, что на развитии туризма и оценке его эффективности сказывается уровень внедрения и распространения процессов информатизации общества в регионе, нашла подтверждение.

Представленная методика оценки эффективности туризма с позиции социально-экономического и информационного подходов для КБР может быть применима также для анализа других регионов и для проведения сравнительных исследований.

Список источников

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь ISO 9000:2015. Quality management systems. Fundamentals and vocabulary. Москва, Стандартинформ, 2015 год. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1390-ст.

2. Федеральная служба государственной статистики. Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/14478 (дата обращения 08.01.21г.)

3. Сайт Федеральной службы государственной статистики по СКФО. URL: http://stavstat.gks.ru/statistics/kbrStat/ (дата обращения 08.01.21г.)

4. Портал Правительства Кабардино-Балкарии. Страница Министерства курортов и туризма КБР. URL: https://pravitelstvo.kbr.ru/oigv/minturizm/deyatelnost/ (дата обращения 10.03.21г.)

Список литературы

1. Аликаева М.В., Гурфова Р.В., Кетова Ф.Р. 2017. Принципы управления туристско-рекреационным кластером. Экономика и предпринимательство, 2 (1), (79–1): 473–477.

2. Бабич С.Г. 2017. Индексный анализ дифференциации регионов РФ по основным показателям инновационной деятельности. Статистика и экономика, 14 (2): 3–13.

3. Кетова Ф.Р. 2018. Современное состояние туристской сферы КБР. Стратегические изменения в сфере туризма и гостеприимства: поиск нового вектора развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Москва, Русайнс: 266–276.

4. Мезоэкономика развития: монография. 2011. Под редакцией члена-корреспондента РАН Г.Б. Клейнера. Москва, ЦЭМИ РАН, изд-во Наука, серия «Экономическая наука современной России», 804 с.

5. Морозова И.А., Шевченко С.А., Кузьмина Е.В. 2020. Исследование основных факторов устойчивости пространственного развития территорий с позиции системного подхода. Экономика устойчивого развития, 3: 76–83.

6. Морозов М.А., Морозова Н.С., Карпова Г.А., Хорева Л.В. 2014. Экономика туризма. Москва, Федеральное агентство по туризму, 320 с.

7. Порошина О.В. 2016. Оценка эффективности развития сферы туризма на основе целеориентированного подхода. Проблемы развития территорий, 1(81): 79–93

8. Alikaeva, M.V., M.S. Oborin and F.R. Ketova. 2019. Modelling of the brand promoting process for a resort and recreation destination using IDEF methodology. Revista Espacios digital, 6(40): 29.

9. Cornell University, INSEAD, and WIPO. 2020. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Ithaca, Fontainebleau, and Geneva. URL: https://www.globalinnovationindex. org/Home (дата обращения 10.03.21г.)

References

1. Alikaeva M.V., Gurfova R.V., Ketova F.R. 2017. Principy upravlenija turistsko-rekreacionnym klasterom [Principles of management of a tourist and recreational cluster]. Jekonomika i predprinimatel'stvo. 2 (1) (79–1): 473–477. (in Russian)

2. Babich S.G. 2017. Indeksnyj analiz differenciacii regionov RF po osnovnym pokazateljam innovacionnoj dejatel'nosti [Index analysis of the differentiation of the regions of the Russian Federation by the main indicators of innovation activity]. Statistika i jekonomika. 14 (2): 3–13. (in Russian)

3. Ketova F.R. 2018. Sovremennoe sostojanie turistskoj sfery KBR [The current state of the tourism sector of the KBR]. Strategicheskie izmeneniya v sfere turizma i gostepriimstva: poisk novogo vektora razvitiya. Materialy Vserossijskoj nauchno – prakticheskoj konferencii. Moskva, Rusains: 266–276. (in Russian)

4. Mezojekonomika razvitija [Mesoeconomics of development]: monografija. 2011. Pod redakciej chlena-korrespondenta RAN G.B. Klejnera. CJeMI RAN. Nauka, Serija «Jekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii». (in Russian)

5. Morozova I.A., Shevchenko S.A., Kuz'mina E.V. 2020. Issledovanie osnovnyh faktorov ustojchivosti prostranstvennogo razvitija territorij s pozicii sistemnogo podhoda [The study of the main factors of the stability of spatial development of territories from the perspective of a systematic approach]. Jekonomika ustojchivogo razvitija. 3:76–83. (in Russian)

6. Morozov M.A., Morozova N.S., Karpova G.A., Horeva L.V. 2014. Jekonomika turizma [Tourism economy]. Moskva, Federal'noe agentstvo po turizmu, 320 p. (in Russian)

7. Poroshina O.V. 2016. Ocenka jeffektivnosti razvitija sfery turizma na osnove celeorientirovannogo podhoda [Assessment of the effectiveness of the development of the tourism sector based on a goal-oriented approach]. Problemy razvitija territorij. 1(81): 79–93. (in Russian)

8. Alikaeva, M.V., M.S. Oborin and F.R. Ketova, 2019. Modelling of the brand promoting process for a resort and recreation destination using IDEF methodology. Revista Espacios digital, 6 (Vol. 40): 29.

9. Cornell University, INSEAD, and WIPO. 2020. The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Ithaca, Fontainebleau, and Geneva. URL: https://www.globalinnovationindex. org/Home (accessed 10.03.21)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кетова Фардиана Руслановна, старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности института информатики, электроники и робототехники, Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Fardiana R. Ketova, senior lecturer of the Department of computer technologies and information security, Institute of computer science, electronics and robotics, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russia

УДК 331.548
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-475-486

Информационно-аналитический подход к оценке профессиональных ожиданий студентов вуза

Мартышенко С.Н.
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
Россия, 690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, д. 41
E-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru

Аннотация. Степень подготовленности выпускников к самореализации в профессии во многом зависит от адекватности восприятия студентами рынка труда. Целью работы является разработка методического подхода оценки адекватности восприятия студентами регионального рынка труда через оценку ожиданий преимуществ, которые дает образование, полученное в ходе овладения профессией. Исследование профессиональных ожиданий студентов производилось на основе анализа данных онлайн-опросов студентов вузов Приморского края в период с 2017 по 2021 год. Для обработки данных использовались многомерные статистические методы. Выделение однородных групп производилось путем применения метода группировки данных и классификации данных методом k-средних. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что у многих студентов неверное или искаженное представление о выбранной профессии и реалиях современного рынка труда.

Ключевые слова: рынок труда, выпускники вузов, анкетный опрос, ожидание выгоды образования, многомерные статистические методы.

Для цитирования: Мартышенко С.Н. 2021. Информационно-аналитический подход к оценке профессиональных ожиданий студентов вуза. Экономика. Информатика, 48 (3): 475–486. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-475-486.

Information and analytical approach to assessing the professional expectations of university students

Sergey N. Martyshenko
Vladivostok State University of Economics and Service
41 Gogol St, Vladivostok, 690014, Russia
E-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru

Abstract. The degree of preparedness of graduates for self-realization in the profession largely depends on the adequacy of students' perception of the labor market. The aim of the work is to develop a methodological approach for assessing the adequacy of students' perception of the regional labor market through assessing the expectations of the benefits that education received in the course of mastering the profession. The study of students' professional expectations was carried out based on the analysis of data from online surveys of students of universities in Primorsky Krai in the period from 2017 to 2021. Multivariate statistical methods were used to process the data. The selection of homogeneous groups was carried out by applying the method of grouping data and classifying the data by the method of k-means. Based on the results of the study, it can be concluded that many students have a wrong or distorted idea about their chosen profession and the realities of the modern labor market. Students lack the skills to find work and communicate with employers. In the conclusion, directions for increasing the labor mobility of university graduates in the labor market are formulated.

Keywords: labor market, university graduates, questionnaire survey, expectation of the benefits of education, multidimensional statistical methods.

For citation: Martyshenko S.N. 2021. Information and analytical approach to assessing the professional expectations of university students. Economics. Information technologies, 48 (3): 475–486 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-475-486.

Введение

В последние годы в России обострилась проблема трудоустройства и занятости молодых специалистов – выпускников вузов. Недооценка этого явления может привести к долгосрочным негативным проявлениям в социально-экономической жизни страны. Нестабильная ситуация на рынке труда порождает у молодежи неуверенность в будущем.

Профессиональное самоопределение молодежи отражается на возможностях самореализации личности и качестве жизни. Рассогласование профессиональных ожиданий с реальной жизнью приводит к возрастанию количества молодых людей, неудовлетворнных своей работой [Степанова, 2018; Бутина, 2019].

Теоретические и методологические основы исследования проблем трудоустройства выпускников университетов рассматриваются в ряде работ [Родченкова, 2019; Жужома, 2020; Баскакова, 2017]. Развитию механизмов, способствующих трудоустройству молодежи, посвящены работы [Смирнова, 2020; Митрофанова, 2020; Доброногова, 2019].

Степень подготовленности выпускников к самореализации в профессии во многом зависит от адекватности восприятия студентами рынка труда [Огурцова, 2017; Каменских, 2018].

В настоящей работе предлагается оценивать адекватность восприятия студентами регионального рынка труда через оценку ожиданий преимуществ, которые дает образование, полученное в ходе овладения профессией. Согласно теории ожиданий В. Врума, ожидание является одним из важнейших инструментов мотивации людей к активной деятельности [Кузьмин, 2021]. Адекватная самооценка студентами своих возможностей способствует социально-трудовой адаптации молодежи на рыке труда.

Объекты и методы исследования

Исследование профессиональных ожиданий студентов производилось на основе анализа данных онлайн-опросов студентов вузов Приморского края в период с 2017 по 2021 год. В опросе приняли участие 1404 студента.

Для обработки данных использовались многомерные статистические методы. Выделение однородных групп производилось путем применения метода группировки данных и классификации данных методом k-средних. Классификация данных производилась с использованием программного пакета Statistica. При обработке текстовой информации использовался метод типологий.

На основе обсуждения полученных количественных характеристик формулировались качественные выводы.

Результаты и их обсуждение

О будущем трудоустройстве студенты начинают задумываться еще на этапе выбора специальности. В соответствии со своими ожиданиями от обучения профессии студенты выстраивают собственную шкалу приоритетов при выборе места работы. Оценка приоритетов производилась на основе следующего вопроса анкеты: «Укажите наиболее важные для вас факторы при выборе будущей работы? (отметьте только три позиции)».

Ограничение на количество вариантов ответов (отметьте только три позиции) наложено для сопоставимости ответов респондентов.

Заработная плата при выборе работы с большим отрывом опережает другие факторы (рис. 1). Высший приоритет заработной платы соответствует ориентации на выживание. Карьерный рост в большой степени связан с надеждами на повышение заработной платы. На третьем месте стоит стабильность работы. Анализ результатов по годам показал, что с 2017 по 2021 год результаты практически не изменяются.

Интерес представляют ответы респондентов, включающие сочетание различных приоритетов. Одиннадцать наиболее распространенных ответов составляют около 70 % всех встречающихся ответов (табл. 1). Большинство этих ответов включают два приоритета,

которые имеют самую высокую частоту: «хорошая заработная плата», «возможность карьерного роста».

Рис. 1. Оценка приоритетов при выборе будущей работы
Fig. 1. Evaluating priorities when choosing a job

Таблица 1
Table 1

Наиболее распространенные сочетания ответов по приоритету выбора работы
Most common job selection priority combinations

№	Варианты ответов респондентов	%
1	хорошая заработная плата, возможность карьерного роста, стабильность и уверенность в завтрашнем дне	13,6 %
2	хорошая заработная плата, возможность карьерного роста, перспектива работы за рубежом	9,7 %
3	хорошая заработная плата, возможность карьерного роста, хороший коллектив	9,1 %
4	хорошая заработная плата, возможность карьерного роста, возможность постоянно повышать квалификацию	6,2 %
5	хорошая заработная плата, возможность карьерного роста, социальные гарантии	5,0 %
6	хорошая заработная плата, престижность организации, возможность карьерного роста	7,8 %
7	хорошая заработная плата, хороший коллектив, стабильность и уверенность в завтрашнем дне	5,9 %
8	хорошая заработная плата, социальные гарантии, стабильность и уверенность в завтрашнем дне	3,5 %
9	хорошая заработная плата, перспектива работы за рубежом, стабильность и уверенность в завтрашнем дне	3,4 %
10	хорошая заработная плата, перспектива работы за рубежом, хороший коллектив	2,3 %
11	хорошая заработная плата, престижность организации, перспектива работы за рубежом	2,0 %

Часто ожидания студентов не оправдываются из-за неосведомленности о том, где и как ему предстоит работать после окончания вуза. Самооценка представлений о будущей работе производилась на основе анализа ответов на вопрос анкеты: «Как вы оцениваете свои представления о будущей профессии?».

При ответе на вопрос респондентам предлагалось дать свои оценки представления о будущей профессии по четырем показателям, заполнив таблицу множественного выбора. Были предложены следующие показатели представления о будущей профессии:

– место работы (организации, в которых можно работать по данной профессии);
– что входит в обязанности;
– условия труда;
– требования работодателей к профессиональной подготовке выпускника.

Свои ответы респонденты должны были выразить в шкале Лайкерта. Для выполнения расчетов ответы респондентов были преобразованы в ранговую шкалу:

– четко представляю (ранг-4);
– примерно представляю (ранг-3);
– не совсем представляю (ранг-2);
– совсем не представляю (ранг-1).

Результаты анализа самооценки представлений студентов о будущей работе приведены на рис. 2. Проанализируем крайние позиции оценок. Студенты лучше представляют организации, в которых они могут работать. Однако хуже всего представляют требования работодателей к профессиональной подготовке выпускников.

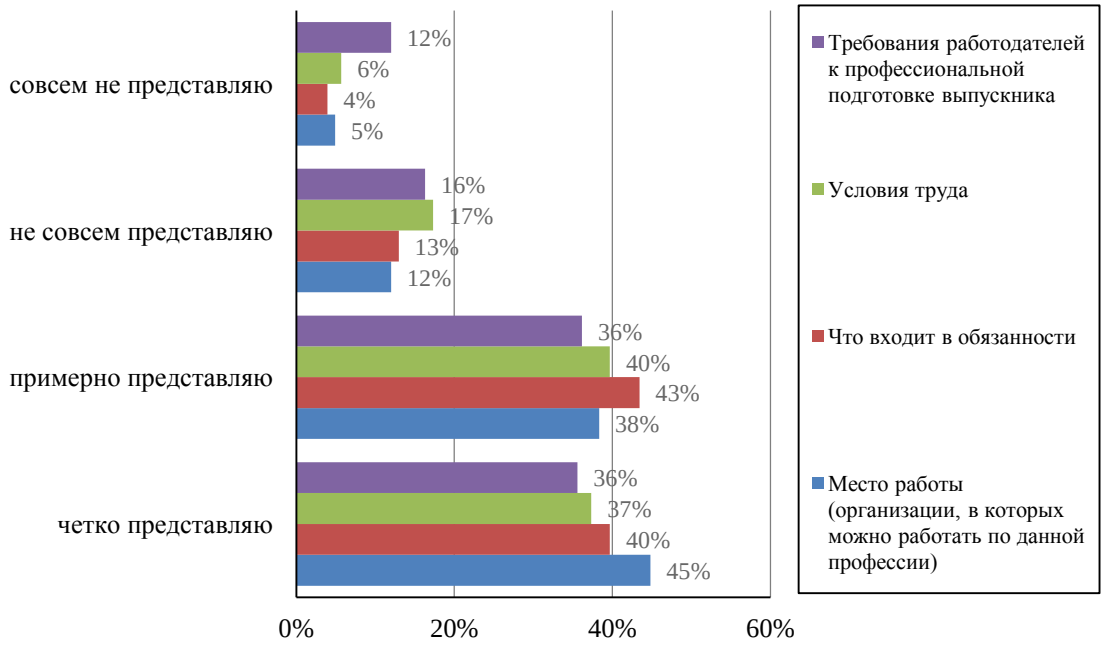

Рис. 2. Распределение оценок представлений студентов о будущей работе
Fig. 2. Distribution of assessments of students' ideas about future work

По данным ответов на вопрос была рассчитана матрица коэффициентов ранговой корреляции Спирмена (рис. 3). Расчеты выполнены в пакете Statistica. Результаты показали высокую зависимость между исследуемыми оценками.

Студенческая аудитория неоднородна. Это послужило основанием для того, чтобы выделить однородные классы по исследуемым показателям представлений студентов о будущей работе. Классификация выборки производилась по методу k-средних в пакете Statistica. Для данных признаков оптимальное количество классов равно трем. Доля каждого класса составляет соответственно: $n_1\% =$ 38,7 %; $n_2\% =$ 39,3 %; $n_3\% =$22,0 %. Средние значения рангов по показателям представления о будущей профессии приведены в табл. 2.

Variable	Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2_(Recovered).sta) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at p <,05000			
	Место работы	Обязанности	Условия труда	Требования работодателей
Место работы	1,000000	0,587964	0,531664	0,516194
Обязанности	0,587964	1,000000	0,617730	0,670325
Условия труда	0,531664	0,617730	1,000000	0,676386
Требования работодателей	0,516194	0,670325	0,676386	1,000000

Рис. 3. Матрица коэффициентов корреляции Спирмена
Fig. 3. Spearman correlation coefficient matrix

Выделенные классы очень хорошо разделимы, что видно из графика, построенного в пакете Statistica (рис. 4). Респонденты, отнесенные к первому классу, оценивают свою осведомленность о будущей работе по профессии как высокую. Респонденты, отнесенные к третьему классу, отмечают низкий уровень осведомленности. Второй класс занимает среднее положение. Для представителей третьего класса характерно самое низкое представление о требованиях работодателей.

Таблица 2
Table 2

Средние значения оценок показателей представления о будущей профессии
Average values of assessments of indicators of the idea of a future profession

Представления о будущей профессии	Среднее значение оценок		
	Класс-1	Класс-2	Класс-3
Место работы	3,89	2,91	2,64
Обязанности	3,88	3,03	2,28
Условия труда	3,85	2,92	2,07
Требование работодателя	3,85	2,91	1,48
Общее среднее значений оценок по классам	3,17	2,43	1,74

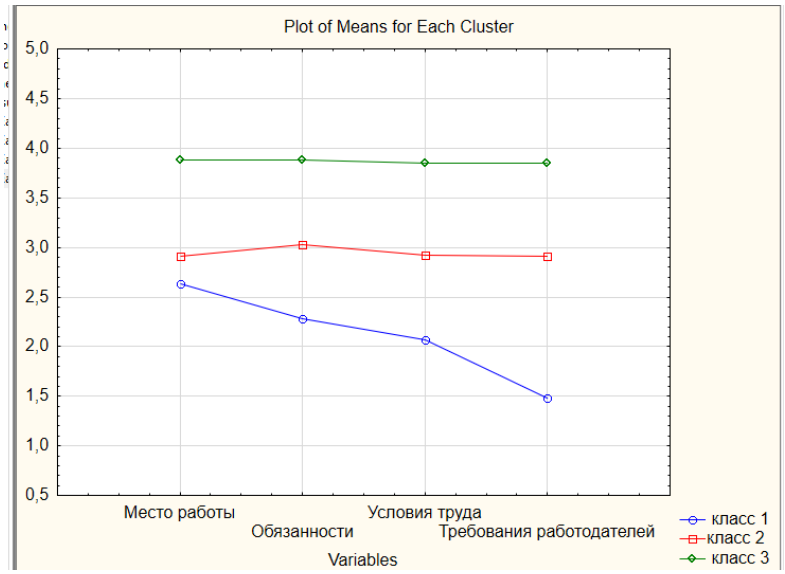

Рис. 4. График изменения средних значений оценок показателей представления о будущей профессии
Fig. 4. The graph of the change in the average values of the estimates of the indicators of the idea of the future profession

Ожидание результатов от полученного образования является одним из главных мотивов к получению образования. Оценка преимуществ, имеющих место при получении образования, производилась с помощью вопроса: «Выскажите свое мнение по следующим утверждениям. Моя работа обеспечит мне ....».

Вопрос сопровождается следующим списком утверждений:

– возможность получать хорошую заработную плату;
– возможность достичь признания и уважения в обществе;
– возможность наиболее полно реализовать свой потенциал;
– возможность принести пользу людям;
– возможность карьерного роста;
– возможность найти интересную работу.

Свои ответы респонденты должны были выразить по каждому утверждению оценкой в шкале Лайкерта.

Возможные варианты ответов и их ранги:

– совершенно не согласен (ранг-1);
– частично не согласен (ранг-2);
– трудно сказать, согласен или не согласен (ранг-3);
– частично согласен (ранг-4);
– полностью согласен (ранг-5).

Все утверждения имеют достаточно высокую статистическую связь (рис. 5).

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2_(Recovered))
MD pairwise deleted
Marked correlations are significant at p <,05000

Variable	Зарплата	Признание	Самореализация	Польза людям	Карьерный рост	**Интересная работа**
Зарплата	1,000000	0,666799	0,676662	0,573609	0,709658	0,663597
Признание	0,666799	1,000000	0,725564	0,635543	0,617486	0,643269
Самореализация	0,676662	0,725564	1,000000	0,676202	0,637384	0,698730
Польза людям	0,573609	0,635543	0,676202	1,000000	0,641919	0,647302
Карьерный рост	0,709658	0,617486	0,637384	0,641919	1,000000	0,743602
Интересная работа	0,663597	0,643269	0,698730	0,647302	0,743602	1,000000

Рис. 5. Матрица коэффициентов корреляции Спирмена оценок преимуществ, получаемых по завершении обучения

Fig. 5. Spearman's correlation coefficient matrix of assessments of benefits received upon completion of training

Оценки преимуществ образования были использованы для классификации выборки по методу k-средних в пакете Statistica. В результате обработки данных было выделено 4 класса студентов, различающихся своими ожиданиями. Структура классов в процентном отношении от объема выборки определяется как: $n_1\% =$ 25,3 %;$n_2\%$ =29,7 %; $n_3\%$ =28,7 %; $n_4\%$ =16,2 %. Средние значения оценок ожидаемых преимуществ образования по классам респондентов приведены в табл. 3 и на рис. 6.

Ежегодно многие выпускники вузов сталкиваются с проблемой трудоустройства. Оценка шансов по трудоустройству и проблем, с этим связанных, производилась на основе анализа ответов на вопрос: «Как вы считаете, легко ли найти хорошую работу по вашей специальности?». Респондентам предлагалось осуществить выбор из 4-х альтернативных вариантов ответов:

– легко;
– не очень легко, но можно;
– очень трудно, но можно;
– крайне трудно.

Распределение оценок ожидаемых проблем по трудоустройству по завершении образования приведено на рис. 7.

Таблица 3
Table 3

Средние значения оценок показателей преимуществ, ожидаемых по завершении обучения
Average scores of expected post-training benefit scores

Ожидаемые преимущества, получаемые по завершении обучения	Среднее значение оценок			
	Класс-1	Класс-2	Класс-3	Класс-4
Зарплата	4,77	4,14	2,74	1,42
Признание	4,62	3,61	2,69	1,58
Самореализация	4,71	3,92	2,70	1,58
Польза людям	4,80	3,87	3,25	1,56
Карьерный рост	4,86	4,03	3,39	1,54
Интересная работа	4,93	4,03	3,26	1,57
Общее среднее значений оценок по классам	4,78	3,93	3,00	1,54

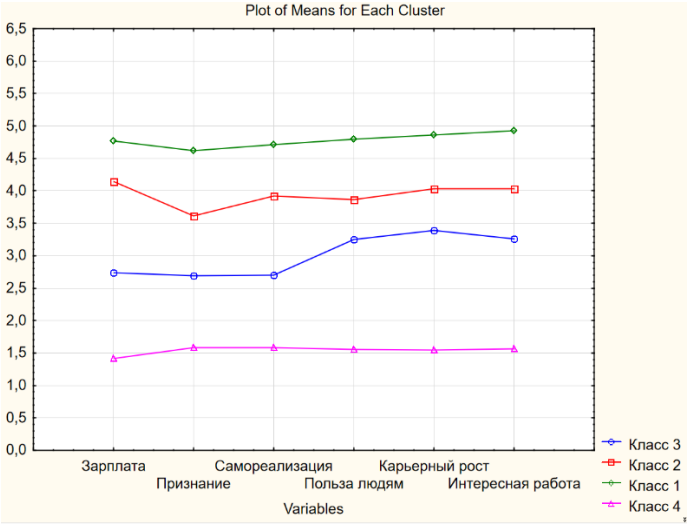

Рис. 6. График изменения средних значений оценок преимуществ, ожидаемых по завершении обучения
Fig. 6. The graph of the change in the average values of the estimates of the indicators of the idea of the future profession

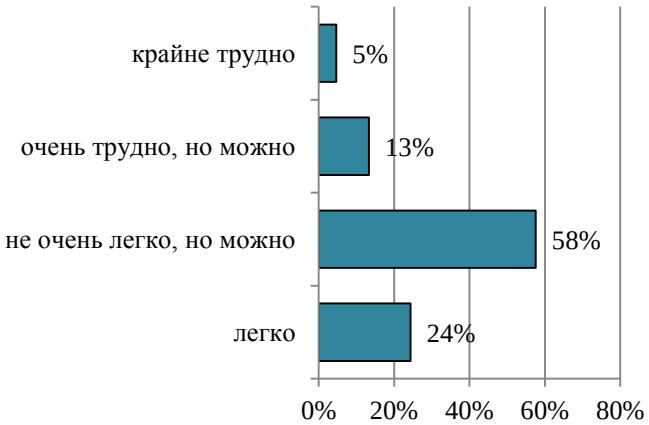

Рис. 7. Оценка ожиданий возможных проблем, сопряженных с трудоустройством
Fig. 7. Assessment of the expectations of possible problems associated with employment

Большинство студентов ожидают проблемы с трудоустройством, но не считают его слишком большой проблемой. Сложной эту проблему считают около 15 %. Оптимистов, которые вообще не видят в этом сложности, много больше – 24 %.

Для уточнения ожиданий проблем с трудоустройством в опросе была использована еще одна форма вопроса по трудоустройству: «Оцените степень вашей уверенности трудоустройства после окончания вуза». Ответ необходимо было дать в шкале семантического дифференциала. Почти 60 % высоко оценивают свои шансы на трудоустройство (рис. 8).

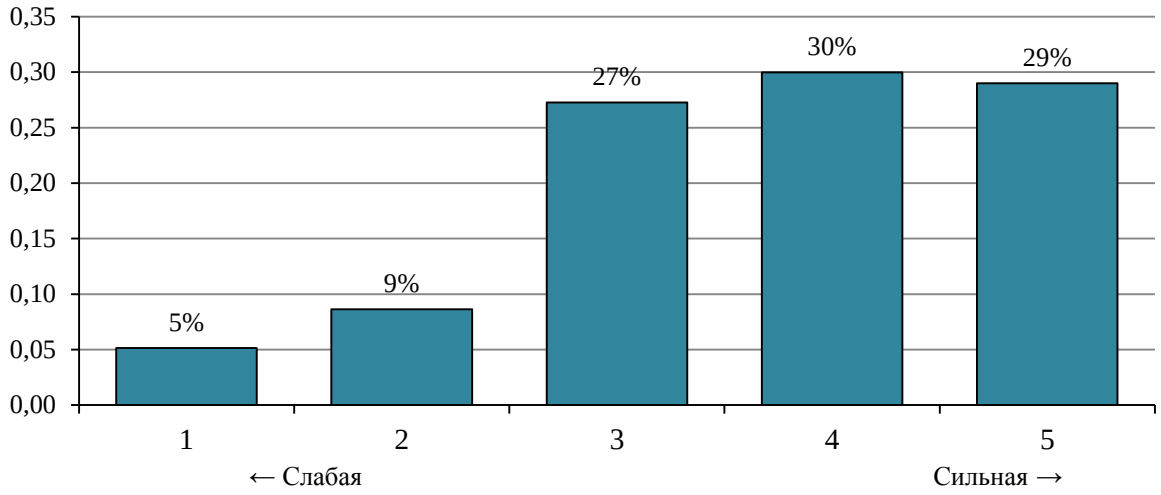

Рис. 8. Оценка ожиданий возможности трудоустройства
Fig. 8. Assessing employment opportunity expectations

Многие студенты готовы ради карьерного роста смириться с некоторыми неудобствами и ограничениями. Готовность к некоторым лишениям ради перспективы оценивалась с помощью анализа ответов на вопрос: «На какие из перечисленных ограничений вы готовы пойти ради реализации себя в выбранной профессии?». В своем ответе студенты могли указать несколько вариантов из числа 8-ми предложенных. Трудности, с которыми готовы мириться опрошенные респонденты, существенно зависят от пола (рис. 9).

Во-первых, мужская половина в своих ответах указывали больше вариантов ограничений. Во-вторых, количество представителей мужского пола, не готовых терпеть ограничения, связанные с работой, меньше, чем у представителей женского пола.

Мужчины более чем женщины готовы жертвовать своим отдыхом и развлечениями, но меньше готовы ограничивать себя в общении с друзьями. Мужчины больше готовы откладывать создание семьи и рождение ребенка. Более 15 % мужчин готовы ради будущего даже на работу на вредных производствах. Среди женщин, готовых на вредное производство, всего около 6 %.

Многие работодатели при наборе на работу приветствуют мобильность. Потому в анкету был включен следующий вопрос: «Готовы ли вы сменить место жительства из-за выгодного предложения по работе (дайте развернутый ответ)?». Это открытый вопрос, требующий ответа в произвольной текстовой форме. Для обработки таких ответов использовалась специальная компьютерная программа, которая позволяет выделить типологии ответов. В результате было выделено 5-ть типологий ответов (рис. 10). При необходимости исследователь может анализировать пояснения, которые давали респонденты к своим ответам. Большинство респондентов высказывают готовность ради карьеры сменить место жительства. По результатам анализа можно определенно сказать, что решающим фактором остается предложение более высокой заработной платы. Многие приветствовали предложение переехать в центральные регионы страны. Часть студентов даже самостоятельно планирует поиск работы за пределами Приморского края.

Рис. 9. Оценка ограничений, на которые готовы пойти молодые люди ради карьерного роста
Fig. 9. Assessing the constraints that young people are willing to go to for career advancement

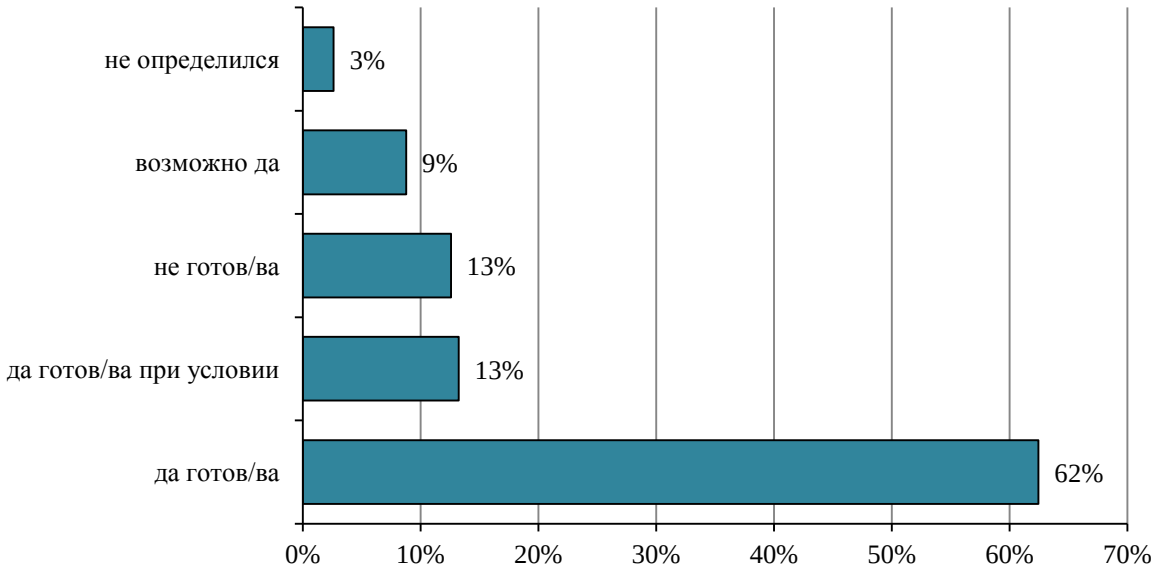

Рис. 10. Оценка готовности студентов к смене места жительства при выгодном предложении работы
Fig. 10. Assessment of students' readiness to change their place of residence with a profitable job offer

Высокая значимость при поиске работы студентами предложения заработной платы вызвала необходимость вопроса по ожиданиям уровня заработной платы: «Укажите уровень зарплаты, на который вы рассчитываете после окончания вуза?».

В связи с тем, что уровень заработной платы в регионе изменяется со временем и соответственно изменяется уровень притязаний выпускников, в расчетах были использованы данные опросов только за два последних года.

Около 50 % респондентов приближаются по своим оценкам к реальной заработной плате в Приморском крае. Примерно столько же студентов имеют завышенные ожидания относительно уровня зарплаты (рис. 11).

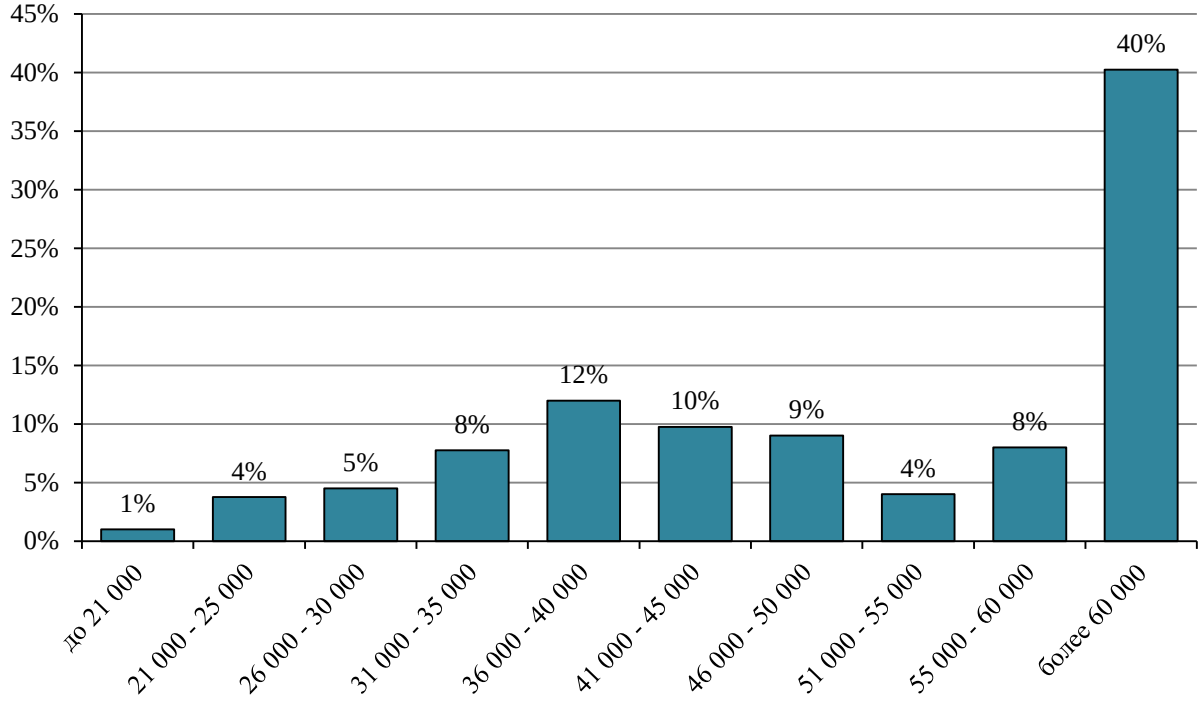

Рис. 11. Оценка ожиданий уровня заработной платы по окончании вуза (по данным 2020–2021 гг.)
Fig. 11. Assessment of salary expectations after graduation (based on data from 2020–2021)

Последние официальные данные по заработной плате выпускников крупнейшего университета Приморья – ДВФУ были представлены Министерством образования в 2015 году. Тогда она составляла 34 тысячи рублей. С тех пор средняя заработная плата по краю выросла не более чем на 15 %. Поэтому вряд ли большинство студентов могут рассчитывать на заработную плату свыше 40 тысяч рублей.

Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что у многих студентов неверное или искаженные представление о выбранной профессии и реалиях современного рынка труда. Характерно неадекватное представление выпускников о себе как субъекте карьерной деятельности. У студентов отсутствуют навыки поиска работы и общения с работодателями.

Для повышения трудовой мобильности выпускников на рынке труда необходимо:

– повысить осведомленность выпускников о своих правах и возможностях в поисках работы;

– совершенствовать правовой механизм трудоустройства молодых специалистов;

– обеспечить дополнительные гарантии в области трудоустройства и занятости выпускников вузов;

– широко использовать активные приемы и средства, способствующие созданию ситуации успеха в профессиональной деятельности;

– сделать гласными показатели востребованности выпускников на рынке труда на основе банка данных служб трудоустройства.

Список литературы

1. Баскакова Д.Ю., Белаш О.Ю., Шестопалов М.Ю. 2017. Трудоустройство выпускников вузов: ожидание и реальность. Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона, 1: 137–141.

2. Бутина Т.Д. 2019. Проблема удовлетворения ожиданий студентов в процессе обучения в университете. Современное образование: содержание, технологии, качество, 1: 197–199.

3. Доброногова Н.В. 2019. Построение карьеры для студентов и обучающихся: мотивы и этапы. Образование. Карьера. Общество, 2 (61): 35–37.

4. Жужома А.И., Шкуть П.В., Жужома Ю.Н. 2020. Анализ занятости на предмет возможного трудоустройства молодого специалиста: требования к соискателям и их ожидания. Modern Economy Success, 5: 235–240.

5. Каменских А.А. и др. 2018. Профессиональные ожидания студентов от учебы в вузе. Формирование гуманитарной среды в вузе: инновационные образовательные технологии. Компетентностный подход, 1: 158–164.

6. Кузьмин А.М., Высоковская Е.А. 2021. Теория ожиданий В. Врума – один из инструментов мотивации людей и влияния на их поведение. Методы менеджмента качества, 4; 35.

7. Митрофанова Е.А. и др. 2020. Формирование интегрированной системы трудоустройства выпускников вузов как условие развития экономики региона. Инновации и инвестиции, 2: 81–83.

8. Огурцова А.Ю. 2017. Проблема профессиональной реализации и карьерные ожидания студентов города Курска. Политика, экономика и инновации, 5: 8.

9. Родченкова О.Н., Васичкина О. Н. 2019. Решение проблем трудоустройства выпускников вузов на основе управления профессиональной и социальной компетенциями. Государственное и муниципальное управление. Ученые записки, 2: 80–85.

10. Смирнова Т.В. 2020. Обучение навыкам успешного трудоустройства и планирования карьеры выпускников как одна из приоритетных задач ВУЗа. Вестник современных исследований, 2–5: 30–32.

11. Степанова Ю.Б. 2018. Молодые специалисты с высшим образованием и работодатели: взаимные ожидания в практике социологического изучения. Вестник Поволжского института управления, 2: 95–103.

References

1. Baskakova D.Yu., Belash O.Yu., Shestopalov M.Yu. 2017. Trudoustrojstvo vypusknikov vuzov: ozhidanie i real'nost'. [Employment of university graduates: expectation and reality]. Planirovanie i obespechenie podgotovki kadrov dlya promyshlenno-ekonomicheskogo kompleksa regiona, 1: 137–141. (in Russian)

2. Butina T.D. 2019. Problema udovletvoreniya ozhidanij studentov v processe obucheniya v universitete. [The problem of meeting the expectations of students in the process of studying at the university]. Sovremennoe obrazovanie: soderzhanie, tekhnologii, kachestvo, 1: 197–199. (in Russian)

3. Dobronogova N.V. 2019. Postroenie kar'ery dlya studentov i obuchayushchihsya: motivy i etapy. [Career building for students and students: motives and stages]. Obrazovanie. Kar'era. Obshchestvo, 2 (61): 35–37. (in Russian)

4. Zhuzhoma A.I., Shkut' P.V., Zhuzhoma Yu.N. 2020. Analiz zanyatosti na predmet vozmozhnogo trudoustrojstva molodogo specialista: trebovaniya k soiskatelyam i ih ozhidaniya. [Analysis of employment on the subject of possible employment of a young specialist: requirements for applicants and their expectations]. Modern Economy Success, 5: 235–240. (in Russian)

5. Kamenskih A.A. and etc. 2018. Professional'nye ozhidaniya studentov ot ucheby v vuze. [Professional expectations of students from studying at the university]. Formirovanie gumanitarnoj sredy v vuze: innovacionnye obrazovatel'nye tekhnologii. Kompetentnostnyj podhod, 1: 158–164. (in Russian)

6. Kuz'min A.M., Vysokovskaya E.A. 2021. Teoriya ozhidanij V. Vruma – odin iz instrumentov motivacii lyudej i vliyaniya na ih povedenie. [Vroom's theory of expectations is one of the tools for motivating people and influencing their behavior]. Metody menedzhmenta ka-chestva, 4; 35. (in Russian)

7. Mitrofanova E.A. and etc. 2020. Formirovanie integrirovannoj sistemy trudoustrojstva vypusknikov vuzov kak uslovie razvitiya ekonomiki regiona. [Formation of an integrated system of employment of university graduates as a condition for the development of the regional economy]. Innova-cii i investicii, 2: 81–83. (in Russian)

8. Ogurcova A.Yu. 2017. Problema professional'noj realizacii i kar'ernye ozhidaniya studentov goroda Kurska. [The problem of professional implementation and career expectations of students in the city of Kursk]. Politika, ekonomika i innovacii, 5: 8. (in Russian)

9. Rodchenkova O.N., Vasichkina O.N. 2019. Reshenie problem trudoustrojstva vypusknikov vuzov na osnove upravleniya professional'noj i social'noj kompetenciyami [Solving the problems of employment of university graduates on the basis of professional and social competence management]. Gosudarstvennoe i municipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski, 2: 80–85. (in Russian)

10.Smirnova T.V. 2020. Obuchenie navykam uspeshnogo trudoustrojstva i planirovaniya kar'ery vypusknikov kak odna iz prioritetnyh zadach VUZa. [Teaching the skills of successful employment and planning the career of graduates as one of the priority tasks of the university]. Vestnik sovremennyh issledovanij, 2–5: 30–32. (in Russian)

11.Stepanova Yu.B. 2018. Molodye specialisty s vysshim obrazovaniem i ra-botodateli: vzaimnye ozhidaniya v praktike sociologicheskogo izucheniya. [Young specialists with higher education and employers: mutual expectations in the practice of sociological research]. Vestnik Povolzhskogo instituta upravleniya, 2: 95–103. (in Russian)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Мартышенко Сергей Николаевич, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры математики и моделирования, Владивостокский государственный универ-ситет экономики и сервиса, Владивосток, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sergey N. Martyshenko, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Mathematics and Modeling, Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, Russia

УДК 330.16
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-487-494

Вакцинация от COVID-19: модели поведенческой экономики

Мельникова О.А., Мельников М.Ю.
Уральский государственный медицинский университет,
Россия, 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3
Email: newfarmacia@mail.ru

Аннотация. Важную роль в жизни современного человека играет проблема выбора. В настоящее время поведенческая экономика рассматривается как качественно-положительная составляющая, применяемая к сопутствующей традиционной теории поведения потребителей. Это связано с тем, что с помощью поведенческой экономики можно объяснить различные противоречивые способы совершения определённых действий, которые лежат в основе выбора и суждений людей и не могут быть объяснены классической экономикой. В данной статье поведенческая экономика хорошо применяется к фармацевтической области, а именно к вопросам, связанным с вакцинацией в условиях COVID-19. Однако несмотря на то, что фармацевтическая область является очень благодатной почвой для исследований в области поведенческой экономики, исследования поведения потребителя в условиях коронавирусной инфекции практически отсутствуют. В данной работе мы постарались рассмотреть различные точки зрения, связанные с применением подходов поведенческой экономики и принятию решений о вакцинации. Исследования проводились с помощью эконометрики и математических методов. В связи с этим целью настоящего исследования является объяснение поведения потребителя по вопросам, связанным с вакцинацией, и построение математической модели. В данной статье рассмотрены ответы на такие вопросы, как поведенческая экономика может предотвратить распространение пандемии. Позволяет понять, почему соблюдение ограничений утомительно для потребителя и какую полезность с точки зрения потребителей может принести вакцинация. В работе предоставлен широкий обзор, показывающий, как стратегии поведенческой экономики могут влиять и реализовываться в различных областях фармацевтической области. В результате исследования были выявлены основные тенденции, влияющие на поведение потребителя, при вакцинации и описана математическая модель, выбора потребителя, связанная с вакцинацией от COVID-19. Полученные результаты вносят вклад в развитие поведенческой экономики в экстремальных ситуациях.

Ключевые слова: поведенческая экономика, математическая модель, вакцинация, потребитель.

Для цитирования: Мельникова О.А., Мельников М.Ю. 2021. Вакцинация от COVID-19: модели поведенческой экономики. Экономика. Информатика, 48 (3): 487–494. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-487-494.

Vaccination against COVID-19: behavioral economics models

Olga A. Melnikova, Mikhail Yu. Melnikov
Ural State Medical University
3 Repin St, Yekaterinburg, 620028, Russia
Email: newfarmacia@mail.ru

Abstract. The problem of choice plays an important role in the life of a modern person. Currently, behavioral economics is viewed as a qualitatively positive component applied to the accompanying traditional theory of consumer behavior. This is due to the fact that with the help of behavioral economics, it is possible to explain various contradictory ways of performing certain actions that underlie the choices and judgments of people and cannot be explained by classical economics. In this article, behavioral economics applies well to the pharmaceutical field, specifically to issues related to vaccination in the context of COVID-19. However, despite the fact that the pharmaceutical field is a very fertile ground for research in the field of behavioral economics,

research on consumer behavior in the context of coronavirus infection is practically absent. In this paper, we have tried to consider the different perspectives associated with the application of behavioral economics approaches and making decisions about vaccination. The research was carried out using econometrics and mathematical methods. In this regard, the purpose of this study is to explain consumer behavior on issues related to vaccination and to build a mathematical model. This article looks at answers to questions such as behavioral economics can prevent the spread of a pandemic. Provides insight into why compliance is tedious for the consumer and what benefits vaccination can bring to consumers. The paper provides a broad overview showing how behavioral economics strategies can influence and be implemented in various areas of the pharmaceutical field. As a result of the study, the main trends affecting consumer behavior during vaccination were identified and a mathematical model of consumer choice associated with vaccination against COVID-19 was described. The results obtained contribute to the development of behavioral economics in extreme situations.

Keywords: behavioral economics, mathematical model, vaccination, consumer.

For citation: Melnikova O.A., Melnikov M.Yu. 2021. Vaccination against COVID-19: behavioral economics models. Economics. Information technologies, 48 (3): 487–494 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-487-494.

Введение

Поведенческая экономика – это новое направление в области экономики, которое изучает влияние множества факторов (социальных, когнитивных, эмоциональных). Данное направление экономических исследований выходит за область традиционной экономической теории, поскольку раскрывает процессы и механизмы, которые влияют на поведение человека и принятие им решений о совершении той или иной покупки. Поведенческая экономика основана на таких известных науках, как психология, политика, социология [Ариели, 2013]. Однако наиболее тесно она связана с маркетингом [Laibson, 2015; Chetty, 2015]

Фармацевтическая отрасль постоянно развивается и представляет собой интересную нишу для исследования поведенческой экономики. В связи с этим необходимо провести исследования, целью которых является изучение влияния поведенческой экономики в период Covid-19 [Решетнева, Мельникова, 2019]. Актуальность данной статьи также подтверждается тем, что стратегии поведенческой экономики вполне могут внедряться на различных уровнях лекарственного обеспечения и в разнообразных аптечных организациях [Важенина, Мельникова, 2019], способствовать стимулированию эффективного поведения потребителей [Ariely et al., 2003].

В основе традиционной теории потребительского поведения лежит понятие человек экономический (или человек рациональный). Он является разумным существом и всегда стремится максимально извлечь прибыль из своей деятельности и осуществляет выбор экономических результатов своей деятельности. В такой концепции «человек рациональный» представляет собой человека с рациональным началом и твердым расчётом [Blaug, 1995]. Он не поддается влиянию эмоций, обладает определенной силой воли и категоричностью, он тщательно просчитывает все варианты и тщательно взвешивает все плюсы и минусы от тех действий, которые он хочет сделать. Из всего огромного количества информации он выбирает именно рациональное решение, сопоставляя имеющуюся информацию в соответствии со своими потребностями и предпочтениями [Frank, 2007].

Считается, что «человек рациональный» имеет уже сформированные предпочтения, которые не изменяются после того, как он приходит на рынок и делает свой выбор. Считается, что он имеет единственный интерес, который ориентирован только на материальный результат. Однако в плане такой рациональности он всё-таки представляет собой определенную ограниченность. Такая рациональность не подходит для объяснения некоторых действий и поведения потребителя. И в этом случае поведенческая экономика объясняет данный пробел [Талер, 2017].

В какой-то мере поведенческая экономика является дополнением к традиционной экономике и в какой-то степени призвана объяснить отклонение от стандартной модели, предложить какие-то новые пути для объяснения поведения потребителя. Важными понятиями поведенческой экономики является удовлетворенность от покупки, а также описание поведения людей при принятии решений, связанных с определенными рисками при выборе вариантов с известными вероятностями.

С другой стороны, на поведенческую экономику влияет эвристический (информированный) поиск, который представляет собой определенную совокупность приемов и методов. Данный поиск облегчает и упрощает решение различных познавательных, конструктивных и практических задач. Однако применение этой теории также может привести к активному искажению информации и определенным систематическим ошибкам при моделировании поведения потребителя [McAuley, 2010].

Теория дуального процесса мышления сравнивает выбор с двух сторон. С одной стороны – это логика, факты, рациональность, с другой стороны – это интуиция, чувство, иррациональность, т. е. это две противоположные системы. В зависимости от типа покупки эти две системы взаимодействуют друг с другом и представляют собой определенную комбинацию при принятии решения. В этой теории становится понятно, почему люди, у которых более сильная эмоциональная и импульсивная системы, чем рациональная, очень часто принимают иррациональное решение, которое не поддается объяснению [Camerer, Loewenstein, Rabin, 2014].

В теории перспектив люди часто оценивают выбор между альтернативами, связанными с рисками и выбором, имеющим определенность. Согласно данной теории люди относятся к возможным потерям с большей осторожностью, чем к возможной выгоде в случае приобретения того или иного товара. При осуществлении выбора в данной теории на потребителя будет влиять момент, связанный с упущенной выгодой. В результате того, что потребитель будет делать только один вариант выбора из возможных вариантов. Это является минусом данной теории и заставляет поставщиков представлять на рынок наилучшие возможные альтернативы с определённым обоснованием качества своего продукта, чтобы облегчить осознание правильного выбора потребителя.

Таким образом, поведенческая экономика признаёт, что потребители не всегда обладают полностью рациональным мышлением. Они стремятся удовлетворить свои потребности, реализовать свои предпочтения согласно разным идеям [Douma, Schreuder, 2012].

Пандемия COVID-19, вероятно, изменила почти все аспекты нашей деятельности – рынок труда, образование, человеческие отношения, в том числе и поведенческий выбор. Введены нисходящие ограничения и ограничения, чтобы остановить распространение вируса и как можно скорее вернуться к «нормальному» состоянию. Однако невозможно переоценить огромное влияние индивидуального поведения и решений на развитие пандемии.

Наша способность бороться с вирусом зависит от определенного набора действий и того, как мы их выполняем. Например, избегаем скоплений людей, носим перчатки и маски для лица. И все же, как показывает поведенческая экономика, наше поведение далеко от рационального, особенно в нынешней ситуации, наполненной стагнацией, неуверенностью и страхом. Поведенческая экономика может помочь нам понять, почему нам часто трудно подчиняться строгим правилам, и почему они не всегда приносят ожидаемые результаты. Целью данного исследования является предложение модели влияния вакцинации от COVID-19 на поведение потребителей, когда они сталкиваются со сложной средой выбора, выходя за рамки простых оценок рациональностей «да» / «нет». В результате появится возможность создавать более эффективные, более влиятельные на нашу избирательную рациональность действия и инициативы по борьбе с пандемией. Объектами исследования явились потребители и их поведение в условиях Covid-19. Методами исследования – построение эконометрической модели поведения потребителей.

Результаты исследования и их обсуждение

Теорию поведенческой экономики можно успешно реализовать в принятии решения о выборе вакцинации от COVID-19. Дело в том, что фармацевтическая область является благоприятной, поскольку без лекарственных препаратов невозможно поддержание здоровья, профилактика, лечение заболеваний, выработка коллективного иммунитета.

В контексте вакцинации против COVID-19 существует несколько факторов, связанных с рисками и мерами безопасности:

1. Желание вернуться к допандемическому образу жизни, лишенному социальной дистанции, масок, удаленной работы;
2. «Пофигизим», связанный с несоблюдением ограничений и подверженность в связи с этим риску заражения;
3. Осведомленность о необходимости вакцинации, но её непроведение;
4. Эффективность (в данном случае сомнения в эффективности вакцины).

Таким образом, в поведение потребителя в условиях пандемии COVID-19 вносятся элементы иррациональности.

Математически модель выбора может быть описана уравнением [Abaluck, Gruber, 2011] и адаптирована к ситуации COVID-19:

$$U_{ij} = Pj * \alpha + E\beta 1 + \sigma_{ij}^2 * \beta_2 + c_j * \beta_3 + Q_j * \beta_4 + e_{ij} \ (1).$$

Здесь U_{ij} – это общая полезность, обусловленная вакцинацией от Covid-19 ji-м потребителем, J – количество доступных вакцин, зарегистрированных на рынке, Pj – полезность от единичной вакцинации, E – ожидаемые расходы для государства на производство вакцины i по полезности Pj, σ_{ij}^2 – дисперсия расходов, c_j – вектор финансовых характеристик Pj, влияющих на ожидаемые расходы, Q_j – вектор показателей качества P (например, фирмы производители), e_{ij} – предполагает экстремальное значение для превращения уравнения в полиномиальную формулу.

В случае если потребители безразличны к мерам предосторожности и проведению вакцинации, то $\alpha = \beta_1$ <0. Тут важно понимать, что потребители во время пандемии должны нести ответственность за своё поведение – должны мыть руки, носить маски, сохранять социальную дистанцию, вакцинироваться для того, чтобы выработать коллективный иммунитет и не заболеть. Однако все эти преимущества неопределённы и размыты. Потребителя беспокоят вопросы: «Если я однажды не вымыл руки и не надел маску, не заболею ли я?», «Сколько раз необходимо вакцинироваться, чтобы получить иммунитет (пользу) и не заболеть?». Поскольку видимая польза не происходит слишком быстро, а мы всегда интуитивно настроены на быстрый эффект, не хотим нести дополнительные расходы и соблюдать наложенные ограничения. Таким образом, полезность от единичной вакцинации (Pj) и ожидаемые расходы (E) для государства на производство вакцины в условиях риска являются безразличными для потребителей. Также $\beta_3 = 0$, поскольку потребители безразлично относятся к финансовым характеристикам вакцины и её качеству, которые приводят к одинаковым E, а также σ_{ij}^2.

Можно ожидать, что β_2 <0 при условии, что потребители не склонны рисковать и являются законопослушными гражданами, понимающими важность вакцинации. Конечно, в этом случае таких рациональных потребителей могут интересовать вопросы, связанные с качеством вакцин $\beta_4 > 0$.

Если $|\alpha| >> |\beta_1|$, то потребитель является очень чувствительным к полезности от вакцинации. Если $\beta_3 \neq 0$, можно считать, что потребителей действительно будет волновать стоимость вакцин (вернее отечественное или зарубежное её производство), с помощью которых будет достигаться ожидаемый эффект от вакцинации и выработка коллективного

иммунитета. В этом случае, β_2 также может быть меньше нуля (β_2 <0), но незначительно, что связано с незначительным аспектами, связанными с усталостью потребителей от принятия решений, гарантирующих им правильный ход событий в будущем.

Например, по мере того как возрастает сложность решений, растет и наша усталость. В случае эпидемии COVID-19 выбор, который мы должны сделать, представляет собой сложную задачу. В новой реальности, и решения касаются не только соблюдения ограничений («рискуете ли вы, если встречаетесь с друзьями?»), но и многих других аспектов нашей жизни. Из-за существования совершенно новой и ранее неизвестной реальности мы вынуждены делать совершенно новый выбор. В случае профессиональной работы, например, помимо решений, относящихся к ее сути, мы должны решить все второстепенные вопросы, связанные с ее удаленным характером. Соответственно и вопросы, связанные с вакцинацией и её рисками тяжелого течения, но позволяющие в будущем после выработки иммунитета убрать аспекты, связанные с удаленной работой и перейти к полноценному общению, также рассматриваются потребителями.

Решения, которые мы принимаем в этой совершенно новой реальности, часто имеют неопределенные или неизвестные последствия. Таким образом, они более сложны и, следовательно, более утомительны, и чем больше мы устаем, тем худший выбор мы сделаем в отношении своего здоровья, работы и всех других аспектов нашей жизни. Более того, импульсивные действия, вызванные усталостью от принятия решений, по определению более рискованны и менее продуманы, поэтому могут представлять потенциальную угрозу для нашего здоровья.

Принимать решения – очень утомительно, поскольку требуется постоянный самоконтроль. А в период пандемии все устали от самоконтроля. Такой эффект можно называть истощением воли. Это связано с тем, что при самоконтроле требуются большие умственные ресурсы, которые интенсивно используются, а любая эмоционально требовательная ситуация их истощает. Истощение воли ведет к менее сдержанным и «разумным» решениям и действиям, поскольку контролировать себя утомительно, потребитель в какой-то момент теряет над собой контроль.

В период пандемии потеря контроля и совершение импульсивных поступков по несоблюдению коронавирусных ограничений приводят к волнам заболеваний. Т. е. истощение воли в переводе в контексте пандемии – это потеря самоконтроля, который может быть связан с отказом от ношения маски, мытья рук или отказом от встречи с друзьями, утрата нашей способности ограничивать себя.

Тем не менее необходимо понимать, что данная математическая модель не учитывает деление на рациональных и нерациональных потребителей. В этом случае, может быть два вида моделей [Houser, Keane, McCabe, 2004].

Для рациональных, принимающих решение на основе полезности вакцинации:

$$U_{ij} = (Pj + E) * \beta_{1i} + \sigma_{ij}^2 * \beta_{2i} + Q_{ij} * \beta_{4i} + e_{ij} \ (2).$$

И потребителей, которые сомневаются в возможном эффекте от вакцинации, задумываясь о её побочном действии:

$$U_{ij} = P_j\alpha_i + E_{ij} * \beta_{1i} + \sigma_{ij}^2 * \beta_{2i} + c_{ij} * \beta_{3i} + Q_{ij} * \beta_{4i} + e_{ij} \ (3).$$

В уравнении 2 имеются ограничения $\alpha = \beta_1$, $\beta_3 = 0$. Но принципиальное отличие состоит в том, что мы налагаем эти ограничения на индивидуальном уровне, а не на общие параметры, оцениваемые на основе объединенных данных. В отличие от уравнения (2) уравнение (3) не накладывает этих ограничений. Наконец, случайный член e_{ij} занимает крайнее значение в уравнениях обоих типов. Таким образом, в зависимости от типа поведения человека и параметров его предпочтений при вакцинации, мы получаем простую полиномиальную логит-модель. Данная модель, на взгляд авторов, может быть использована для прогнозирования вероятности вакцинации путём его сравнения с логистической кривой.

Таким образом, поведенческая экономика позволяет не только понять, почему соблюдение ограничений утомительно для нас, но и позволяет описать математически целый ряд действий, которые можно использовать для влияния на общество, учитывая неполную рациональность людей. Отдельные лица и группы потребителей могут влиять не только на разрешение или запрещение, но и формировать определённую информационную среду по проблеме вакцинации, побуждая других потребителей сделать правильный для них вывод. А полезность от проведения вакцинации может быть описана предложенными моделями.

Заключение

В заключение стоит отметить, что в данной статье рассматривается поведенческая экономика применительно к вакцинации и поведению потребителей в условиях COVID-19. Приводится объяснение поведения людей благодаря новым взглядам с точки зрения экономики, психологии и когнитивных функций. Подходы, изложенные в данной статье, также, как и стратегии поведенческой экономики могут быть реализованы в различных областях, связанных с иммунопрофилактикой с целью эффективного понимания поведения потребителей. Поведенческая экономика не является самостоятельной отраслью и не должна рассматриваться отдельно от традиционной экономической теории, а скорее всего будет представлять определенный вклад в арсенале современной экономики. Поведенческая экономика может быть очень полезной в фармацевтической области, поскольку она является эффективным поведенческим инструментом, позволяющим понять поведение потребителя и выявить теоретические последствия, особенности политики государства, направленной на поддержание и сохранение здоровья людей.

Список литературы

1. Ариели Д. 2013. Поведенческая экономика. Почему люди ведут себя иррационально и как заработать на этом. М.: Манн, Иванов и Фербер, 296 с.
2. Важенина Д.А., Мельникова О.А. 2019. Изучение потребительских предпочтений при выборе препаратов для купирования головной боли. В сборнике: Современная мировая экономика: проблемы и перспективы в эпоху развития цифровых технологий и биотехнологии. Сборник научных статей по итогам работы девятого международного круглого стола, 206–208.
3. Решетнева А.С., Мельникова О.А. 2019. Маркетинговые исследования посетителей аптек г. Екатеринбурга. В сборнике: Молодежь – практическому здравоохранению XIII Всероссийская с международным участием научная конференция студентов и молодых ученых-медиков, 360–362.
4. Талер Р. 2017. Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать. М.: Эксмо, 368 с.
5. Abaluck J., Gruber J. 2011. Choice inconsistencies among the elderly: Evidence from plan choice in the medicare Part D program. American Economic Review, 101 (4): 1180–1210.
6. Ariely D., Loewenstein G., Prelec D. 2003. “Coherent arbitrariness”: stable demand curves without stable preferences. Quarterly Journal of Economics, 118 (1): 73–105.
7. Blaug M. 1995. Economic theory in retrospect. Cambridge University press, 633 p.
8. Camerer C.F., Loewenstein G., Rabin M. 2004. Advances in behavioral economics. Russell Sage Foundation, 51 p.
9. Chetty R. 2015. Behavioral economics and public policy: a pragmatic perspective. The American Economic Review, 105: 1–33.
10. Douma S.W., Schreuder H. 2012. Economic approaches to organizations. Pearson Education, 282 p.
11. Elrod T., Keane M. 1995. A factor-analytic probit model for representing the market structure in panel data. Journal of Marketing Research, 32 (1): 1–16.
12. Erdem T., Keane M. 1996. Decision making under uncertainty: Capturing dynamic brand choice processes in turbulent consumer goods markets. Marketing Science, 15 (1): 1–20.
13. Erdem T., Keane M., Sun B. 2008. A dynamic model of brand choice when price and advertising signal product quality. Marketing Science, 27 (6): 1111–1125.
14. Fang H., Keane M., Silverman D. 2008. Sources of advantageous selection: Evidence from the medigap insurance market. Journal of Political Economy, 116 (2): 303–350.

15.Frank R. 2007. Behavioral economics and health economics, Diamond, Vartiainen (Eds.), Behavioral Economics and Its Applications, Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, 195–234.

16.Houser D., Keane M., McCabe K. 2004. Behavior in a dynamic decision problem: an analysis of experimental evidence using a Bayesian type classification algorithm. Econometrica, 72: 781–822.

17.McAuley I. 2010. When does behavioral economics really matter? Paper to accompany presentation to behavioral economics stream at Australian Economic Forum.

18.Laibson D., List J.A. 2015. Principles of (behavioral) economics. The American Economic Review, 105: 385–390.

References

1. Ariyeli D. 2013. Povedencheskaya ekonomika. Pochemu lyudi vedut sebya irratsional'no i kak zarabotat' na etom [Behavioral economics. Why do people behave irrationally and how to make money on it?] M.: Mann, Ivanov i Ferber, 296 p. (in Russian)

2. Vazhenina D.A., Mel'nikova O.A. 2019. Izucheniye potrebitel'skikh predpochteniy pri vybore preparatov dlya kupirovaniya golovnoy boli [Study of consumer preferences when choosing medications for headache relief]. V sbornike: Sovremennaya mirovaya ekonomika: problemy i perspektivy v epokhu razvitiya tsifrovykh tekhnologiy i biotekhnologii Sbornik nauchnykh statey po itogam raboty devyatogo mezhdunarodnogo kruglogo stola, 206–208. (in Russian)

3. Reshetneva A.S., Mel'nikova O.A. 2019. Marketingovyye issledovaniya posetiteley aptek g. Yekaterinburga [Marketing research of visitors to pharmacies in Yekaterinburg]. V sbornike: Molodezh' - prakticheskomu zdravookhraneniyu XIII Vserossiyskaya s mezhdunarodnym uchastiyem nauchnaya konferentsiya studentov i molodykh uchenykh-medikov, 360–362. (in Russian)

4. Taler R. 2017. Novaya povedencheskaya ekonomika. Pochemu lyudi narushayut pravila traditsionnoy ekonomiki i kak na etom zarabotat' [The new behavioral economy. Why do people violate the rules of the traditional economy and how to make money on it]. M.: Eksmo, 368 p. (in Russian)

5. Abaluck J., Gruber J. 2011. Choice inconsistencies among the elderly: Evidence from plan choice in the medicare Part D program. American Economic Review, 101 (4): 1180–1210.

6. Ariely D., Loewenstein G., Prelec D. 2003. “Coherent arbitrariness”: stable demand curves without stable preferences. Quarterly Journal of Economics, 118 (1): 73–105.

7. Blaug M. 1995. Economic theory in retrospect. Cambridge University press, 633 p.

8. Camerer C.F., Loewenstein G., Rabin M. 2004. Advances in behavioral economics. Russell Sage Foundation, 51 p.

9. Chetty R. 2015. Behavioral economics and public policy: a pragmatic perspective. The American Economic Review, 105: 1–33.

10.Douma S.W., Schreuder H. 2012. Economic approaches to organizations. Pearson Education, 282 p.

11.Elrod T., Keane M. 1995. A factor-analytic probit model for representing the market structure in panel data. Journal of Marketing Research, 32 (1): 1–16.

12.Erdem T., Keane M. 1996. Decision making under uncertainty: Capturing dynamic brand choice processes in turbulent consumer goods markets. Marketing Science, 15 (1): 1–20.

13.Erdem T., Keane M., Sun B. 2008. A dynamic model of brand choice when price and advertising signal product quality. Marketing Science, 27(6): 1111–1125.

14.Fang H., Keane M., Silverman D. 2008. Sources of advantageous selection: Evidence from the medigap insurance market. Journal of Political Economy, 116(2): 303–350.

15.Frank R. 2007. Behavioral economics and health economics, Diamond, Vartiainen (Eds.), Behavioral Economics and Its Applications, Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, 195–234.

16.Houser D., Keane M., McCabe K. 2004. Behavior in a dynamic decision problem: an analysis of experimental evidence using a Bayesian type classification algorithm. Econometrica, 72: 781–822.

17.McAuley I. 2010. When does behavioral economics really matter? Paper to accompany presentation to behavioral economics stream at Australian Economic Forum.

18.Laibson D., List J.A. 2015. Principles of (behavioral) economics. The American Economic Review, 105: 385–390.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мельникова Ольга Александровна, доктор фармацевтических наук, доцент, профессор кафедры управления и экономики фармации, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

Мельников Михаил Юрьевич, кандидат химических наук, доцент кафедры фармации и химии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga A. Melnikova, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Management and Economics of Pharmacy, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

Mikhail Yu. Melnikov, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmacy and Chemistry, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

Экономика. Информатика. 2021. Том 48, № 3 (495–506)
Economics. Information technologies. 2021. Vol. 48, No. 3 (495–506)

УДК 338.48
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-495-506

Методология управления бизнес-субъектами рынка туристских услуг в условиях активизации конкурентного процесса

[1] Песоцкая Е.В., [2] Селютина Л.Г.
[1] Санкт-Петербургский государственный экономический университет
Россия, 191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21
E-mail: epes2@mail.ru
[2] Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Россия, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9
E-mail: ya.slarisa@ya.ru

Аннотация. Характерной чертой современного туристского рынка является активизация конкурентного процесса. Научные разработки в области управления конкурентоспособностью организаций, выводящих на рынок туристские продукты и услуги, не в полной мере отражают методологические положения современной управленческой парадигмы, концентрирующейся на развитии и эффективном использовании межсубъектных взаимодействий и бизнес-контактов. В связи с этим цель исследования – сформулировать методологические положения, обеспечивающие разработку эффективных управленческих решений в организациях туристского бизнеса, функционирующих в конкурентно-активной среде туристского рынка, с учетом возможностей для их взаимодействия, включения в сетевые образования и использования фактора корпоративной идентичности. В статье раскрыты научно-теоретические и методологические основы конкурентного поведения и обеспечения конкурентоспособности бизнес-субъектов туристского рынка и управления ею с ориентацией управленческого процесса на использование инструментов межсубъектных взаимодействий, ведущих к формированию предпринимательских сетей. Выполнен анализ принципов и методических приемов, рекомендуемых к внедрению в управление туристскими сетями, сфокусированный на конкурентную проблематику. Сформирован комплекс методических положений, использование которых способно обеспечить установление, поддержание и развитие корпоративной идентичности туристских сетей и разработку решений, реализующих на практике ее методологию. Значимость полученных результатов заключается в трансформации теоретико-методолгического базиса управления вовлеченными в интенсивную конкуренцию бизнес-субъектами рынка туристских услуг в соответствии с положениями концепции взаимодействия, сетевой теории и теории конкуренции, а также методологией корпоративной идентификации.

Ключевые слова: туристские организации, управление, конкуренция, межсубъектные взаимодействия, туристские сети, корпоративная идентичность.

Для цитирования: Песоцкая Е.В., Селютина Л.Г. 2021. Методология управления бизнес-субъектами рынка туристских услуг в условиях активизации конкурентного процесса. Экономика. Информатика, 48 (3): 495–506. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-495-506.

Methodology for managing business entities of the tourist services market in the context of intensifying the competitive process

[1] Elena V. Pesotskaya, [2] Larisa G. Selyutina
[1] St. Petersburg State University of Economics, 21 Sadovaya str., 191023, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: epes2@mail.ru
[2] Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9 Moskovsky pr.,
St. Petersburg, 190031, Russia
E-mail: ya.slarisa@ya.ru

Abstract. A characteristic feature of the modern tourist market is the intensification of the competitive process. Scientific developments in the field of managing the competitiveness of organizations that introduce tourism products and services to the market do not fully reflect the methodological provisions of the modern

management paradigm, which focuses on the development and effective use of intersubjective interactions and business contacts. In this regard, the purpose of the study is to formulate methodological provisions that ensure the development of effective management decisions in tourism business organizations operating in a competitively active environment of the tourism market, taking into account the possibilities for their interaction, inclusion in network formations and the use of the factor of corporate identity. The article reveals the scientific, theoretical and methodological foundations of competitive behavior and ensuring the competitiveness of business entities of the tourism market and its management with the orientation of the management process towards the use of tools of intersubjective interactions leading to the formation of entrepreneurial networks. The analysis of the principles and methodological techniques recommended for implementation in the management of tourist networks, focused on competitive issues, is carried out. A complex of methodological provisions has been formed, the use of which can ensure the establishment, maintenance and development of corporate identity of tourist networks and the development of solutions that implement its methodology in practice. The significance of the results obtained lies in the transformation of the theoretical and methodological basis for managing the business entities of the tourist services market involved in intense competition in accordance with the provisions of the concept of interaction, network theory and theory of competition, as well as the methodology of corporate identification.

Key words: tourism organizations, management, competition, inter-entity interactions, tourism networks, corporate identity.

For citation: Pesotskaya E.V., Selyutina L.G. 2021. Methodology for managing business entities of the tourist services market in the context of intensifying the competitive process. Economics. Information technologies, 48 (3): 495–506 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-495-506.

Введение

Одной из основных тенденций, сформировавшихся в хозяйственном комплексе Российской Федерации, является активизация и нарастающая динамика конкурентного процесса. В этих условиях перед реально функционирующими бизнес-субъектами ставятся новые, более сложные управленческие задачи, касающиеся обеспечения, поддержания и развития их конкурентоспособности. Уровень сложности данных задач не однороден. В ряде отраслей и хозяйственных сфер они приобретают статус первостепенных, требующих решения силами как тактического, так и стратегического управления, что обуславливается, в первую очередь, интенсивностью конкуренции и ее возрастанием в обозримой перспективе. К числу таких сфер относится рынок туристских услуг, обладающий многочисленными и многосторонними хозяйственными связями и межсубъектными взаимодействиями. Такие взаимодействия необходимо учитывать в управлении конкурентоспособностью бизнес-субъектов туристского рынка, что влечет за собой качественное преобразование процесса формирования управленческих решений в его методологическом контуре [Pesotskaya et al., 2019].

Конкурентоспособность принято увязывать с понятием «качество», что в целом справедливо, но недостаточно для раскрытия ни социально-экономической сущности конкурентоспособности, ни методологии ее анализа и оценки, ни заложенных в ней возможностей для формирования эффективных управленческих решений. Ключевым признаком категории конкурентоспособности следует считать ее сравнительный характер, что предусматривает необходимость использования принципа вариативности в аналитических процедурах, интегрирования частных показателей и параметров в комплексном показателе конкурентоспособности, его структурного анализа и выявления конкурентных преимуществ, которые могут стать основой для принятия решений управленческого характера.

Методологический подход к управлению конкурентоспособностью бизнес-субъектов туристского рынка и формируемого ими рыночного предложения не может не учитывать такого объективного явления, как установление межсубъектных взаимодействий и контактов, создание на их основе предпринимательских сетей. Присоединение турорганизаций к сетям позволяет им достичь дополнительных преимуществ за счет снижения маркетинговых рисков

и рисков, связанных с изменениями конкурентной среды, а также снижения издержек в технологической цепочке производства туристских продуктов и услуг, укрепления имиджа, налаживания взаимосвязей с органами государственного и регионального регулирования.

«Сетезация» туризма получила импульс к развитию в последние десятилетия, что наблюдается на международном уровне. В числе детерминант такого развития явились: процесс глобализации, в который вовлечен туризм; информатизация бизнес-процессов; становление и развитие общественных организаций, деятельность которых затрагивает туристскую проблематику. Но основным детерминирующим фактором является собственно логика производственно-рыночной деятельности бизнес-субъектов туристского рынка, функционирующих в условиях высокой конкурентной активности и стремящихся к увеличению конкурентных преимуществ за счет «вхождения» в сеть. Взаимодействия в туристских сетях придают этим сетям специфическое свойство – они позволяют идентифицировать их как известные в теории управления образования корпоративного типа. Их отличает стремление к добровольному согласованию действий, скоординированности, партнерству при отказе от «жесткого» регламентирования. Таким образованиям свойственна корпоративная идентичность, которая формируется в рамках одного из функционалов системы управления сетью – управления персоналом, задачи которого концентрируются в данном случае на определении профессиональных стандартов и достижении однородности в качестве труда.

В этом контексте поставленная в данном исследовании цель предопределила постановку и последовательное решение следующих взаимосвязанных задач:

− раскрыть методологические положения, касающиеся обеспечения конкурентоспособности современного туристского бизнеса за счет реализации таких управленческих механизмов, как формирование межсубъектных взаимодействий и создание на их основе предпринимательских сетей, рационализация управления сетями, формирование их корпоративной идентичности;

− выполнить анализ принципов и методов управления предпринимательскими сетями в туризме с учетом фактора конкуренции;

− разработать методические рекомендации, использование которых позволит формировать корпоративную идентичность рассматриваемых сетей и управленческие решения по ее обеспечению, развитию и практическому применению.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступает система управления бизнес-субъектами рынка туристских услуг. В исследовании использовались общетеоретические методы, такие как метод анализа и синтеза, социально-экономического моделирования, сущностной интерпретации исследуемого объекта, научной типологизации, экспертных оценок. Применялись и предметно-ориентированные методы и приемы: методы конкурентного анализа, получения интегрированных оценок, контекстной идентификации, структурирования. Модель исследования выстроена на принципах движения от общего к частному и относится к классу логических моделей.

Результаты и их обсуждение

Современный период развития рынка туристских услуг обладает рядом отличительных характеристик. Исследователи и аналитики, интересующиеся данным рынком (его проблемами, тенденциями и перспективами), выделяют в числе таких характеристик повышение и дифференциацию спроса на туристские услуги; увеличение разнообразия рыночного предложения; активизацию бизнес-процессов в национальном туризме; изменение представлений предпринимательского сообщества о коммерческой привлекательности туристской сферы и целесообразности инвестирования проектов туристской направленности;

совершенствование управленческого процесса как на уровне отдельных турорганизаций, так и в их интегрированных формах и целый ряд других [Федорцова, 2020].

Особое место среди отличительных характеристик занимает наблюдаемая практически во всех секторах туристского рынка активизация и интенсификация конкуренции, которая в силу своего детерминирующего воздействия видоизменяет используемый в туризме управленческий инструментарий, причем касающийся не только разработки и реализации тактических решений, но и формирования бизнес-стратегий и адекватных им стратегий управления [Selyutina et al., 2020]. Конкурентная активность как экономическая категория (применительно к различным видам товаров и услуг, а также их продуцентов) рассматривается и предметно анализируется в трудах [Селютина, 2002; Govoreanu et al., 2010; Хакимов, 2019 и др.]. Анализ заявленных этими авторами методологических позиций обнаруживает единство мнений по поводу сравнительного характера категории конкурентоспособности, ее связи с понятием «качество» и ее интегративности. Конкурентоспособность того или иного объекта (в рассматриваемом контексте – туристских услуг) определяется в ходе сопоставления ряда вариантов. Она не является абсолютным показателем, но демонстрирует преимущества одного объекта перед другим. Базовым элементом оценки конкурентоспособности является оценка качества. При определении конкурентоспособности туристской услуги учитывается множество параметров, синтезированных в ее качестве. Причем в данном случае речь идет о расширенном множестве, что обусловлено спецификой туристских услуг – многосоставных, вариативных и формирующихся на принципах комбинаторности.

В аналитической практике конкурентоспособность иногда рассматривают как синоним понятия качества, что, в принципе, объяснимо лидирующим положением последнего в оценке конкурентоспособности. Однако четко разграничивать эти понятия в процессе управления бизнес-субъектами туристского рынка совершенно необходимо. Качество есть отражение свойств (одного, нескольких или синтезированных). Оно может быть выражено соответствующими аналитической задаче абсолютными показателями, имеющими размерность. Конкурентоспособность – это всегда интегральная оценка и, что главное, всегда относительная. Она не имеет размерности. Ее итоговые сравнительные характеристики должны выражаться интегральным индексом или, в крайнем случае, если аналитику достаточно самых общих, приблизительных оценок, – в баллах. Так как конкурентоспособность всегда относительна и требует проведения процедуры сопоставления, можно утверждать, что она самым тесным образом связана с условиями туристского рынка, на котором и формируются подлежащие сопоставлению варианты. Туристские услуги с аналогичным качеством (точнее – почти аналогичным, т. к. полная аналогия услуг невозможна) может быть более или менее конкурентоспособной на различных сегментах туристского рынка, в различные периоды времени, при различиях в состоянии и динамике рыночной среды. Относительный характер конкурентоспособности туристских услуг накладывает отпечаток на управление бизнес-субъектами, функционирующими в туризме. Во-первых, он изменяет целевые ориентиры управления, не позволяя не учитывать в них фактор конкурентоспособности. Во-вторых, он выдвигает на первый план необходимость формирования в системе управления туристской организацией подсистемы, ориентированной на управление конкурентоспособностью в ее стратегических и тактических аспектах и даже на изменение самой управленческой концепции, когда последовательное развитие конкурентоспособности становится основополагающей целью.

Методология управления конкурентоспособностью, помимо теоретических представлений о сущности этой категории и фундаментальных принципах ее формирования, должна включать и объективные процессы, складывающиеся на рынке туристских услуг и достигшие высокой устойчивости. Нельзя не заметить, что в бизнес-среде туристского рынка активно развиваются межсубъектные взаимодействия с формированием образований сетевого типа – предпринимательских сетей. Становление и развитие межсубъектных взаимодействий не является случайным. В его истоках – конкурентная динамика, которая побуждает

конкурирующие организации искать дополнительные конкурентные преимущества, в частности, преимущества, обусловленные взаимовыгодными межсубъектными взаимодействиями.

Современный взгляд на маркетинг, менеджмент, социально-экономическое управление, объединенную деятельность, получившую название «маркетинг-менеджмент» [Юлдашева, 2016; Багиев, Сомова, 2019], рассматривает несколько видов межсубъектных взаимодействий, которые формируются на различных типах рынка. Каждый из типов в той или иной мере влияет на конкурентоспособность функционирующих на них организаций. Если ориентироваться на фундаментальные положения рыночной теории, в качестве наиболее активно воздействующих на конкурентоспособность вовлеченных в рыночный процесс организаций выступают взаимодействия в цепочке «производитель-потребитель» и взаимодействия, которые формируются между производителями в процессе создания интегрированного (сложносоставного) продукта. К таким продуктам относится и туристский продукт, а также туристская услуга, обеспечивающая его потребление. С позиций сетевого подхода в фокус исследовательского интереса попадают, в первую очередь, взаимодействия между бизнес-субъектами туристского рынка, стремящиеся к согласованному функционированию, помогающему им в достижении индивидуальных целей. Но нельзя недооценивать и другой аспект сетевого подхода. Индивидуальные производители и их сеть способны эффективно функционировать лишь при достижении сбалансированности в цепочке «производитель-потребитель», что относится к классу маркетинговых задач. Соединяясь, эти аспекты образуют, по сути, конструкцию, которую принято называть системой маркетинг-менеджмент и закладывают основы необходимого для ее внедрения методического инструментария. При рассмотрении маркетингового аспекта проявления сетевого подхода в туристском бизнесе и возможности его использования в управлении конкурентоспособностью туристских организаций необходимо ориентироваться на особенности спроса на туристские продукты и услуги и их потребления. В литературе, посвященной отличительным свойствам туристской услуги и туристского потребления [Каныгин, Хорева, 2016; Сущинская, 2017], представлена расширенная характеристика особенностей спроса на услуги данного вида, из которых как наиболее существенные в контексте конкурентоспособности можно выделить следующие:

- неопределенный характер спроса;
- неточность уровня его удовлетворения;
- связь с социальными процессами;
- периодичность его проявления и возможность создания приверженности со стороны потребителей (носителей спроса) к определенной туристской организации, т. е. обеспечение лояльности потребителей.

Влияние данных особенностей на параметры конкурентоспособности вариативно. Первые три из них могут оказывать на конкурентоспособность бизнес-субъектов туристского рынка как положительное, так и отрицательное воздействие. Так, неопределенность спроса и приближенность его оценивания может создать как негативный, так и позитивный фон в процессе потребления. Причем вполне возможна его коррекция за счет усилий со стороны производителя в виде рекламы, пропаганды. И к негативным, и к позитивным последствиям может привести связь турбизнеса с социальными процессами. Туризм всегда находится в сфере общественных интересов. Потребительский спрос в этих условиях формируется не только исходя из индивидуальных потребностей, но и с учетом сложившихся общественных представлений. Деятельность турбизнеса и его отдельных представителей зачастую влечет за собой общественный резонанс, который, естественно, может быть как позитивным, так и негативным. Иначе проявляется влияние последней из указанных особенностей. Потребительское поведение в сфере туризма, как показывает отечественный и зарубежный опыт, часто характеризуется таким свойством как формирование приверженности к услугам одной и той же туристской организации (это свойство проявляется и в производстве многих

других видов услуг). Потребитель, у которого сформировалось ощущение удовлетворенности процессом потребления турпродукта или туруслуги, принципиально готов к продолжению контактов с их производителем. Он приобретает мотивацию к продолжению, укреплению и развитию таких контактов, т. е. к повторному, а затем и многократному потреблению услуг одного производителя. При условии длительности таких контактов можно говорить о создании особых отношений в звене «производитель-потребитель» – отношений сетевого типа, опирающихся на наличие взаимной выгоды и устойчивые межсубъектные связи. Обладание такими контактами и само включение в рассматриваемую сеть создает дополнительные конкурентные преимущества туристским организациям. Они значительно снижают маркетинговые риски, причем как связанные с динамикой и неопределенностью спроса, так и связанные с трансформацией конкурентной среды.

Рассматривая «сетезацию» производителей турпродуктов и туруслуг – бизнес-субъектов туристского рынка, следует отметить, что она влечет за собой целый ряд эффектов, непосредственно влияющих на их конкурентоспособность. Появляется возможность для координации их действий, что ведет к снижению издержек как в отношении производства и реализации туристских продуктов, так и в отношении управления организацией турбизнеса. Эти возможности дополняются согласованностью в сфере продвижения продуктов, использованием единых и универсальных средств продвижения (например, средств передачи в потребительскую среду необходимой информации). Расширяются перспективы в области проведения исследовательских разработок, ознакомления с опытом лидеров туристского рынка. Укрепляются контакты и взаимодействия с органами регулирования туристской деятельности. Предпринимательские сети туристского профиля, являясь профессиональным сообществом, оказываются способными активно воздействовать на действующие системы государственного и регионального регулирования, отстаивая свои согласованные цели и корпоративные интересы.

Значительный эффект «сетезации» туристской деятельности достигается за счет их способности пополнять и даже трансформировать территориальный социально-экономический потенциал. Задачи территориального развития во многих туристских дестинациях всегда согласуются и учитывают потенциал туристских сетей, привязанных к их территории. На многих территориях потенциал туристских сетей становится доминирующим, определяющим: потенциал и перспективы бизнеса, связанного с туризмом; возможности для повышения уровня жизни населения; перспективы развития транспорта, логистики, другой инфраструктуры, не только напрямую, но и косвенно связанной с туризмом; возможности сохранения культурно-исторического наследия; перспективы в отношении повышения уровня занятости населения и т. п.

Внедрение сетевых форм в развитие туристской индустрии приобрело высокую активность в современном периоде. Его увязывают с процессом глобализации, с беспрецедентным уровнем развития информационных технологий. И тот, и другой фактор объективно присутствует и безусловно, является активно действующим стимулом развития туристской деятельности, и детерминантом конкурентоспособности бизнес-субъектов туристского рынка. Однако определяя характер и интенсивность их возведения, необходимо дать следующие пояснения.

Глобализация касается, в первую очередь, международного туризма. На международном уровне активно функционируют институты, оказывающие влияние на развитие туризма и обладающие инструментами, стимулирующими конкурентный процесс. Институтом, непосредственно ориентированным на поддержку международного туризма, является Всемирная туристская организация (World Tourism Organization), в течение многих десятилетий осуществляющая координацию деятельности стран, входящих в ее состав в области туризма. Перечень выполняемых ею функций включает в себя [Харламова, 2014]: укрепление международного сотрудничества в целях развития туризма; повышение качества и устойчивости в развитии туризма; ведение статистики в области туризма и разработка на ее

основе рекомендаций управленческого характера; исследование туристских рынков; определение требований к кадрам, работающим в туриндустрии, и мероприятий по их подготовке; коммуникации и ведение унифицированной документации; развитие новых технологий в туриндустрии.

Заметное влияние на развитие международного туризма оказывают и организации, регулирующие бизнес-деятельность в целом (ВТО, ЕС, БРИКС и др.) и определяющие единую политику международной экономической деятельности.

Данные организации сформированы на международном уровне и именно поэтому рассматриваются как регулятор международного туризма. Но направления их деятельности полностью корреспондируются с ведением других видов туристского бизнеса и не могут не быть ориентирами для всех его субъектов.

Глобализация обеспечивается информационными технологиями, которые, с одной стороны, формируют ее инфраструктуру и возможности «сетезации» в туризме, а с другой стороны представляет для нее необходимый ресурс. Следует, в этом контексте, привести тезис, высказанный В.Л. Иноземцевым, согласно которому распространение информации тождественно ее самовозрастанию, что исключает применение к ней понятия редкости, при этом потребление информации не вызывает ее исчерпаемости как экономического ресурса [Иноземцев, 2019].

Использование информационных технологий свидетельствует об использовании сетевого подхода в организации туристского бизнеса и управление им. Модель турбизнеса, выстроенная на базе максимизации информационного обмена и широкого использования информационных технологий, представляет собой сетевое образование горизонтального типа, а горизонтальные связи и сам информационный ресурс позволяют получить дополнительные (организационно-информационные, коммуникативные) конкурентные преимущества всем его участникам.

При всей актуальности и популярности таких факторов, как глобализация и информатизация туристского бизнеса, важно отметить, что их не следует рассматривать как основные детерминанты развития туризма и повышения конкурентоспособности туристских организаций. Более обосновано характеризовать их как дополняющие (или вторичные), а в качестве основного (или первичного) определять изложенную выше логику производственно-рыночного поведения бизнес-субъектов туристского рынка, неизбежно вовлекаемых в интенсивный конкурентный процесс и пытающихся достичь прироста конкурентоспособности за счет формирования предпринимательских сетей.

Несмотря на то, что взаимодействия в таких сетях носят «мягкий» характер, т. е. не подразумевают применение в управленческом процессе решений, однозначно регламентирующих функционирование или предписывающих определенный стиль производственно-рыночного поведения, а ограничиваются координацией и добровольным согласованием действий, речь идет об образовании корпоративного типа. Это означает, что по отношению к ним могут и должны быть использованы методы корпоративного управления с поправкой на экономическую природу управляемого объекта – предпринимательские сети в туристском бизнесе с их «мягкими» межсубъектными взаимодействиями.

С учетом этого обстоятельства представляется необходимым обратиться к известному в теории управления понятию «корпоративная идентичность», исследовать возможности ее обеспечения в условиях туристского рынка и перспективы в отношении приобретения конкурентных преимуществ кооперирующимися и формирующими предпринимательскую сеть предприятиями туристского профиля. При этом саму корпоративную идентичность (ее формирование и развитие) следует характеризовать как один из способов, с помощью которых можно обеспечить рационализацию управления сетями и системой присущих им межсубъектных взаимодействий.

Формирование корпоративной идентичности традиционно рассматривают в рамках одного из функциональных элементов системы управления – управления персоналом. Задача

ставится следующим образом – персонал, объединенный не только структурой системы управления, но и корпоративной идентичностью, в целом работает с большей эффективностью, в полном соответствии с профессиональными стандартами и последовательно приближаясь к достижению однородности в качестве труда. В сфере туризма, применительно к предпринимательским сетям, эта задача дополняется, по меньшей мере, еще тремя.

Во-первых, корпоративная идентичность и обеспечивающие ее мероприятия позволяют достичь целостности в восприятии туристской сети как крупного обладающего хозяйственной самостоятельностью и мощным производственно-рыночным потенциалом субъекта. Причем это восприятие складывается абсолютно у всех участников туристского рынка: потребителей, конкурентов, партнеров, органов госрегулирования, представителей общественности. Данная задача может быть интерпретирована как задача маркетингового типа в части маркетинга, касающейся установления и укрепления имиджа туристской сети и бизнес-субъектов, входящих в их состав.

Во-вторых, задача формирования корпоративной идентичности, направленная на повышение качества труда, смыкается с задачей по обеспечению взаимодействий в туристских сетях. Фактор корпоративного единства способствует профессиональным контактам и, что крайне важно, позволяет оценивать и анализировать эффективность таких контактов.

В-третьих, решение данной задачи позволяет выйти за рамки управления персоналом в его инструментальном понимании (как имеющееся в любой организации управление кадрами), и перевести его на качественно новый уровень. Корпоративная идентичность туристских сетей становится стратегическим фактором, на основе которого выстраивается комплекс стратегически значимых функционалов:

− организация непрерывного процесса профессионального обучения, обеспечивающего соответствие уровня подготовки задействованных в туристской сети специалистов возрастающим требованиям;

− организация стратегического мониторинга уровня подготовленности специалистов с перспективой реализации всех возможностей мониторингового механизма;

− создание предпосылок для повышения конкурентоспособности всех организаций, входящих в туристскую сеть за счет формирования внутрисетевого ресурсного обмена;

− формирование производственно-технологических взаимодействий, при которых на каждой из стадий процесса создания туристской услуги (комплексной и структурно-сложной) или туристского продукта, обеспечивается высокое качество, детерминируемое качеством персонала;

− создание условий для обеспечения рыночной устойчивости всех участников сети, их успешной интеграции в регуляторную среду туристского рынка и, в конечном счете, использование всех преимуществ крупного бизнеса как в стратегических горизонтах, так и на тактическом и даже оперативном уровне.

Характеризуя корпоративную идентичность как организационно-управленческую категорию, важно подчеркнуть, что она существует и используется совместно с понятием отраслевой идентичности. Отраслевая идентичность формируется в том случае, когда и бизнес-субъекты туристских сетей, и задействованный в них персонал отождествляют себя с туризмом как с перспективным, обладающим социально-экономической значимостью видом деятельности. Отраслевая идентичность в туризме, как явление, появилась относительно недавно. Она связана с ростом популярности данной отрасли, очевидным возрастанием его роли в хозяйственном комплексе страны и ее регионов. Этот рост вызван целым рядом объективно протекающих процессов, в том числе и наблюдаемых на международном уровне, – глобализацией, развитием постиндустриального общества, изменением общественных потребностей, информатизацией и развитием инфраструктуры. Популярность отраслевой идентичности мотивируется и национальными факторами. На отечественном туристском рынке можно наблюдать такое явление как взрывной спрос на туристские продукты,

появившийся в последние десятилетия, который, несмотря на некоторое его снижение при ограничениях в период пандемии, сохранится и в обозримой перспективе. Можно наблюдать и широчайшую вариативность представленных на рынке турпродуктов и услуг, причем эта вариативность (а значит развитие) продолжает возрастать, поддерживая отраслевую идентичность туризма и конкурентоспособность как вида (отрасли) бизнеса.

На фоне отраслевой идентичности формируется корпоративная идентичность предпринимательских сетей туристского профиля. Популярность туризма как отрасли, безусловно, способствует позитивной идентификации как сетей, так и входящих в их состав турорганизаций, что поддерживается и действующей системой государственного и регионального регулирования, все чаще включающих туризм в число приоритетных отраслей и сфер.

Корпоративная идентичность туристских сетей слагается из двух моделей: корпоративной культуры и корпоративных компетенций. Выделение этих моделей не имеет принципиальной новизны (они рассматриваются, в частности в работах [Камерон, 2001; Tang, Naumann, 2016; Иванова и др., 2019]), но в условиях функционирования туристских сетей проявляется их специфика. Корпоративная культура в корпоративных сетях относится к разряду культур сервисного типа, отличительной чертой которых является четкая ориентация на предоставление услуг их непосредственным потребителям и развития непосредственных контактов между производителем и потребителем с их особой культурной ценностью. Сервисная культура не отрицает необходимость опираться на культурные ценности при всех других контактах и бизнес-взаимодействиях, но приоритет отдается именно носителям потребности, они же напрямую оценивают качественные параметры деятельности туристской организации, что отражается на ее конкурентоспособности. В образованиях сетевого типа (особенно тех, что формируются в рамках технологической цепочки производства туристских продуктов и услуг) сервисная культура расширяет свои возможности. В технологической цепочке каждый из ее участников может выступать в роли производителя (продукта или услуги), так и в роли их потребителя. Например, гостиничный комплекс, являющийся производителем гостиничных услуг, может выступать в качестве потребителя услуг предприятий общественного питания, бытового обслуживания, спортивного или развлекательного профиля и т. п. В этих условиях абсолютно все участники сети при всей их многочисленности и при отсутствии у многих из них непосредственной связи с конечным потребителем (туристом) сталкиваются с необходимостью культивировать ценности, свойственные сервисной культуре, и придерживаться их на всех этапах производственно-хозяйственной деятельности.

Помимо «сервизации» корпоративной культуры туристской сети существует и следующая важнейшая особенность корпоративной культуры – необходимость обеспечения ее единства за счет создания внутрисетевых стандартов деятельности и следования этим стандартам. Такие стандарты (а их можно характеризовать как стандарты качества, т. е. как основу конкурентоспособности) формируются как результат управленческих усилий, причем закладываются на уровне стратегического управления туристскими сетями и входящими в них организациями-партнерами. Методология формирования стандартов качества должна предусматривать проведение прогнозно-аналитических разработок в области управления конкурентоспособностью. При реализации такой методологии необходимо использовать метод моделирования, концентрируя его на разработку прогнозно-аналитической модели, одним из элементов которой должно стать формирование стандартов качества.

Указанная особенность корпоративной культуры туристских сетей реализуется на фоне комплексности, структурной сложности турпродуктов и услуг. В этих условиях нельзя не заметить многофакторности процесса установления стандартов качества и сложности его организационного обеспечения. Становится очевидным, что только в условиях согласованности и скоординированности действий бизнес-субъектов рынка туристских услуг,

входящих в сеть или стремящихся к образованию сети, можно говорить о возможности формирования данных стандартов.

Корпоративная культура, в совокупности ее ценностей и ценностных ориентиров, приобретает свойства управленческого механизма лишь при условии вовлечения персонала туристских сетей и образующих их организаций в ее формирование и реализацию. Данное условие можно рассматривать как предпосылку для установления корпоративной идентичности, а также как фактор, требующий учета при определении корпоративных профессиональных компетенций. Профессиональные компетенции работников, обеспечивающих функционирование туристских сетей, должны соответствовать установленным стандартам качества и нормам сервисной культуры. Часть таких компетенций носит универсальный характер и увязывается с должностными обязанностями всех работников: лояльность, ориентация на потребителя, на развитие внутрисетевых и внутриорганизационных взаимодействий, стремление к непрерывному профессиональному обучению. Другая часть – особые компетенции, которыми должен обладать работник, входящий в персонал конкретной туристской сети, и исполняющий конкретные функции и должностные обязанности. Состав таких компетенций индивидуален, а при его определении следует руководствоваться представлениями о корпоративной идентичности сети, ее конкурентных позициях в сложившихся условиях туристского рынка, перспективах развития конкурентоспособности в динамике внешних факторов. Такие представления есть результат предварительного (с точки зрения установления компетенций с их точностью и однозначностью) оценивания корпоративной идентичности. Впоследствии по результатам апробации установленных компетенций следует провести корректировку этих предварительных представлений, обеспечивая главный принцип – гармонизацию и единство корпоративной культуры и компетенций в рамках корпоративной идентичности предпринимательской сети, функционирующей в конкурентно-активной среде современного туристского рынка.

Заключение

По результатам выполненного исследования могут быть сформулированы следующие теоретические выводы и методические рекомендации:

− конкурентоспособность туристских организаций в условиях турбулентности и возрастающей неопределенности рыночной среды нуждается в применении особых управленческих механизмов. Источником и основой этих механизмов являются формирующиеся на туристском рынке межсубъектные взаимодействия, получающие организационное оформление в виде предпринимательских сетей;

− «сетезация» туристской деятельности способствует эффективной реализации побудительных стимулов конкуренции при поддержке и развитии взаимовыгодных взаимодействий между бизнес-субъектами рынка туристских услуг;

− предпринимательские сети туристского профиля, решая задачи управления конкурентоспособностью и выстраивая методологию управления и конкурентные стратегии, получают возможность для использования в качестве управленческого механизма обеспечение корпоративной идентичности сетей с присущей ей системой методов и приемов, что ведет к достижению значимого управленческого эффекта.

Список литературы

1. Багиев Г.Л., Сомова А.В. 2019. Концепция маркетинга здравого смысла и управление качеством потребления ресурсов. Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. СПб., Изд-во СПбГЭУ: 251–256.

2. Иванова М.О., Пяткова Н.В., Иванова В.С. 2019. Предпосылки формирования корпоративной идентичности персонала в процессе реализации программам дополнительного

профессионального обучения. Транспорт России: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции. СПб., ИПТ РАН: 143–146.

3. Иноземцев В.Л. 2019. Экономика и политика глобализации: уроки прошлого для настоящего и будущего. Век глобализации, 2(30): 3–15.

4. Камерон К. 2001. Диагностика и измерение организационной культуры. СПб.: Питер, 320 с.

5. Каныгин Г.В., Хорева Л.В. 2016. Инновационный взгляд на сферу услуг: онтологии сервиса. Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 5(101): 78–85.

6. Селютина Л.Г. 2002. Методологические проблемы оптимизации структуры жилищного фонда и жилищного строительства в крупном городе в современных условиях. Дис. … док. экон. наук, СПб.: СПбГИЭУ, 340 с.

7. Сущинская М.Д. 2017. Актуальные аспекты интерпретации и реализации клиентоориентированности бизнеса. Актуальные проблемы развития сферы услуг: сборник статей. СПб., Изд-во СПбГЭУ: 100–105.

8. Федорцова С.С. 2020. Современное состояние индустрии туризма. Colloquium-journal, 8 (60): 8–11.

9. Хакимов А.Х. 2019. Проблемы управления конкурентоспособностью российских предпринимательских структур и пути их решения. СПб.: СПбГЭУ, 200 с.

10. Харламова А.А. 2014. Совершенствование механизма развития туриндустрии мегаполиса в условиях глобализации. Дисс. ... канд. экон. наук, СПб.: СПбГИЭУ, 171.

11. Юлдашева О.У. 2016. Секреты маркетинга услуг: теория и технология. Управление продажами, 2: 148–149.

12. Govoreanu A. et al. 2010. Priority management – a direction towards competitiveness // Studies in Business and Economics, 5(3): 171–184.

13. Pesotskaya E.V., Selyutina L.G., Egorova O.A. 2019. Application of the engineering forecasting method in managing the competitiveness of a construction company. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 698(7): 077029. DOI: 10.1088/1757-899X/698/7/077029

14. Selyutina L.G., Pesotskaya E.V., Trushkovskaya E.D. 2020. Analysis of Approaches to the Implementation of Programs for the Urban Complexes Reconstruction in Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 753 (3): 032044. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032044

15. Tang C., Naumann S. 2016. The impact of three kinds of identity on research and development employees' incremental and radical creativity. Thinking Skills and Creativity, 21: 123. DOI: 10.1016/j.tsc.2016.06.003

References

1. Bagiev G.L., Somova A.V. 2019. Common sense marketing concept and resource consumption quality management. National concept of quality: state and public protection of consumer rights. Proceedings of the international scientific and practical conference. SPb., Publ. SPbGEU: 251–256. (in Russian)

2. Ivanova M.O., Pyatkova N.V., Ivanova V.S. 2019. Prerequisites for the formation of corporate identity of personnel in the process of implementing additional professional training programs. Transport of Russia: Problems and Prospects. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. SPb., IPT RAN: 143–146. (in Russian)

3. Inozemtsev V.L. 2019. The Economy and Politics of Globalization: Lessons from the Past for the Present and the Future. Age of Globalization, 2 (30): 3–15. (in Russian)

4. Kameron K. 2001. Diagnostika i izmerenie organizatsionnoy kul'tury [Diagnostics and Measurement of Organizational Culture]. SPb.: Piter, 320

5. Kanygin G.V., Khoreva L.V. 2016. An Innovative Perspective on the Service Industry: Service Ontologies. Bulletin of St. Petersburg State University of Economics, 5 (101): 78–85. (in Russian)

6. Selyutina L.G. 2002. Metodologicheskie problemy optimizatsii struktury zhilishchnogo fonda i zhilishchnogo stroitel'stva v krupnom gorode v sovremennykh usloviyakh [Methodological problems of optimization of the structure of housing stock and housing construction in a large city in modern conditions]. Dis. dok. ekon. nauk [D. Sc. Thesis], SPb.: SPbGIEU, 340 p.

7. Sushchinskaya M.D. 2017. Topical aspects of interpretation and implementation of customer focus of business. Actual problems of development of the service sector: collection of articles. SPb., Publ. SPbGEU: 100–105. (in Russian)

8. Fedortsova S.S. 2020. The current state of the tourism industry. Colloquium-journal, 8 (60): 8–11. (in Russian)

9. Khakimov A.Kh. 2019. Problemy upravleniya konkurentosposobnost'yu rossiyskikh predprinimatel'skikh struktur i puti ikh resheniya [Problems of managing the competitiveness of Russian business structures and ways to solve them]. SPb.: SPbGEU, 200.

10. Kharlamova A.A. 2014. Sovershenstvovanie mekhanizma razvitiya turindustrii megapolisa v usloviyakh globalizatsii [Improving the development mechanism of the megalopolis tourism industry in the context of globalization]. Diss. kand. ekon. nauk [Ph.D dissertation in economics], SPb.: SPbGIEU, 171.

11. Yuldasheva O.U. 2016. Secrets of Service Marketing: Theory and Technology. Sales Management, 2: 148–149. (in Russian)

12. Govoreanu A. et al. 2010. Priority management – a direction towards competitiveness // Studies in Business and Economics, 5(3): 171–184.

13. Pesotskaya E.V., Selyutina L.G., Egorova O.A. 2019. Application of the engineering forecasting method in managing the competitiveness of a construction company. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 698(7): 077029. DOI: 10.1088/1757-899X/698/7/077029

14. Selyutina L.G., Pesotskaya E.V., Trushkovskaya E.D. 2020. Analysis of Approaches to the Implementation of Programs for the Urban Complexes Reconstruction in Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 753 (3): 032044. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032044

15. Tang C., Naumann S. 2016. The impact of three kinds of identity on research and development employees' incremental and radical creativity. Thinking Skills and Creativity, 21: 123. DOI: 10.1016/j.tsc.2016.06.003

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Песоцкая Елена Владимировна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и управления в сфере услуг Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург, Россия

Селютина Лариса Григорьевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и менеджмента в строительстве Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Pesotskaya, Doctor of Economics, Professor; Professor of the Department of Economics and Management in Services, Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russia

Larisa G. Selyutina, Doctor of Economics, Professor; Professor of the Department of Economics and Management in Construction, Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia

ФИНАНСЫ ГОСУДАРСТВА И ПРЕДПРИЯТИЙ
PUBLIC AND BUSINESS FINANCE

УДК 336.74
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-507-513

Цифровой рубль: перспективы внедрения и пути интеграции в финансовую систему России

Ваганова О.В., Быканова Н.И., Сорокин И.И., Кононыхин Д.И.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: vaganova@bsu.edu.ru, bykanova@bsu.edu.ru, 1191424@bsu.edu.ru, 1067439@bsu.edu.ru

Аннотация. В современных условиях развития финансового рынка в России, наличия у физических и юридических лиц финансовых возможностей, а у финансово-кредитных организаций цифровых технологий, способных удовлетворить их потребности в продуктах и услугах представляется целесообразным выпуск цифровой валюты Банка России. В статье рассмотрены ключевые характеристики цифрового рубля как перспективного направления развития платежной инфраструктуры в России. Обоснована необходимость введения и возможности использования данного финансового инструмента различными участниками рыночных отношений – от частного клиента, осуществляющего перевод через банк обслуживания до межбанковских переводов. Особое внимание уделено моделям взаимодействия между участниками финансовых отношений в рамках перспективного проекта Центрального банка Российской Федерации «Цифровой рубль». В заключении определены перспективы развития цифровых платежей и этапы внедрения.

Ключевые слова: цифровой рубль, безналичные платежи, Центральный Банк Российской Федерации, криптовалюта.

Для цитирования: Ваганова О.В., Быканова Н.И., Сорокин И.И., Кононыхин Д.И. 2021. Цифровой рубль: перспективы внедрения и пути интеграции в финансовую систему России. Экономика. Информатика, 48 (3): 507–513. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-507-513.

Digital ruble: prospects of implementation and ways of integration into the financial system of Russia

Oksana V. Vaganova, Natalia I. Bykanova, Ilya I. Sorokin, Denis I. Kononykhin
Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: vaganova@bsu.edu.ru, bykanova@bsu.edu.ru, 1191424@bsu.edu.ru, 1067439@bsu.edu.ru

Abstract. In modern conditions of the development of the financial market in Russia, the availability of financial opportunities for individuals and legal entities, and for financial and credit organizations of digital technologies that can satisfy their needs for products and services, it seems appropriate to issue a digital currency of the Bank of Russia. The article discusses the key characteristics of the digital ruble as a promising direction for the development of payment infrastructure in Russia. The necessity of introducing and the possibility of using this financial instrument by various participants in market relations, from a private client making a transfer through a service bank to interbank transfers, has been substantiated. Particular attention is paid to models of interaction between participants in financial relations in the framework of the promising project of the Central Bank of the

Russian Federation "Digital Ruble". In the conclusion, the prospects for the development of digital payments and the stages of implementation are identified.

Keywords: digital ruble, cashless payments, Central Bank of the Russian Federation, cryptocurrency.

For citation: Vaganova O.V., Bykanova N.I., Sorokin I.I., Kononykhin D.I. 2021. Digital ruble: prospects of implementation and ways of integration into the financial system of Russia. Economics. Information technologies, 48 (3): 507–513 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-507-513.

Введение

В современных условиях развития экономических отношений и формирования эффективной государственной политики требуется внедрение современных информационных технологий, позволяющих совершать те или иные операции в режиме реального времени. Так, в 90-е годы мировая фондовая практика обрела принципиально новый способ совершения торговых операций на бирже без непосредственного присутствия каждого отдельного инвестора в здании самой биржи. Впервые, за всю историю человечества, крупные сделки купли-продажи совершались в режиме онлайн без подписанных контрактов и привычного рукопожатия сторон договора. Именно тогда произошёл прорыв, навсегда изменивший представление о рыночных операциях и движении товаров на отдельном рынке.

Современная ситуация не только на рынке, но и в мире прямо подталкивает капиталистический мир на внедрение финансовых технологий в форме дистанционной оплаты товаров и услуг, онлайн-покупок. В скором времени образование, медицина и правосудие также пройдут сквозь призму информационных технологий и позволят совершать практически любые юридически значимые действия без непосредственного присутствия человека, но при его полной верификации. Кроме того, развивающиеся системы кибербезопасности позволят минимизировать риск мошенничества в сети и снизить его до минимального уровня. Российский рынок пока находится на позиции догоняющего по отношению к странам с рыночной экономикой, утверждённой ещё в 19 веке, но тем не менее некоторые успехи уже есть.

В частности, по инициативе президента РФ был создан перспективный проект «Цифровая экономика», реализуемый в период 2019–2024 гг. согласно плановым показателям. Перспективное направление создания цифровой инфраструктуры, соответствующей современным требования безопасности, оперативности и оптимальности с точки зрения понимания позволяет открыть новые инновационные горизонты в вопросах научно-технического прогресса (ускорение инвестиций в одобренные проекты и остановка расширения бюрократического аппарата), военную отрасль (создание единой системы перечисления средств, направленных на выплаты военнослужащим и служащим армии), социальные сферы (искоренение проблем недофинансирования медицины и образования, постоянный мониторинг проблем технического оснащения социально значимых учреждений). Все это подталкивает к новому витку развития рынка и денежных отношений, в частности. В рамках данного проекта Центральный Банк РФ выступил с инициативой разработки и поэтапного внедрения так называемых «цифровых рублей».

Основная часть

Согласно определению Центрального Банка, цифровой рубль – дополнительная форма российской национальной валюты, которая будет эмитироваться Банком России в цифровом виде. Цифровой рубль сочетает в себе свойства наличных и безналичных рублей [Паспорт национального проекта программы «Цифровая экономика Российской Федерации», 2019]. На первый взгляд может показаться, что цифровые деньги в современных условиях не обладают тем необходимым уровнем надежности, чтобы в

полной мере дополнять существующие сегодня средства платежа. На то есть определенные основания: низкий уровень безопасности крупных пилотных проектов в стране, отсутствие полноценных аналогов в мировой практике, опасения населения и предприятий, сложная информационная структура.

Переходя к вопросу необходимости и закономерности введения такого финансового инструмента как цифровой рубль, необходимо определить основные базовые положения о необходимости введения нового, по сути, денежного знака. Во-первых, необходимо определить и проработать основные потребительские свойства данного инструмента. Широкий спектр субъектов экономических отношений и многогранность путей перечислений денежных средств по-своему сказываются на формализации цифровой валюты. Специфика отражения валюты на цифровых источниках, минимальные требования к держателю, сама форма рубля должны быть понятны как разработчикам, так и будущим пользователям.

Во-вторых, соответствие темпов развития цифрового рубля планам и задачам Центрального Банка в вопросе регулирования финансовой системы. Каково будет внедрения цифрового рубля? Помешает ли это нормальному функционированию традиционных инструментов в экономике? Как будет воспринято пользователями? Поиском ответов на эти вопросы занимаются сотрудники аналитических отделов ЦБ РФ.

В-третьих, разработка механизма обращения цифрового рубля является также важным этапом его выпуска. В настоящий момент предлагается внедрить систему онлайн/оффлайн обращения валюты, что позволит привнести простоту в пользование и отсутствие необходимости поддержки сети Интернет. Наконец, создание безопасной среды в совокупности с соответствующим законодательством, исключающим возможность несанкционированного извлечения средств с электронных кошельков.

Принципиально новый способ расчётов рассматривается экспертами ЦБ с разных точек зрения: частного пользователя, субъекта бизнеса, государственных структур. На рисунке 1 представлены возможности использования нового расчётного инструмента различными категориями пользователей.

Рис. 1. Возможности использования цифрового рубля различными участниками рыночных отношений [Паспорт национального проекта программы «Цифровая экономика Российской Федерации», 2019]

Fig. 1. Opportunities for the use of the digital ruble by various market participants [Passport of the national draft programme "Digital Economy of the Russian Federation", 2019]

Представленные достоинства внедрения новой системы для отдельных участников говорят о способах решения насущных проблем повседневных процессов денежного оборота. Инновационный проект предполагает выведение денежного оборота в полностью бесконтактную форму, без участия дополнительных посредников или аппаратных устройств.

Поскольку сама идея находится на стадии концепта, сотрудники аналитического отдела Центрального Банка, ответственные за анализ перспектив цифрового рубля, предполагают поэтапное введение данной системы, первоначально ориентируясь на план внедрения, представленный на рисунке 2.

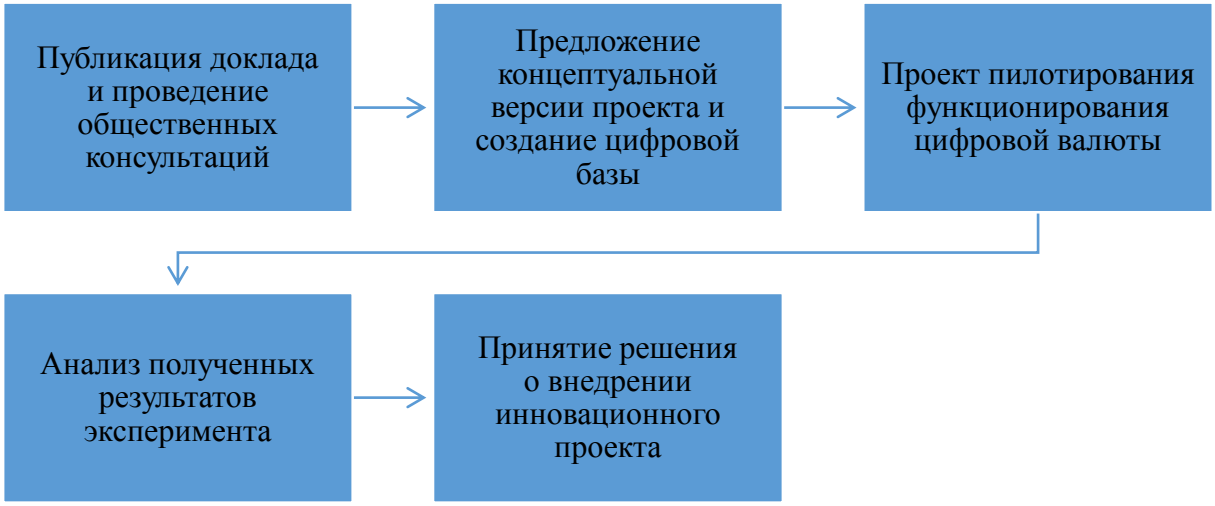

Рис. 2. Этапы реализации проекта «Цифровой рубль» [Паспорт национального проекта программы «Цифровая экономика Российской Федерации», 2019]
Fig. 2. Stages of Digital Ruble project implementation [Passport of the national draft programme "Digital Economy of the Russian Federation," 2019]

Получение положительного результата внедрения принципиально нового финансового инструмента будет принято в случае соответствия его функциональных качеств главной цели денежно-кредитной политики – приближению ставок денежного рынка к ключевой ставке [Паспорт национального проекта программы «Цифровая экономика Российской Федерации, 2019]. Естественно, в ходе пилотного внедрения проекта будут выявлены проблемы, решение которых позволит усовершенствовать сам инструмент и исключить вероятность возникновения крупных сбоев в будущем. К примеру, в рамках внедрения цифровой валюты будут введены некоторые ограничения в конвертации рубля в наличной и безналичной формах, поскольку программных мощностей на первых этапах будет не хватать из-за сильной нагрузки на информационные ресурсы. Помимо этого, нельзя исключать угрозу негативного внешнего воздействия на российский финансовый сектор, обусловленного иррациональной линией политической активности руководящего аппарата Российской Федерации и влекущего за собой фатальные ошибки функционирования новой информационной экосистемы.

В плановых расчётах Центральный Банк РФ предполагает внедрение различных моделей функционального взаимодействия отдельных звеньев финансовых отношений в вопросе движения цифровой валюты. Основные модели представлены на рисунке 3.

Представленные модели охватывают основные механизмы взаимодействия со всеми участниками финансовых отношений – от частного клиента, осуществляющего перевод через банк обслуживания до межбанковских переводов. Масштаб работы огромен, но техническая реализация имеет резерв для планомерного внедрения подобного проекта.

С точки зрения технологий возможно развитие событий двумя путями: централизованным внедрением реестров и децентрализованным. В первом случае регистрация операций и контроль за статусом каждой операции происходит через технологические

структуры Центрального банка, во втором случае произойдет создание распределительного реестра, который позволит сконцентрировать наиболее ёмкие информационные процессы на удалённом ресурсе, а верификация каждого этапа финансовой операции будет подтверждаться одновременно несколькими участниками отношений, что минимизирует риски утраты или злоумышленной кражи информации об операции.

Рис. 3. Модели взаимодействия между участниками финансовых отношений в рамках программы «Цифровой рубль» [Паспорт национального проекта программы «Цифровая экономика Российской Федерации», 2019]
Fig. 3. Models of interaction between participants in financial relations within the framework of the Digital Ruble program [Passport of the national project of the Digital Economy of the Russian Federation program, 2019]

Заключение

Таким образом, принципиальной разницы для потенциальных пользователей новой финансовой экосистемы не предвидится в силу простоты и оптимизации точечного инструментария у держателя цифрового рубля.

Предложение инновационного проекта рядом экспертов считается не очень своевременным в силу ряда международных факторов политического, экономического и эпидемиологического характеров. Однако пилотирование цифрового рубля, поэтапная его интеграция в банковскую, инвестиционную и производственную инфраструктуры позволит обеспечить открытость и прозрачность совершаемых операций для государственных структур экономического контроля, а также минимизировать риск недобросовестного использования конфиденциальной информации клиентов и организации. На наш взгляд, планомерное внедрение проекта в экономику будет наиболее удачным решением, позволяющим снизить инвестиционную нагрузку на государство в столь трудное время и диверсифицировать риски, связанные с внедрением, которые имеют место быть по объективным внутренним и внешнеэкономическим факторам.

Список источников

1. О национальной платежной системе: федеральный закон «от 27.06.2011 N 161-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115625/ (дата обращения: 07.11.2020).

2. О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 259-ФЗ. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45766 (дата обращения: 07.11.2020).

3. Паспорт национального проекта программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: текст с изменениями от 11 августа 2020 года: [утверждено протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г.] URL:https://legalacts.ru/doc/pasport-natsionalnogo-proekta-natsionalnaja-programma-tsifrovaja-ekonomika-rossiiskoi-federatsii/ (дата обращения: 07.11.2020).

4. Банк России начал работу над созданием виртуальной национальной валюты. URL: https://www.interfax.ru/forumspb/564986 (дата обращения: 07.11.2020).

5. Киселев А. Есть ли будущее у цифровых валют центральных банков? Аналитическая записка. URL: https://cbr.ru/content/document/file/71328/analytic_ note_190418_dip.pdf (дата обращения: 07.11.2020).

6. Финансовый портал. Рубль. Перезагрузка. Сценарии и прогнозы. URL: https://www.finam.ru/ analysis/forecasts/rubl-perezagruzka-20201015-16502. (дата обращения: 24.12.2020).

7. Центральный банк Российской Федерации. Цифровой рубль. Доклад для общественных консультаций. URL: https://cbr.ru/StaticHtml/File/112957/ Consultation_Paper_201013.pdf. (дата обращения: 18.04.2021)

8. Цифровой рубль. Доклад для общественных консультаций. URL: http://cbr.ru/StaticHtml/File/112957/Consultation_Paper_201013.pdf (дата обращения: 24.04.2021).

9. Цифровой рубль, или Осведомитель о вашем кошельке URL: https://novayagazeta.ru/articles/2020/10/20/87603-tsifrovoy-rublili-osvedomitelo-vashem-koshelke (дата обращения: 20.03.2021).

10. Шуваева М. Цифровой рубль как новая форма национальной валюты: планы Банка России по его внедрению. URL: https://www.garant.ru/article/1441377/ (дата обращения: 26.04.2021).

11. Экспертная дискуссия «Нужен ли России цифровой рубль?» Гайдаровский форум. URL: https://gaidarforum.ru/ru/program/1024/ (дата обращения: 25.02.2021).

Список литературы

1. Быканова Н.И., Гордя Д.В., Евдокимов Д.В. 2020. Тенденции и закономерности процесса цифровизации банковского сектора. Научный результат. Экономические исследования, 6 (2): 42–51.

2. Кувшинова О., Рябова И. 2020. Цифровая валюта центральных банков: мировой опыт URL: https://econs.online/articles/regulirovanie/tsifrovayavalyuta-tsentralnykh-bankov-mirovoy-opyt/ (дата обращения: 07.11.2020).

3. Пшеничников В.В. 2019. Эволюция форм и видов денег: от раковин каури до криптовалют: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 175 с.

4. Рожнова М.А. 2020. Предпосылки появления в Российской Федерации цифрового рубля. Наука Плюс, 1: 28–32.

5. Сухарев А.Н. 2021. О цифровых валютах. Будущее денежно-кредитной и финансовой системы. Банковское дело, 4: 26–30.

6. Федосова С.П., Сухорукова Н.А. 2020. Перспективы цифрового рубля в России. Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции Результаты современных научных исследований и разработок. Пенза, 456 с.: 108–110.

7. Фомичева Т.Л. 2021. Перспективы внедрения цифрового рубля. Самоуправление, 1(123): 481–484

8. Янова С.Ю., Калугина Я.А., Киншин С.В. 2021. Цифровой рубль: перспективы и проблемы внедрения. Банковские услуги, 2: 2–10.

9. Vaganova O.V., Bykanova N.I., Mityushina I.L., Mohanad A.-S., Salim R. 2019. Introduction of the latest digital technologies in the banking sector: foreign experience and Russian practice. Humanities and Social Sciences Reviews, 7 (5): 789–796.

References

1. Bykanova N.I., Gordya D.V., Evdokimov D.V. 2020. Tendencii i zakonomernosti processa cifrovizacii bankovskogo sektora [Trends and patterns in the process of digitalization of the banking sector]. Nauchnyj rezul'tat. Ekonomicheskie issledovaniya, 6 (2): 42–51. (in Russian)

2. Kuvshinova O., Ryabova I. 2020. Cifrovaya valyuta central'nyh bankov: mirovoj opyt [Digital currency of central banks: world experience] URL: https://econs.online/articles/regulirovanie/tsifrovayavalyuta-tsentralnykh-bankov-mirovoy-opyt/ (data obrashcheniya: 07.11.2020). (in Russian)

3. Pshenichnikov V.V. 2019. Evolyuciya form i vidov deneg: ot rakovin kauri do kriptovalyut [The evolution of forms and types of money: from cowry shells to cryptocurrencies]: monografiya. Voronezh: FGBOU VO Voronezhskij GAU, 175 p. (in Russian)

4. Rozhnova M.A. 2020. Predposylki poyavleniya v Rossijskoj Federacii cifrovogo rublya [Prerequisites for the appearance of the digital ruble in the Russian Federation]. Nauka Plyus, 1: 28–32. (in Russian)

5. Suharev A.N. 2021. O cifrovyh valyutah. Budushchee denezhno-kreditnoj i finansovoj sistemy [About digital currencies. The future of the monetary and financial system]. Bankovskoe delo, 4: 26–30. (in Russian)

6. Fedosova S.P., Suhorukova N.A. 2020. Perspektivy cifrovogo rublya v Rossii [Prospects of the digital ruble in Russia]. Sbornik statej XI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii Rezul'taty sovremennyh nauchnyh issledovanij i razrabotok. Penza, 456 p.: 108–110. (in Russian)

7. Fomicheva T.L. 2021. Perspektivy vnedreniya cifrovogo rublya [Prospects for the introduction of the digital ruble]. Samoupravlenie, 1 (123): 481–484. (in Russian)

8. Yanova S.Yu., Kalugina Ya.A., Kinshin S.V. 2021. Cifrovoj rubl': perspektivy i problemy vnedreniya [Digital Ruble: prospects and problems of implementation]. Bankovskie uslugi, 2: 2–10. (in Russian)

9. Vaganova O.V., Bykanova N.I., Mityushina I.L., Mohanad A.-S., Salim R. 2019. Introduction of the latest digital technologies in the banking sector: foreign experience and Russian practice. Humanities and Social Sciences Reviews, 7 (5): 789–796.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ваганова Оксана Валерьевна, доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой инновационной экономики и финансов, профессор кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Быканова Наталья Игоревна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Сорокин Илья Игоревич, магистрант кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Кононыхин Денис Игоревич, аспирант кафедры инновационной экономики и финансов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oksana V. Vaganova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor; Head of the Department of Innovative Economics and Finance, Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Natalia I. Bykanova, PhD in Economics, Associate Professor; Associate Professor of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Ilya I. Sorokin, Master's student of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Denis I. Kononykhin, postgraduate student of the Department of Innovative Economics and Finance, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

УДК 336.228.34
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-514-527

The determinants of tax evasion: empirical evidence from Serbia

[1] Jadranka Đurović Todorović, [1] Marina Đorđević, [2] Milica Ristić Cakić
[1] Faculty of Economics University of Niš
11 Trg kralja Aleksandra Ujedinitelja, Niš, 18105, Serbia
E-mail: jadranka.djurovic@eknfak.ni.ac.rs
[2] Innovation Center University of Niš
2 Univerzitetski trg, Niš, 18105, Serbia
E-mail: milica42777@gmail.com

Abstract. Fiscal authorities globally face tax evasion as a complex problem. Since there are no precise parameters to measure the factors influencing tax evasion, there is a variety of different interpretations among authors researching this domain of fiscal policy. Reviewing the thematic literature, we found that tax evasion factors have not been thoroughly examined comparing the standpoints of individuals and legal entities. This paper analyzes the attitudes and perceptions of individuals and legal entities on tax evasion in the Republic of Serbia, as well as the differences between them. Identification of the differences in the determinants of tax evasion by the economic entities enables the creation of the optimal design of anti-evasion policy. Based on the categorical data collected, we applied the statistical technique for investigating the relationships (connections) between the variables to analyze the differences in the illegal neglect of tax liability between individuals and legal entities. This approach provided a better insight into social groups which are more prone to tax evasion. Based on the results obtained using one of the most commonly used non-parametric tests in empirical research, we can conclude that there is no statistically significant difference in the responses between legal entities and individuals on attitudes in the domain of evasive behavior in the Republic of Serbia. The research results showed that economic factors have the greatest repercussions on the evasive behavior of both individuals and legal entities in the Republic of Serbia.

Keywords: tax compliance, tax evasion, determinants of tax evasion, Serbia.

For citation: Đurović Todorović J., Đorđević M., Ristić Cakić M. 2021. The determinants of tax evasion: empirical evidence from Serbia. Economics. Information technologies, 48 (3): 514–527. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-514-527.

Детерминанты уклонения от уплаты налогов: эмпирическое исследование на материалах Сербии

[1] Джурович Тодорович Я., [1] Джорджевич М., [2] Ристич Цакич М.
[1] Экономический факультет государственного Университета в городе Ниш
Сербия, 18105, г. Ниш, Площадь Александра Уединителя, 11
E-mail: jadranka.djurovic@eknfak.ni.ac.rs
[2] Инновационный центр государственного Университета в городе Ниш
Сербия, 18105, г. Ниш, Университетская площадь, 2
E-mail: milica42777@gmail.com

Аннотация. Фискальные органы во всем мире сталкиваются с уклонением от уплаты налогов как сложной проблемой. Поскольку не существует точных параметров для измерения факторов, влияющих на уклонение от уплаты налогов, авторы, исследующие эту область налогово-бюджетной политики, по-разному интерпретируют их. В ходе изучения тематической литературы было обнаружено, что факторы уклонения от уплаты налогов не были тщательно изучены при сравнении позиций физических и юридических лиц. В данной статье анализируется отношение и восприятие физических и юридических лиц в отношении уклонения от уплаты налогов в Республике Сербия, а также различия

между ними. Выявление различий в детерминантах уклонения от уплаты налогов хозяйствующими субъектами позволяет создать оптимальную схему политики противодействия уклонению от уплаты налогов. На основе собранных категориальных данных был применен статистический метод исследования взаимосвязей (связей) между переменными для анализа различий в незаконном пренебрежении налоговыми обязательствами между физическими и юридическими лицами. Такой подход позволил лучше понять социальные группы, которые более склонны к уклонению от уплаты налогов. На основании результатов, полученных с помощью одного из наиболее часто используемых непараметрических тестов в эмпирических исследованиях, был сделан вывод об отсутствии статистически значимой разницы в ответах юридических и физических лиц на отношение в сфере уклончивого поведения в Республике Сербия. Результаты исследования показали, что экономические факторы имеют наибольшее влияние на уклончивое поведение как физических, так и юридических лиц в Республике Сербия.

Ключевые слова: соблюдение налоговых требований, уклонение от уплаты налогов, факторы, определяющие уклонение от уплаты налогов, Сербия.

Для цитирования: Джурович Тодорович Я., Джорджевич М., Ристич Цакич М. 2021. Детерминанты уклонения от уплаты налогов: эмпирическое исследование на материалах Сербии. Экономика. Информатика, 48 (3): 514–527 (на англ.). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-514-527.

Introduction

The phenomenon of tax noncompliance has been present in the financial science literature since the time when taxes were a ruler's private right. Tax compliance means that taxpayers are willing to follow the rules of tax policy, i.e., to pay the taxes imposed by the law of a country. On the other hand, tax noncompliance represents the phenomenon of taxpayers' unwillingness to comply with the law regarding tax legislations.

Taxpayers' reactions indicate an external reflection of the noncompliance or compliance with fiscal measures imposed by the government. A taxpayer can respond to taxation by changing their behavior to reduce their tax ability. In that case, we are talking about tax avoidance as a legal action [Ristić, 2017]. In contrast, tax evasion is a deliberate mistake in paying statutory taxes. Since the introduction of taxes, taxation has influenced taxpayers and their activities. It can be said that the economic condition of the entire civilization has been affected by the negative attitude of the taxpayers towards the taxes. Therefore, we can conclude that failure to comply with tax obligations arises not only from the violation of tax regulations, but also from taking legal actions.

Furthermore, according to [Đjurović Todorović & Đordjević, 2019], there is a difference between tax avoidance and tax evasion. While tax avoidance is an attempt of a taxpayer postpone the payment, tax evasion represents a criminal behavior where a taxpayer takes illegal actions to trick the tax authorities. The difference between illegal and legal evasion should also be mentioned. Aurthors [Arsić & Ranđelović, 2017] explained that when a taxpayer avoids paying taxes, by taking legal actions, we are talking about legal and illegitimate tax avoidance. Tax evasion is a form of tax avoidance and it occurs when the taxpayer violates tax regulations. "In practice, the following are the most common ways of achieving acceptable legal evasion: abstaining from consumption, substitution of one product consumption by another, business reorientation, change of residence, change of citizenship, etc." [Dimitrijević, 2017]. Although tax evasion is an illegal neglect of liability imposed by tax law, the solution to this problem is an imperative that is set before the tax legislation of all countries [Ristić, 2017]. Since neither the actual extent of tax evasion nor the limit of the allowed tax evasion can be precisely measured, the solution of this problem solution becomes even more important. The phenomenon of tax evasion is not only characteristic of developing countries, but also of developed countries' tax systems. Therefore, it is almost impossible to talk about a tax system in which tax avoidance is not a source of serious loss to the government budget [Đurović Todorović et al., 2018].

Taxation in the modern state has been defined as the duty of taxpayers for the regular and timely fulfillment of tax obligations with the aim of normal functioning of government. In our tax law, tax violation by individuals, entrepreneurs, legal entities and responsible persons in legal entities are interpreted as tax evasion of smaller extent. Unlike the developed countries, which have the codification of tax penalty regulations, the Republic of Serbia does not have such regulations. It should be borne in mind that tax offenses, such as tax evasion, represent socially dangerous behavior of individuals or legal entities and the violation of fiscal regulations, by illegal tax evasion, threatens the financial interests of the state and creates negative reflections on its fiscal system.

Taxpayers' reactions to tax liabilities can be triggered by several factors. In this paper, by conducting research, we attempt to answer which factors most influence tax evasion. Evasive behavior of taxpayers is a multicausal phenomenon, and according to [Đurovic-Todorović & Đordjević, 2019], some causes that lead to this harmful phenomenon are:

1. Heavy tax burden;
2. Financial indiscipline;
3. Mal functioning of the rule of law;
4. The lack of the sense of belonging to the community;
5. Significant degree of corruption;
6. Inefficient tax system composed of too many tax forms;
7. Other causes [Đurović-Todorović & Đorđević, 2019].

The collected public revenues are a mirror of the national economy development. The emanation of evasive behavior would call into question the general social well-being, the functioning of many institutions (education, police, infrastructure, etc.) in developing countries, including Serbia, and ultimately, it would reduce Serbia's gross domestic product. The extent of the resulting negative effects reaches even beyond. The unfavorable business environment would create a terrain for the gray economy. In line with the above, the subject of this paper is to examine that influence the evasive behavior. It is necessary to analyze the importance of this social phenomenon and the factors that have the greatest effect through the analysis of tax evasion. The first part of the paper highlights the impact of the phenomenon of evasion. The second part provides a review of the theorists who have explained the origins of tax evasion from different aspects. The third and fourth parts involve empirical analysis using a survey conducted based on a sample of 107 individuals and legal entities. The fifth section provides relevant conclusions regarding effective anti-evasion policy.

Literature review

"Tax evasion is a major problem that pervades all tax systems" [Alm & McKee, 2006]. Although it is impossible to apply one tax evasion strategy to all the countries, it would be significant for each country to identify the factors that affect the scope of tax evasion. According to [Manasan, 1988], common practices of tax evasion include: “under-reporting of income, over-statement of expenses, use of fictitious receipts, keeping double sets of books, false or fictitious entities in books, fictitious transactions in the name of dummies, non-recording of sales, and others.” While, according to this theorist, the effects are affecting the economy: "loss of government revenue, increase in taxpayer’s after-tax income, and perverse effects on the equity and efficient goals of the tax system" [Manasan, 1988].

Analyzing income tax evasion, theorists have emphasized the importance of benefits to taxpayers. According to these authors, the income to be reported, by taxpayers, correlates with the maximum expected utility that the taxpayer will have from the state. The expected utility depends on the amount of income, the likelihood of control by the tax authorities, the tax rate as well as the penalty rate. So, the extent of tax evasion in one country is determined by the factors mentioned. This model is also one of the first models to explain the factors of tax evasion. Implicitly, the application of the model in different countries has initiated certain corrections, and thus this model has created the basis for exploring new factors that would solve the problem of evasion. Authors [Pmmerehne & Weck-Hannemann, 1995] considered that the standard tax evasion model needed to be expanded by

two factors. They conducted an analysis on the example of 25 Swiss cantons in certain years. According to their research, the previous model of [Allingham & Sandmo, 1972] needs to include both inflation and the degree of budgetary control by citizens. Following the example of Lithuania, authors [Anciūtė, Kropienė, 2010] decided to apply the traditional model of [Allingham & Sandmo, 1972]. However, the application of the model was limited due to differences between the countries. Lithuania's tax system is based on the assumptions that are quite different from the assumptions made in the model.

The research [Jackson & Milliron, 1986] also provided a good basis for a great deal of contemporary research. Their research identified 14 factors that determine the extent of tax evasion, including: the source of income, occupation, complexity of the tax system, honesty, likelihood of control, penalties and tax rates, tax administration. In their later research, most attention was paid to tax authorities and tax institutions. The negative correlation between tax evasion and economic performance of countries was also shown by [Crane & Naurzad, 1986], who examined tax evasion in the USA in the period 1949-1981. They found that tax evasion decreases as revenue grows. Similarly, Schneider et al [Schneider et al., 2011] found that tax evasion and the shadow economy were declining with GDP per capita growth, conducting analysis in 162 countries between 1999-2007.

The large difference in tax collection between developed and developing countries was documented by several authors [Gordon & Li, 2009; Friedman et al. 2000]. According to them, taxpayers' decision is not only determined by economic factors while avoiding tax payments, but also by social and moral factors that differ between countries. Developing countries, in addition, have fewer opportunities to find mechanisms that could be used to combat evasion. According to [Balli, 2014], there are several ways in which effective reduction of evasion in developing countries can be taken, taking Albania as an example. In Albania, the most important factor in reducing evasive behavior may be the increase in the quality of control by tax authorities. Factors influencing tax evasion behavior in Bosnia and Herzegovina were examined by [Grgić & Terzić, 2014]. According to these authors, factors that affect the expertise of tax inspectors and tax administrations are particularly distinguished. A similar survey was conducted by Savic et al. a year later [Savic et al., 2015], examining the performance of tax administration in 13 European countries using the regression analysis method. The survey results indicated a significant impact of tax administration on the informal economy in the analyzed countries. "Countries with more efficient tax administration have a lower level of gray economy representation."

According to [Alm & McKee, 2006a], several economic variables, such as income and well-being, but also tax control, are highlighted in the literature that affect tax evasion behavior. Using an experimental method, while examining how information about potential tax evasion controls affect information, the authors came to the conclusion that entities that receive information that they will be controlled by tax inspectors have greater tax compliance. Taxpayers who were not told they would be controlled recorded very low (zero) tax compliance. The tax literature also highlights authors who believe that morality, significantly, can determine the extent of tax evasion [Sipos, 2015; Hillman, 2009; Randelovic, 2016]. Richardson [Richardson, 2006] conducted a survey based on a survey of 45 countries, which found that non-economic determinants have a stronger impact on tax evasion than economic determinants. Key determinants affecting tax evasion include taxpayer age, gender, education, source of income, income resulting from agricultural activities, marginal tax rate, perception of fairness, complexity of the tax system, self-assessment, tax morale. Authors [Frey & Torgler, 2007] included 30 Western and Eastern European countries in their research and reached to the conclusion that there is a significant link between tax evasion and tax morale. Also, the results of the model they obtained indicate a positive correlation that is statistically significant between political institutions (government effectiveness) and tax morale. "Tax evasion can be a reflection of a sense of injustice, as people often compare the amount of tax rates with the benefits they receive from the state. People, too, may feel that taxes take too much of their income and give too little. In other words, evasive behavior can result from the distrust in government. Using a qualitative approach in their study, Saad [Saad, 2014] indicates that taxpayers' compliance is most influenced by their level of

knowledge and the complexity of the tax system. Albulescu et al. [Albulescu et al., 2016] explored the long-term link between entrepreneurial activities, tax evasion and corruption in 15 European countries. It is a fact that countries with a higher level of corruption have a larger share of gray economy which generates tax evasion. Starting with the assumption that taxpayers pay more taxes, Torgler [Torgler, 2003] analyzes the substantive motivation to pay taxes in Canada, using the World Bank Survey (WVS). The results showed that trust in government, pride and religiosity have a systematically positive impact on tax morale.

Studies examining corporate tax evasion point to entrepreneurial tax evasion as the basic factor which influences the evasive behavior of legal entities. They identify the lack of tax morale as the main reason for this behavior. Kourdoumpalou [Kourdoumpalou, 2016] indicates that tax evasion is lower when the CEO is also the owner of the company. There is a strong relationship between tax evasion and the percentage of shares held by owners and their families.

Research conducted in the last few years have found new factors which affect tax evasion. Significant theoretical models have been formulated in recent years to address the topic of our research, i.e., the causes of taxpayers' evasive behavior. One of the theoretical models is the model [Bethencourt & Kunze, 2018]. This model explains the relationship between tax evasion and economic development. The study answers the question why tax evasion decreases as countries grow, as well as whether there is a positive correlation between tax morale and the level of GDP per capita. The model also points out the effect of high tax rates on tax evasion. With high tax rates the number of taxpayers who engage in evasive behavior is more likely to grow. Varvarigos [Varvarigos, 2017] studied the effects of tax evasion on economic growth by focusing on the cultural aspects that affect tax compliance on the one hand, and the extent of tax evasion on the other hand. The correlation between cultural norms and tax evasion suggests that compliance with cultural norms determines the persistence of tax avoidance practices. The question of evasion was also addressed by theorists [Khlif and Amara, 2019] in the example of 35 countries. They found a positive statistically significant relationship between political affiliation at the state level and tax evasion. Their results gave policy makers a good insight of the negative effects of political connections. Đurović-Todorovic et al [Đurović-Todorovic et al, 2018] investigated tax evasion in the Republic of Serbia. Using multiple regression analysis, the authors investigated several potential variables related to value added tax evasion: the number of tax inspectors in the Republic of Serbia, the frequency of controls and the rate of value added tax. The survey was conducted in the period 2005-2016. The results of the survey showed that the number of tax inspectors and the number of controls reduce the extent of tax evasion. The number of controls, as a variable of economic character, showed a negative, also statistically significant impact on tax evasion in the Republic of Serbia. Alm [Alm, 2019] questioned individuals' motive to pay (or not to pay) taxes. His latest research bases on specific questions: what motivates individuals to evasive behavior from the theoretical point of view; what empirical research shows; how the government can improve tax compliance. Empirical evidence shows that individuals are motivated by economic causes, such as audit or penalties, but also by non-financial causes (empathy, guilt, shame, morality) and social causes (social norms, public goods, neighbor behavior). Regarding the impact of tax morale on tax evasion, it is manifested in several ways: by intrinsic motivation that is associated with honest conduct and fulfillment of civic obligations, reciprocity, the effect of reputation and social norms. According to Alm, "individuals cannot be viewed as individuals, but must be viewed as a set of different segments" [Alm, 2019]. Author [Enachescu et al., 2019] used a quantitative and qualitative approach to explore emotions that affect taxpayer compliance. Using different scenarios in the survey, their experimental research included employees and self-employed in Austria. The results showed that both self-employed and employed had greater compliance after having positive experiences with tax authorities than after negative experiences. The study concluded that emotional experiences play a very important role when it comes to deciding on evasive behavior.

Kamasa et al. [Kamasa et al., 2019] identify the impact of the business environment on the evasive behavior of legal entities, or firms, in Ghana. Using the Tobit estimation methods, they obtained the following results from a World Bank survey of business surveys. The environment in

which legal entities operate influences their tax evasive behavior. The quality of the legal system has an impact on corporate tax evasion. Also, the results indicated that the organization of legal entities, the period of existence, as well as the sex of the owners influence the decision to evade taxes. Business restrictions in the form of high tax rates and complicated access to business license induce tax evasion. Analyzes also show that tax evasion is more prevalent in smaller companies than in large enterprises [Feinstein, 1991; Andreoni, 1998].

In Serbia, the dominant type of tax evasion is value added tax evasion. The imperfection of the tax system structure, in line with the slow development of the country, contribute to tax evasion in the field of indirect taxes. According to Đurović Todorović et al. [Đurović Todorović et al., 2019] the most significant factors that influence tax avoidance are, undoubtedly, the economic factors.

Methodology

The main objective of the research is to determine what factors influence taxpayers' evasive behavior. Along with this objective, the additional objective of the research to examine whether there is a significant difference among the factors that influence tax avoidance decisions between individuals and legal entities. In this way, we indirectly examined which category of respondents is more prone to tax evasion. The sample consists of legal entities (52 respondents) and individuals (55 respondents, of which 30 respondents are male and 25 respondents are female). The survey covers entities in the Republic of Serbia that prepare their financial statements in accordance with the International Financial Reporting Standards for Small and Medium Sized Enterprises (IFRS for SMEs). The total sample, which by its very nature is a deliberate sample, consists of 107 respondents, individuals and legal entities. In order to achieve this goal, we used a qualitative method in the research, with the questionnaire as an instrument. Guided by the fact that respondents wanted a survey containing questions they could answer without much effort and time on the one hand, as well as the limitations that our topic imposes on obtaining objective answers from the respondents, the survey included closed-ended questions. A survey technique using an instrument such as a questionnaire is considered relevant because the absence of the interviewer eliminates possible biases in the answers and it is easier for the interviewee to be honest about sensitive topics. In this paper we have analyzed the answers to the questions related to:

1. opinions of taxpayers on tax compliance and tax payment;
2. opinions of taxpayers on the authority of the state to establish, determine and collect taxes (tax jurisdiction);
3. reasons for (non)compliance with tax obligations.

The answers to the questions provided the factual situations in the Republic of Serbia. Taxpayers' opinions on tax compliance and tax payments determined the degree of (non) compliance by tax authorities in the Republic of Serbia and the response of the population to the state's tax claims. In addition, the answers of the respondents were determined whether there are higher or lower tax resistances of the population, and whether tax resistances are more prevalent in legal entities or individuals. Taxpayers 'opinions on the state and its tax jurisdiction should indicate the taxpayers' attitude to the fiscus, whether or not the population perceives it as legitimate, but also point to the existence of a tax gap in the Republic of Serbia. Responses pointing to the reasons for (non) compliance with tax obligations by taxpayers pointed to the determinants of tax evasion by legal entities and individuals in the Republic of Serbia. We used numerical, statistical data processing in the SPSS (Statistical Packages for the Social Sciences) computer program. Tests in the field of descriptive and relational data analysis were applied in order to enable better interpretation of the obtained data. The chi-square test for independence testing was applied. The chi-square test is one of the most commonly used non-parametric tests in empirical research, used when the population distribution is unknown. The chi-square independence test examined the frequency or proportions of cases observed in each category and investigated the relationship between the two categorical variables. Accordingly, the answer is given to the question: is the response rate for individuals equal

to that for legal entities? We also used the chi-square test to test for significant differences in the responses.

The Taxpayer Survey is, by and large, a direct method of assessing evasion in one country, as well as a method for identifying the factors that influence evasion. As a method for measuring tax evasion, the survey has a great advantage over other methods, since the questions formulated in the questionnaire can determine the level of tax evasion, the level of tax morale, the way respondents think, perceptions of tax evasion, etc. Of course, it would be illusory that, relying solely on the advantages of this econometric method, we would draw general conclusions without considering its disadvantages. The disadvantages of the survey are reflected in the risks of receiving subjective or incorrect answers from respondents which can lead to wrong conclusions. Therefore, the results of our research were considered with caution.

Results

"Fighting tax evasion is an important policy goal that requires information on the size and reasons why people engage in irregular economy activities" [Roberto dell' Anno, 2019]. Taxpayers' compliance with the law engages tax compliance and technical tax compliance. "Tax compliance can be viewed through the category of administrative tax compliance, which is reflected in filing a tax return and timely payment of taxes, while technical tax compliance implies that taxpayers' taxpayer information in their business records is credible and that tax liabilities are accounted for in accordance with the law" [Kidder, 1989]. In order to design an effective anti-evasion policy in one country, it is necessary to identify which social groups are more prone to tax evasion: individuals or legal entities. To establish the level of tax compliance in the Republic of Serbia, we posed the same question to both individuals and legal entities, whether they comply with tax law (Table 1 and Table 2). Respondents could circle multiple responses (the answers offered were: yes, no and sometimes).

Table 1

Taxpayers' compliance with legal requirements
(Sig. = 0.347, Chisq=2.118, authors' calculation)

		Tax compliance			Total
		No	Sometimes	Yes	
Taxpayer	*N* *Individuals* *% within the group*	3 5.5%	2 3.8%	50 90.9%	55 100%
	N *Legal entity* *% within the group*	2 3.6%	0 0%	50 96.2%	52 100%
N Total *% in group*		5 4.7%	2 1.9%	100 93.5%	107 100%

Table 2

Frequency of taxpayers' compliance with legal requirements (authors′ calculation)

		Frequency	Percent	Chi quare p
Tax compliance	No	5	4.7	0,000
	Sometimes	2	1.9	
	Yes	100	93.5	
	Total	107	100.0	

At all levels of tax compliance, the chi-square test shows the absence of a statistically significant difference in the answers of the respondents of the two groups, legal entities and

individuals. According to the Pearson Chi-Square coefficient whose value is 2.118 with a significance of 0.347, which is higher than the 0.05 threshold of significance, it can be concluded that tax compliance does not depend on the type of the taxpayer. That is, there is no difference between individuals and legal entities in their opinion on compliance with tax regulations and payment of taxes. The results of the research show that both individuals and legal entities on average agree that they should comply with legal regulations. The fact that tax legislation of the Republic of Serbia regulating tax evasion as legal offense also contributes to tax compliance of the majority of taxpayers. Also, a tolerant public attitude towards numerous tax discipline modalities is another reason for tax compliance.

In addition to taxpayer tax compliance, it is very important to determine whether tax compliance is voluntary or involuntary. That is, whether taxpayers voluntarily fulfill their tax obligations and agree that it is justified for the population in the Republic of Serbia to pay tax (voluntary tax compliance), or whether tax compliance in the Republic of Serbia is ensured through enforced tax compliance. To determine the foregoing, a primary analysis that must precede the analysis of determinants influencing taxpayers' decision to evade tax, is to determine whether taxpayers voluntarily comply with tax laws (Table 3 and Table 4).

Table 3

Voluntary behavior of taxpayers in accordance with the law
(Sig. = 0.112, Chisq=2.394, authors' calculation)

		Voluntary compliance with tax law			Total
		No	Yes, to some extent	Yes, completely	
Taxpayer	*N* *Individuals* *% in*	0 0%	9 16.4%	46 83.6%	55 100%
	N *Legal entities* *% in group*	0 0%	15 28.8%	37 71.2%	52 100%
N Total *% in group*		0 0%	24 22.4%	83 77.6%	107 100%

Table 4

Frequency of responses to taxpayers' voluntary compliance with legal requirements
(authors' calculation)

		Frequency	Percent	Chi quare p
Voluntary compliance with tax law	No	0	0	0,000
	Yes, to some extent	24	22.4	
	Yes, completely	83	77.6	
	Total	107	100.0	

The results of the analysis show that the value of Pearson Chi-Square is 2.394, with a significance of 0.112, which is higher than the significance threshold of 0.05. Chi square independence test showed no significant relationship between taxpayer status and voluntary consent. However, there is a statistically significant difference in response rates, with the answer "Yes, completely" dominating. The majority of respondents (77.6%) voluntarily pay taxes in the Republic of Serbia, which reflects that the general state of mind regarding the understanding and acceptance of tax obligations in the Republic of Serbia is at a satisfactory level. So, based on the results, we can conclude that the propensity for tax evasion by individuals and legal entities is at approximately the same level. If we take as an indicator the respondents who answered "yes, to a certain extent", we can see that some respondents do not have a fair idea or awareness of all the important tax issues: tax

benefits, expenditures for which budget funds are spent, effects of budgetary measures, etc. Therefore, there is a degree of internal resistance to paying taxes.

The Pearson Chi-Square coefficient value is 6.834 with a significance of 0.145, which explains that the attitude of individuals and legal entities towards the determinants of tax compliance is the same (Table 5 and Table 6).

Table 5

Determinants of tax compliance in the Republic of Serbia
(Sig. = 0.145, Chisq=6.834, authors' calculation)

		Determinants of tax compliance					Total
		High penalties	Probability of control	Guilt and shame	Everyone pays taxes	Paying taxes is a liability	
Tax payer	*N*	7	2	1	3	42	55
	Individuals						
	% in group	12.7%	3.6%	1.8%	5.5%	76.4	100%
	N	2	5	4	1	40	52
	Legal entities						
	% in group	3.8%	9.6%	7.7%	1.9%	76.9%	100%
N		9	7	5	4	82	107
Total							
% in group		8.4%	6.5%	1.7%	3.7%	76.6%	100%

Table 6

Frequencies of responses to tax compliance determinants (authors' calculation)

		Frequency	Percent	Chi quare p
Determinants of tax compliance	High penalities	9	8.4	0,000
	Probability of control	7	6.5	
	Guilt and shame	5	4.7	
	Everyone pays taxes	4	3.7	
	Paying taxes is a liability	82	76.6	
	Total	107	100.0	

There is a statistically significant difference in the response rate, and the respondents' opinion is that tax is a liability. Tax morale (76.6%) stood out as the main determinant or determinant of tax compliance in the Republic of Serbia. Bearing in mind the essence of the concept of tax morality, tax compliance is explained by its reciprocity through which it is realized. Specifically, taxpayers, individuals and legal entities, view taxes as part of the social contract, which provides that they pay for services they receive from the state. Tax compliance therefore depends on the fairness in taxation, the availability and quality of public goods and the quality of tax legislation. Models based on social effects indicate that the social and cultural environment is very important, and that greater availability and better quality of goods and services provided by the state positively affect compliance with tax regulations.

Based on Pearson Chi-Square's determined value of 3.948 with a significance of 0.413, the coefficient results indicate that there is no difference between the observed categories of taxpayers, individuals and legal entities, regarding the factors of tax evasion. There is a statistically significant difference in the responses regarding the question whether high tax rates encourage evasive behavior. Also, the least commonly held opinion is that reduced profits can cause non-compliance with tax obligations. Taking into consideration that different factors influence the level and modalities of evasion, we classified the factors in the following categories: economic factors, socio-political factors, psychological factors and fiscal-technical factors (Table 7 and Table 8). Based on the results,

the largest variations in the degree of compliance with tax regulations can be explained by economic factors, i.e., high tax rates2 (29.0%).

Table 7

Determinants of tax evasion in the Republic of Serbia
(Sig. = 0.413, Chisq=3.948, authors' calculation)

		Determinants of tax evasion					Total
		High tax	Reduced profit	Lack of awareness/incompleteness of legal regulations	Opinions that everyone pays taxes	Distrust in the state	
Tax payer	*N* *Individuals* *% in group*	16 29.1%	8 14.5%	13 23.6%	9 16.4%	9 16.4%	55 100%
	N *Legal entities* *% in group*	15 28.8%	3 5.8%	14 26.9%	6 11.5%	25 29.9%	52 100%
N **Total** ***% in group***		31 29.0%	11 10.3%	27 25.2%	15 14.0%	23 21.5%	107 100%

Table 8

Frequency of responses to the determinants of tax evasion (authors' calculation)

		Frequency	Percent	Chi quare p
Determinants of tax evasion	High tax	31	29.0	0,012
	Reduced profit	1	10.3	
	Lack of awareness/incompleteness of legal regulations	27	25.2	
	Opinions that everyone pays taxes	15	14.0	
	Distrust in the state	23	21.5	
	Total	107	100.0	

Tax "deterrence" is thought to be most influenced by the complexity of the tax system, the level of income information, liability and penalties for taxpayers, the likelihood of a taxpayer's business being examined, the level of applicable tax rates and penalties for tax evasion [Devos, 2014; Jackson & Milliron, 1986; Richardson, 2006; Alm et al., 1992; Đurovic Todorović et al, 2019]. There is empirical evidence that with the increase of the tax rate, the rate of evasion behavior of the taxpayer becomes higher. Explicitly, tax evasion due to high tax rates, is more likely to rise in taxpayers with unfavorable economic position, while the taxpayers with a better economic position are more likely to pay higher tax rates.

Insufficient information or incompleteness of legal regulations is a factor that we categorized into factors of fiscal and technical nature. Modern governments pay special attention to the factors such as: abundance of tax regulations, taxation process and the functioning of tax administration. In the Republic of Serbia, the abundance of fiscal regulations, as well as the ambiguity and vagueness,

[2] Increasing the value added tax rate (standard and reduced) did not prove to be the best solution for Serbia's economic growth and development, and it contributed to the growth of tax evasion. This confirms the share of VAT revenue in Serbia's gross domestic product, as a relevant indicator of the efficiency of collection of this form of tax. Available data show that the lowest share of VAT revenue was in 2013, in the year following the increase of the standard rate from 18% to 20%.

on the other hand, are the main reasons for the evasive behavior of taxpayers. By analogy, this factor has negative repercussions on the functioning of the tax administration itself, although errors in control may be frequent due to lack of knowledge of tax regulations or their vagueness. Research conducted in Malaysia [Loo et al., 2010] determines the knowledge of taxation-related matters as the most influential factor of tax compliance. Thus, clear and effective legislation, together with the formation of various databases, is one way that will contribute to solving the problem. Tax awareness is a crucial element in voluntary tax payment [Kasippilai, 2000]. Most taxpayers are insufficiently informed or uninformed about government revenue. It is important for the state to report to taxpayers on the allocation of their tax assets on a continuous basis, because in this way, there will be explicit satisfaction with the tax system.

One of the psychological causes of evasive behavior, which is a qualitative determinant of evasive behavior, is the distrust in the country, which is always present in a part of its population. The atmosphere of dissatisfaction is initiated by the negative connotation associated with the origin of the tax. Taxpayers very often distrust the state and feel that the state is taking too much and giving too little. Therefore, it is not surprising that 21.5% of respondents stated that this was the root cause of their evasive behavior. Taxpayers do not know how the public revenue is distributed. Therefore, when they must fulfill their tax obligations, they generally assess the potential benefits that they can gain from evasion and compare them with the negative effects to which they could be exposed to otherwise. If the benefits of the evasion are greater than the negative effects, the taxpayers choose evasion.

If we consider the causes of evasion in the Republic of Serbia from the aspect of their nature as subjective and objective, objective factors have a dominant influence. Namely, the excess tax burden in the Republic of Serbia has the largest repercussions for evasion.

Conclusion

Tax compliance is the heart of the healthy functioning of society. ”Therefore, understanding the tax evasion behavior of taxpayers is very important” [De Neve et al., 2019]. Tax policies implemented by policymakers to help taxpayers cope with the economic recession, including tax amnesty, have short-term effects on reducing tax evasion. Namely, these measures may be ineffective with regard to anti-evasion policy, and "counterproductive in the long run, as they reduce the level of tax morale in a country, which significantly increases tax evasion and shadow economy" [Dell”Anno et al., 2019].

Reengineering the legal environment would contribute to reducing tax evasion in the Republic of Serbia. The tax policy design of developing countries must also include the administrative dimension of tax [Bird, 2004]. When it comes to tax legislation, it is necessary to strive for a comprehensive, comprehensible and sufficiently transparent tax regulation framework. Reducing the scope of the law would allow a country with a sluggish and overwhelming legal apparatus to enforce the law more efficiently. The complexity of the tax system is an important determinant of tax compliance. Therefore, the design and structure of the tax system have to be optimally designed. Although some taxes are easier and some more difficult to evade, forming optimal tax rates is one way to tackle evasion. This means that the state should at least rely on a policy of increasing tax rates. The highest efficiency of tax collection is achieved when fiscal policy measures are correlated with economic, legal and structural policies and have a strong synergistic effect, and a clearly defined policy can improve the development and competitiveness of a country. Reducing tax rates and broadening tax base are the most important steps of anti-tax evasion policy in the Republic of Serbia. Serbia, as a country that is not much different from countries with an average tax rate, bases its functioning on indirect taxes. With regard to tax design, it is concluded that it is better to apply lower tax rates or, in the case of consumption taxes, uniform tax rates, as the expanding of tax base can reduce the impact of reducing the overall loss due to taxation. Decisions regarding the amount and structure of tax rates should also be made with regard to the administrative capacity of the Republic of Serbia, i.e., how effectively tax administration can affect the ratio of real to reported income.

The degree of satisfaction of taxpayers will determine their willingness to participate in the financing of public sector functions. One way of forming a widespread belief among the citizens and legal entities that they are paying taxes that are equivalent to the services they receive, is good information. Tax knowledge is an important step towards voluntary tax payment. Most taxpayers are under-informed or not at all informed about government revenue. It is important for the state to report to its taxpayers on the allocation of its tax assets on a continuous basis, as this will, explicitly, satisfy the tax system. In this way, the level of trust in the Republic of Serbia would be increased.

In this paper we have raised issues related to tax evasion behavior of taxpayers and made recommendations for effective anti-tax evasion policy in the Republic of Serbia. Our research is an attempt to examine various financial aspects of tax evasion behavior in taxpayers. Based on the determination of tax evasion factors, we have proposed solutions to reduce the level of tax evasion in the Republic of Serbia, which could be beneficial to the tax authorities in implementing the current Tax Administration transformation program. It is our belief that the anti-facilitation of tax evasion policy in the Republic of Serbia should be based on a fundamental reform of Tax Administration, which includes the abolition of tax amnesties and the promotion of goods and services provided by the state to individuals and legal entities.

References

1. Affairs C.B. 2007. Closing the Floodgates: Collecting tax to pay for development. Tax Justice Network, 151 p.

2. Albulescu C., Tămăşilă M., Taucean I. 2016. Entrepreneurship, Tax Evasion and Corruption in Europe. Social and Behavioral Sciences, 221: 246–253.

3. Allingham Michael G. and Sandmo Agnar 1972. IncomeTax Evasion: A Theoretical Analysis. Journal of Public Economics, 1 (3–4): 323–338.

4. Alm J. 2019. What Motivates Tax Compliance. Working Paper 1903: Tulane Economics Working Paper Series, 1–65.

5. Alm J., Mckee M. 2006. Audit Certainty, Audit Productivity, and Taxpayer Compliance. National Tax Journal, 59(4): 801–816.

6. Anciūtė Aurelija, Kropienė Rūta 2010. The model of tax evasion, its corrections and coherence to the practical tax administrations. Ekonomika, 89 (4): 49–65.

7. Ančić J., Jelić M., & Đorđević J. 2016. Local Tax Policy in the Function of Development of Municipalities in Serbia. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 263–269.

8. Andreoni J. 1992. IRS as Loan shark tax compliance with borrowing constraints. Journal of Public Economics, 49(1): 35–46.

9. Anđelković M., Dimitrijević M. 2009. Poresko pravo Srbije. Niš: Pravni fakultet Niš.

10. Arsić M., Ranđelović S. 2017. Ekonomija oporezivanja: teorija i praksa. Beograd: Ekonomski fakultet.

11. Balliu Jonida 2014. Fiscal Evasion and Shadow Economy: Albanian Case. European Journal of Social Sciences Education and Research, 1 (1): 234:242.

12. Bethencourt C., Kunze L. 2018. Tax evasion, social norms, and economic growth. Journal of Public Economic Theory, 2018: 1–15.

13. Bird R. 2004. Administrative Dimensions of Tax Reform. Asia Pacific Tax Bulletin, March 2004.

14. Bjukenan D. 1975. The limits of liberty: Between Anarchy and Leviathan. Chicago: University of Chicago.

15. Brummerhoff D. 1996. Javne Financije. Zagreb, Mate, d.o.o.

16. Courdoumpalou S. 2018. Do Corporate Governance Best Practices Restrain Tax Evasion? Evidence from Greece. Journal of Accounting and Taxation, 8(1): 1–10.

17. Crane S., Nourzad 1986. Inflation and Tax Evasion: An Empirical Analysis. Review of Economics and Statistics, 68(2): 217–223.

18. De Neve J., Imbert C, Spinnewijn J., Tsankova T., Luts M. 2019. How to improve Tax Compliance? Evidence from Population-wide Experiments in Belgium, CERP Discussion Papers 13733, C.E.P.R. Discussion Papers.

19. Dell'Anno, Roberto & Davidescu, Adriana AnaMaria 2019. Estimating shadow economy and tax evasion in Romania. A comparison by different estimation approaches. Economic Analysis and Policy, Elsevier, 63(C): 130–149.

20. Devos K. 2014. Factors Influencing Individual Taxpayer Compliance Behaviour. Dordrecht: Springer Netherlands.

21. Dimitrijević M. 2017. Ispunjavanje poreskih obaveza. Niš: Pravni fakultet.

22. Đurović Todorović J. & Đorđević M. 2019. Javne finansije: teorija i praksa. Niš: Ekonomski fakultet.

23. Đurović Todorović J., Đorđević M., Ristić, M. 2018. Estimating the dereminants of tax evasion using empirical data. Proceedings of the Faculty of Economics in East Sarajevo, 1(16): 11–19.

24. Đurović Todorović J., Đorđević M., Ristić M. 2019. Struktura savremenih poreskih sistema. Niš: Ekonomski fakultet.

25. Enachescu J., Olsen J., Kogler C., Zeelenberg M., Breugelmans, S. & Kirchler, E. 2019. The role of emotions in tax compliance behavior: A mixed-method approach. Journal of Economic Psychology, 74 p.

26. Erard B., & Feinstein J.S. 1994. The role of moral sentiments and audit perceptions in tax compliance. Public Finance, 49: 70–89.

27. Feinstein J.S. 1991. An econometric analysis of income tax evasion and its detection. The RAND Journal of Economics: 14–35.

28. Frey Bruno, Torgler Benno 2007. Tax Morale and Conditional Cooperation. Journal of Comparative Economics, 35 (1): 136–159.

29. Gaudement P.M. 2009. Finances Publiques-Emprunt et impot, Editions Montchestien, Publiched. 489 p.

30. Goerke L. 2003. Tax Evasion and Tax Progressivity. Public Finance Review, 47 p.

31. Gordon Roger, Nielsen Soren. 1996. Tax Avoidance and Value – Added Vs. Income Taxation in an Open Economy. National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper No. 5527. URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w5527/w5527.pdf (accessed 10.03.21)

32. Grgić Radenka, Terzić Saudin 2014. Tax evasion in Bosnia and Hercegovina and business environment. Procidia-Social and Behavioral Sciences, 119: 957–966.

33. Hillman A. L. 2009. Public Finance and Public Policy: Responsabilities and Limitations of Government. Second Edition. Cambridge: University Press. doi:10.1017/CBO9780511813788

34. Jackson Betty, Milliron Valerie 1986. Tax Compliance Research: Findings, Problems, and Prospects. Journal of Accounting Literature, 5: 125–165.

35. Jenkins G.P. 2000. A VAT Revenue Simulation Model for Tax Reform in Developing Countries, Harvard Institute for International Development, Cambridge, MA, USA, 764 p.

36. Kamasa K. Adu G., Oteng-Abayie E. 2019. Business enfironment and firms decisions to evade taxes: Evidence from Ghana. African Journal of Business and Economic Research, 14(1): 135–155.

37. Kasippilai J. 2000. Taxpayer knowledge index as a clue for non-compliance. Journal on Pakistan's Taxation Laws, 81.

38. Khlif H., Amara I. 2019. Political connections, corruption and tax evasion: the cross-country investigation. Jorunal of Financial Crime, 26(2): 401–411.

39. Kidder R. 1989. Taxpaying Behaviour in Social Context: A Tentative Typology of Tax Compliance and Noncompliance, Ln: Jeffrey A.Roth & John T.Scholz (Ed.), University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Taxpayer Compliance, 2: 46–75.

40. Loo E., Evans C., McKerchar. 2010. Challenges in understanding compliance behaviour of taxpayers in Malesia. Asian Journal of Business and Accounting, 3(2): 145–161.

41. Manasan Rosario. 1988. Tax evasion in the Philippines. Journal of Philippine Development, 15 (2): 167–190.

42. Orviska M., & Hudson J. 2002. Tax evasion, civic duty and the law abiding citizen. European Journal of Political Economy, 83.

43. Pommerehne Werner, Weck-Hannemann Hannelore. 1995. Tax rates, tax administration and income tax evasion in Switzerland. Kluwer Academic Publichers, 88: 161–170.

44. Ranđelović S. 2017. How to Boost Tax Compliance and Tax Morale in Serbia? SAE Journal of Business Economics and Management, 65 (1–2): 113–127.

45. Report C. 2013. Tax Governance: The Future Role of Tax Administrations in a Networking Society. INTERTAX 41, 265 p.

46. Richardson Grant. 2006. Determinants of tax evasion: A cross-country investigation. Journal of International Accounting, Auditing and Taxation, 15: 150–169.

47. Ristić M. 2017. Possibilities for reducing evasion of indirect taxes in Serbia. In International Scientific Conference: Contemporary Approaches in the Analysis of Economic Performances. Thematic Collection, Faculty of Economics Niš, October: 209–221.

48. Rosen H.S., 2002. Public finance, Sixth Edition, McGraw-Hill Irwin, New York, 596 p.

49. Saad Natrah. 2014. Tax Knowledge, Tax Complexity and Tax Compliance: Taxpayers Viewю Procedia Social and Behavioral Sciences, 109: 1069–1075.

50. Savić G., Dragojlović A., Vujoševi M., Arsić M., Martić M. 2015. Impact of the efficiency of the tax administration on tax evasion. Economic research, 28(1): 1138–1148.

51. Scheider Friedrich, Raczkowski Konrad, Mróz Bogdan 2015. Shadow economy and tax evasion in the EU. Journal of Money Laundering Control, 18 (1): 34–51.

52. Sipos Agnes 2015. Determining factors of tax-morale with special emphasis on the tax revenues of local self-govenments. Procedia-Economics and Finance, 30: 758–767.

53. Torgler B. 2003. To evade taxes or not to evade: that is the question. The Journal of Socio-Economics, 32(3): 283–302.

54. Varvarigos D. 2017. Cultural norms, the persistence of tax evasion, and economic growth. Economic Theory, 63(4): 961–995.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ядранка Джурович Тодорович, доктор экономических наук, профессор кафедры национальной экономики и финансов, Экономический факультет государственного Университета в городе Ниш, г. Ниш, Сербия

Марина Джорджевич, доктор экономических наук, профессор кафедры национальной экономики и финансов, Экономический факультет государственного Университета в городе Ниш, г. Ниш, Сербия

Милица Ристич Цакич, кандидат экономических наук, магистр экономики, научный сотрудник, Инновационный центр государственного Университета в городе Ниш, г. Ниш, Сербия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Jadranka Đurović Todorović, Ph.D. in Economics, full professor of Department for National Economy and Finance, Faculty of Economics University of Niš, Niš, Serbia

Marina Đorđević, Ph.D. in Economics, full professor of Department for National Economy and Finance, Faculty of Economics University of Niš, Niš, Serbia

Milica Ristić Cakić, Ph.D. in Economics Candidate, MSc in Economics, researcher in Innovation Center University of Niš, Niš, Serbia

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
COMPUTER SIMULATION HISTORY

УДК 004.75
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-528-542

Метод анализа динамики изменения требований назначения многофункциональных программно-технических систем

Логинов И.В., Фролов В.А.
Академия ФСО России,
Россия, 302015, г. Орел, ул. Приборостроительная, д. 35
E-mail: loginov_iv@bk.ru

Аннотация. Развитие сложных программно-технических систем привело к существенному увеличению их структурной и функциональной сложности и приданию им свойств многофункциональности. Поддержка принятия решений на управление в процессе развития таких систем требует учета динамики изменения требований назначения, происходящих из-за вариации внешних условий. Это обосновывает актуальность разработки механизмов анализа изменения требований назначения многофункциональных систем. На основе анализа целеориентированных методов построения систем требований построена их модель в виде изменяемой иерархии функциональных требований. Предложенная модель позволяет учитывать как динамику изменения требований, так и взаимосвязи между ними. В результате анализа процесса изменения требований назначения многофункциональных систем выявлены основные факторы и показана необходимость учета динамики изменения требований. Для решения задач системного анализа введен показатель динамики изменения требований назначения, рассчитываемый как отношение суммы относительной величины изменения требований к наблюдаемой продолжительности изменения. Предложен подход к расчету показателя динамики требований на основе квалиметрического подхода, позволяющий учитывать изменения с учетом их важности на основе заранее построенного дерева показателей качества. Областью применения нового показателя является косвенная оценка изменения условий применения многофункциональных реконфигурируемых систем. Использование показателя позволяет решать прямую и обратную задачи оценки пригодности системы в условиях изменения требований. Расчет нового показателя для сложных систем отдельных классов показывает высокое значение (более 0,2 в год) динамики, что обосновывает актуальность мероприятий модернизации для поддержания пригодности многофункциональных систем.

Ключевые слова: многофункциональная система, реконфигурация, изменение требований, анализ систем, функция, программно-техническая система.

Для цитирования: Логинов И.В., Фролов В.А. 2021. Метод анализа динамики изменения требований назначения многофункциональных программно-технических систем. Экономика. Информатика, 48 (3): 528–542. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-528-542.

The analyze method of functional requirements change dynamics for multifunctional cyber-physical systems

Loginov I. V., Frolov V.A.
Academy of the FSG of Russia,
35 Priborostroitelnaya St, Orel, 302015, Russia
E-mail: loginov_iv@bk.ru

Abstract. The development of cyber-physical systems led to a significant increase in their structural and functional complexity and make them multifunctional. Decision support for the development management of

such systems requires taking into account the dynamics of requirements change. There is, hence, an urgent need to develop mechanisms in order to analyze the requirements changes of multifunctional systems. The analysis of goal-oriented methods for requirements specification led to describe the model of the requirements system in the form of adaptability requirement hierarchy. This model allow to aggregate requirements dynamics and interlinks. The analysis of requirements change process allowed to determinate the basic factors and suggested to account the value of change in the management. The study introduces new indicator – "dynamics of requirements change" for the system analysis of multifunctional cyber-physical system. It presented as a ratio of the relative value requirements change sum to the period of changes. New estimation method based on qualitymetric approach allow to account the value of dynamics of requirements change indicator with the traceability and importance of individual changes as a form of quality tree. The proposed method of evaluating the indicator requirements changes allows to determine the external dynamics of the managed multifunctional system. The application of new indicator is an indirect assessment of changes in the multifunctional reconfigurable systems environment as a form of system analysis. The illustration indicators values for some complex system have relative large (more then 0,2 by year) dynamics.

Keywords: multifunctional system, reconfiguration, requirements change, system analysis, function, cyber-physical systems.

For citation: Loginov I.V., Frolov V.A. 2021. The analyze method of functional requirements change dynamics for multifunctional cyber-physical systems. Economics. Information technologies, 48 (3): 528–542. (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-528-542.

Введение

Развитие сложных программно-технических систем, таких как системы и сети телекоммуникаций, автоматизированные системы управления, системы защиты информации, компьютерные сети, информационные системы, системы безопасности, информационно-измерительные системы, привело к существенному увеличению их структурной и функциональной сложности. Для систем рассматриваемого класса, получивших в литературе наименование киберфизических (от cyber-physical systems), характерно то, что с течением времени изменяются предъявляемые к ним требования назначения. Таким образом, многофункциональная система, а именно, перечень и содержание выполняемых функций, ее состав и структура перестает соответствовать требованиям назначения, что приводит к снижению пригодности систем к выполнению задач по назначению. Изменение требований назначения, включая условия применения, требует перевода многофункциональной системы в новое состояние и решения задачи выбора наилучшей альтернативы развития [Гришаков, Логинов, 2016]. Высокий уровень влияния изменений требований назначения на пригодность систем обосновывает актуальность анализа изменения их требований назначения.

Проблема анализа изменения требований назначения многофункциональных систем

В качестве объекта исследования рассматриваются реконфигурируемые многофункциональные системы (МФС) класса программно-технических. Объединяющим фактором рассматриваемых систем является возможность выделения в их составе в соответствии с функциональным подходом (методология SOA – Service Oriented Architecture – сервис-ориентированная архитектура) множества функциональных компонентов $S=\{si\}$, i=1..n [Дементьев и др., 2015].

Функциональный компонент (ФК) – система на инфокоммуникационной основе, выполняющая выделенную функцию сложной системы (например, управление процессом планирования связи или обнаружением и противодействием беспилотным летательным аппаратам). В соответствии с системным подходом каждый ФК включает выделенную функцию, описываемую в терминах инфокоммуникационных услуг (в соответствии с методологией ITSM), техническую систему, предоставляющую услугу и систему управления.

К многофункциональной системе предъявляют систему требований *QR*, включающих в себя функциональные *QRф* и нефункциональные требования *QRс* (называемые также системными). В результате изменения внешних условий *Zi* под воздействием внешних по отношению к системе факторов *Yi* изменяется система требований *QR=QR(t)*. Изменение системы требований QR приводит к несоответствию МФС – задачам по предназначению и следовательно – к снижению уровня пригодности системы *Кг*. Процесс изменения требований носит непрерывный характер. Изменения потребностей и формируемой на их основе системы требований определяются характером и интенсивностью.

Основными причинами изменения функциональных требований являются [Дементьев и др., 2015; Jayatilleke, Lai, 2018]:

– внешние условия (требования рынка и регуляторов);

– изменение организации (организационно-штатные, нормативные изменения);

– переосмысление проекта (изменение технологических процессов, границ многофункциональной системы);

– спецификация требований (переосмысление требований и их уточнение, приведение в соответствие с реальным положением дел);

– возможности и ограничения решения (влияние технических и технологических решений).

Результаты анализа показывают, что изменение системы требований [Jayatilleke, Lai, 2018; Dasanayake et al., 2019; Chua, Verner, 2010; McGee, Greer, 2011; Madampe et al., 2020] связано не только с изменением самих требований, что характеризует динамику назначения системы, а также с устранением неточностей описания требований, что относится к области совершенствования процесса управления требованиями. В [Madampe et al., 2020] показано, что наибольший вклад в процесс уточнения требований вносят: сложность, каскадное влияние, размер системы требований, определения, затрачиваемые усилия, приоритеты и взаимоотношение с заказчиком.

Таким образом, проведенный анализ процессов развития МФС показывает необходимость разработки механизма оценивания интенсивности изменения требований назначения.

Анализ известных подходов к управлению изменением требований назначения при развитии многофункциональных программно-технических систем

Управление требованиями является одним из базовых процессов проектирования сложных многофункциональных систем. Изменение требований с течением времени обосновывает выделение подпроцесса управления изменениями требований [Jayatilleke, Lai, 2018]. В литературе [Chua, Verner, 2010; Bokhari, Siddiqui, 2011; Akbar et al., 2020] отмечается необходимость реализации процесса управления требованиями и их изменениями для снижения уровня изменений МФС в процессе ее жизненного цикла. Зрелость процесса управления требованиями может быть повышена с использованием механизмов Capability Maturity Model, Goal Question Metrics, BOOTSTRAP, модель процесса улучшений ИСО 9000 [Bokhari, Siddiqui, 2011]. Предлагаются модели готовности / зрелости процесса управления требованиями [Akbar et al., 2020].

В качестве методов управления требованиями рассматриваются: унифицированный процесс разработки Rational (RUP); метод инструмента управления требованиями DOORS; метод работы с требованиями CORE; метод разработки RAISE и методология нечетких систем (Soft System Methodology) [Кулямин и др., 2015]. В рамках идентификации изменений требований применяют механизмы спецификации (например, с использованием методов Goal Question Metrics (GQM), Resource Description Framework (RDF), GAM (Goal, Argument Metric) and BSc (Balanced Scorecard Framework)) и кластеризации [Jayatilleke et al., 2017; Kassou, Kjiri, 2012]. Ведутся работы по дальнейшему уточнению методов работы с требованиями, в том

числе для специфичных условий применения, например, в [Sanaa et al., 2016] предложено расширение Goal Question Agility Metrics для гибких условий разработки.

Отмечается наличие нескольких источников требований: пользователи, нормативные данные, документация. В зависимости от источника применяют разные способы извлечения требований. Ведутся работы по автоматическому извлечению требований из текстовых документов. Так, к нормативным актам применяют подход на основе Legal Profile for Goal-oriented Requirements Language, что позволяет извлекать требования в формате Хохфедиана [Ghanavati et al., 2014].

В [Jayatilleke et al., 2018] в рамках подпроцесса анализа изменения требований представлено два подхода к анализу влияния изменений. В обоих подходах их недостатком является отсутствие отслеживания конфликтов и взаимозависимостей между изменениями. Для преодоления этих ограничений применяются:

– идентификация зависимостей между изменениями;

– назначения приоритетов через оценку функциональной сложности требований.

Основными метриками системы требований являются: волатильность (изменяемость), отслеживаемость, размер и полнота [Bokhari, Siddiqui, 2011; Costello, Dar-Biau, 1995; Липко, 2014]. Под отслеживаемостью требований понимается возможность установления взаимосвязи между требованиями верхнего и низкого уровней с использованием набора документированных отсылок [Costello, Dar-Biau, 1995; Dowdeswell et al., 2016]. Описание системы требований в соответствии с целеориентированным подходом может быть выполнено с использованием методологий NFR Framework, i*/Tropos, KAOS methodology и Goal-Based Requirements Analysis Method [Feather et al., 1998; Horkoff et al., 2016]. Для моделирования требований назначения могут быть использованы диаграммы системного проектирования (System Design Diagram – SDD) [Jayatilleke et al., 2021]. В [Loucopoulos et al., 2019] рассматривается методология e-CORE к единому моделированию требований и их изменению.

Важным вопросом является дальнейшее использование требований: в процессах разработки и проектирования, тестирования и проверки соответствия, мониторинга текущего состояния. Важно однозначно увязывать требования с функциональными возможностями многофункциональной системы, для чего может использоваться подход TORUS. Он предполагает введение кортежей, называемых сплайсами, которые связывают требования и реализацию в форме функциональных блоков IEC 61499 [Dowdeswell et al., 2016]. В [Кулямин и др., 2015] предлагается механизм FOrmal REquirements Specification and Testing (FOREST) для спецификации требований и построения тестовых наборов на их основе. Рассматриваются вопросы согласования процесса выявления требований и систем мониторинга. Так, в [Feather et al., 1998] интегрируется целеориентированная методология спецификации KAOS и система непрерывного мониторинга событий типа FLEA, чем достигается повышение уровня согласованности системы и требований к ней.

Анализ подходов к организации процесса управления изменением требований показывает с одной стороны важность выявления изменений, а с другой стороны – необходимость решения проблемы анализа изменений. Количественными показателями изменения требований к МФС *QR* (в соответствии с [Loconsole, Borstler, 2005]) являются:

– N_{RV} – количество тактов изменения требований (number of revision);

– N_U – количество изменений требования (number of requirements change);

– N_{U+} – количество обработанных изменений требований (number of moderated changes).

Показатель волатильности требований (в соответствии с [Ebad, 2017]) показывает отношение количества изменений к размеру системы требований:

$$\nu = \frac{N_U}{N_{qr}}.$$

Показатель доли изменения требований (в соответствии с [Jayatilleke et al., 2021]) показывает долю объектов (требований и связей между ними), которые были изменены.

$IC = \frac{N_U + N_{UL}}{N_{qr} + N_L}$, где N_{UL} – количество изменений взаимосвязей.

Показатель веса изменений требований (в соответствии с [Jayatilleke et al., 2021]) показывает оценочную важность влияния изменения требований (применяется в сравнительном анализе изменений):

$IW = \sum_{i=1}^{3} \alpha_i N_{U,i} \times N_{U'}$, где $N_{U'}$ – количество изменений требований через изменение взаимосвязей, α_i – влияние операции изменения требования.

При отсутствии формализации системы требований *QR* в форме (3), (4) используются косвенные показатели изменения требований. Например, в соответствии с [Loconsole, 2008] изменение требований можно оценивать по количеству слов:

$$\gamma_w = \frac{N_{cw}}{N_w},$$

где N_{cw} – количество изменений слов в документе с требованиями; N_w – общее количество слов с требованиями. При этом вместо числа слов могут использоваться показатели: количества строк документа, абзацев, правил и т. д.

Для повышения точности косвенных оценок изменения требований применяются регрессионные модели [Loconsole, 2008]:

$\gamma = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \gamma_i = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \frac{N_{ci}}{N_i}$, где n – количество независимых переменных, α_i – значимость *i*-го показателя волатильности.

Множественные изменения системы требования оцениваются суммарным коэффициентом изменений [Loconsole, 2008]:

$$v = \sum_{i=1}^{n} \nu_i ,$$

где n – количество тактов изменений требований, ν_i – коэффициент изменения требований на *i*-м такте изменения.

Коэффициент уровня влияния волатильности требований на *j*-ю функцию системы (в соответствии с [Anang et al., 2016]) показывает степень влияния изменения требований на компоненты МФС:

$$\kappa_j = \sum_{i=1}^{n} \nu_i k_{ij} ,$$

где ν_i – коэффициент волатильности требования, k_{ij} – отношения взаимодействия между требованиями и функцией (может быть задана весовой функцией).

Показатели изменения системы требований к МФС позволяют получить при ее анализе только частные точечные оценки, однако оценка динамики изменений со временем в известной литературе не рассмотрена.

Модель изменения требований назначения многофункциональной системы сервис-ориентированного класса

Система требований *QR* к МФС, в соответствии с целеориентированным подходом [Feather et al., 1998; Horkoff et al., 2016], в заданный момент времени может быть представлена иерархией над частными требованиями (рис. 1):

$$QR = \langle CR \cup \{qr\}, E \rangle, \quad (1)$$

где CR – набор комплексных требований назначения; $\{qr\}$ – множество частных функциональных требований назначения; E – отношения между требованиями. При этом: $E=(CR\cup\{qr\})\times\{qr\}=\{e\}$, e – отношения между двумя требованиями, множество листьев совпадает с $\{qr\}$; $N_{qr}=|\{qr\}|$ – количество требований назначения.

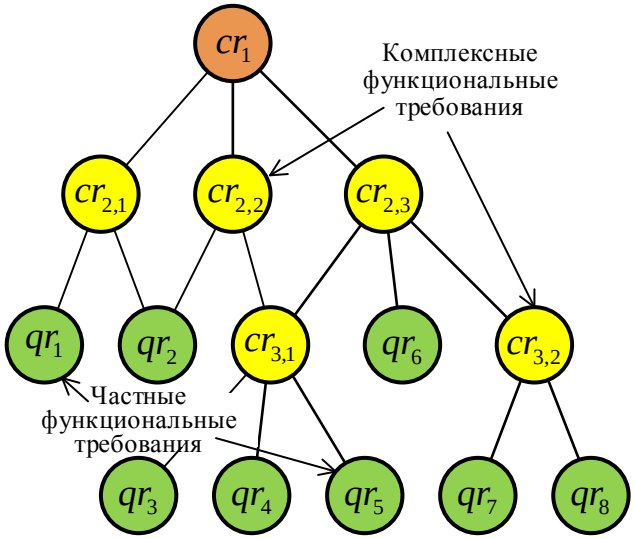

Рис. 1. Иерархия требований (пример структуры)
Fig. 1. Requirements Hierarchy (An example of Structure)

В соответствии с [Ghanavati et al., 2014; Сулейманова, Яковлев, 2010] требование назначения qr задается кортежем:

$$qr=\langle Cnd, Sbj, Act, Obj\rangle, \tag{2}$$

где Cnd – условия реализации требования; Sbj – субъект; Act – действие с объектом; Obj – объект, над которым выполняется действие.

Пример:

```
qr = < Cnd = <при нажатии кнопки «печать»>;
       Sbj = <оператор>;
       Act = <печатает>;
       Obj = <документ> >.
```

Оценка выполнения МФС системы требований QR может быть непосредственно определена из выражения (1). Однако с практической точки зрения – для обеспечения полного покрытия тестами (методиками проверки) всех требований целесообразно явно устанавливать проверяемый критерий Φ. В общем случае критерий оценки выполнения требований Φ устанавливает оцениваемый показатель ind, шкалу $scale$ и правило оценивания $rule$:

$$\Phi=\langle ind, scale, rule\rangle. \tag{3}$$

Следовательно, требование назначения может быть задано в следующем виде:

$$qr=\langle\langle Cnd, Sbj, Act, Obj\rangle, \Phi\rangle. \tag{4}$$

В соответствии с функциональным подходом [Jayatilleke, Lai, 2018] система требований может быть задана на основе функциональной модели системы. В соответствии с ней функциональное требование может быть связано по входу и выходу с другими функциональными требованиями:

$$QR_F=\langle\{qr\}, L\rangle, \tag{5}$$

где L – матрица смежности функциональных требований $\{qr\}$, $L=\{link\}=(\{qs\}\times\{qs\})$, $link$ – связь по входам / выходам требований.

В соответствии с [Jayatilleke et al., 2018; Loucopoulos et al., 2019] изменение требований QR к МФС реализуется путем следующих базовых операций:

$$U_{QR}=\langle Create, Delete, Modify\rangle, \tag{6}$$

– операция «создать требование» – $Create(qr_{N_{qr}+1})$ – добавляет новое требование к системе требований назначения;

– операция «удалить требование» – $Delete(qr_i), i\le N_{qr}$ – удаляет существующее требование из системы требований;

– операция «изменить требование» – $Modify(qr_i), i\le N_{qr}$ – изменяет существующее требование назначения МФС.

В соответствии с [Jayatilleke et al., 2018] наличие взаимосвязей по входам и выходам между требованиями приводит к необходимости добавления, удаления и модификации связей между требованиями. В общем случае это приводит к 8 типам операций изменения требований. За один цикл изменения реализуется несколько управляющих воздействий преобразования системы требований $U=\{u\}$, переводящих систему требований в новое состояние (рис. 2):

$$QR_i \xrightarrow{U_i} QR_{i+1}. \tag{7}$$

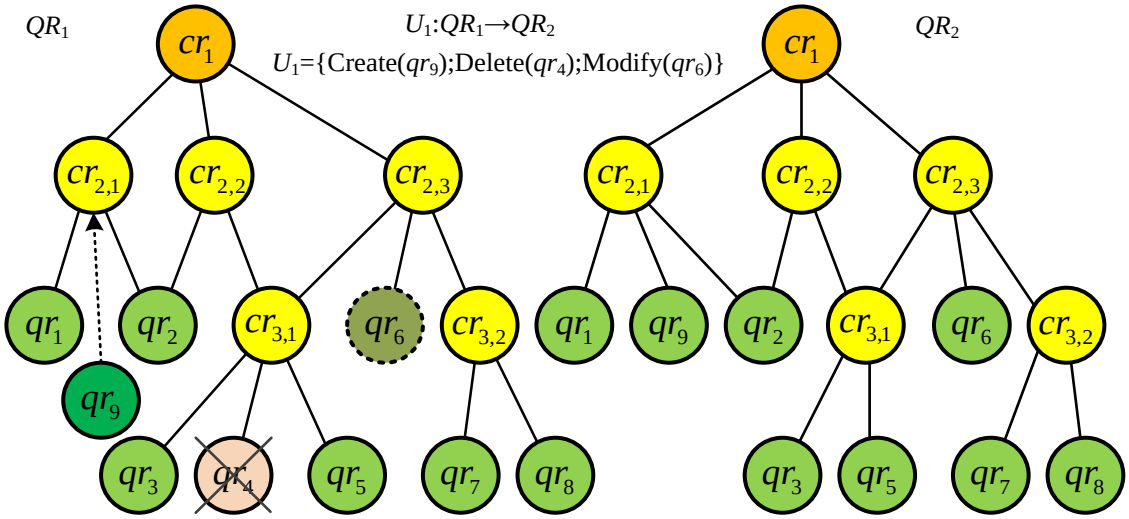

Рис. 2. Преобразование системы требований
Fig. 2. An Example of Requirements Change by Transformation U_1

Обоснование применения показателя динамики изменения требований назначения при анализе многофункциональных систем

Изменение требований назначения МФС с течением времени $S=S(t)$ требует наличия инструментов системного анализа динамики такого изменения. В качестве таковых могут рассматриваться:

– показатель интенсивности изменения функциональности системы – величина изменения возможностей МФС в единицу времени;

– показатель интенсивности изменения требований назначения – величина изменения назначения МФС в единицу времени.

Для анализа изменений условий применения системы и оценки объемов ресурсов на ее модернизацию и сопровождение в работе рассматривается показатель «динамики изменения требований назначения»:

$$\upsilon = \frac{\Delta QR}{\Delta T}, \tag{8}$$

где ΔQR – совокупные изменения системы требований за промежуток времени ΔT. Совокупные изменения системы требований за промежуток времени ΔT могут быть определены как сумма относительного изменения требований по всем тактам изменения:

$$\Delta QR = \nu = \sum_{i=1}^{n} \nu_i . \tag{9}$$

В качестве промежутка времени ΔT анализа изменения МФС может рассматриваться плановый период управления реконфигурацией. На практике в качестве такового может использоваться год, квартал, месяц.

Вопрос изменения требований назначения требует некоторого уточнения в связи с неравноценным влиянием требований, особенно находящихся на различных уровнях иерархии, на выполнение задач системы. Второй момент связан с неравноценным влиянием разных операций изменения требований. Его решение предполагает использование весовых коэффициентов [Jayatilleke et al., 2021; Anang et al., 2016].

Пример расчета показателя интенсивности изменения требований назначения для планового периода в 1 мес. представлен в таблице 1 (пример приведен для сервиса предоставления мультисервисных услуг связи – за три месяца выполнено 4 такта изменения системы требований).

Таблица 1
Table 1

Пример изменения требований назначения мультисервисной сети связи
An Example of MultiService Network Requirements Change

показатель	U_1	U_2	U_3	U_4
N_U	5	4	3	6
N_{qr}	24	26	26	27
$\nu = N_U / N_{qr}$	ν_1=5/24=0,208	ν_1=4/26=0,154	ν_3=3/26=0,115	ν_4=6/27=0,222
Расчет:	$\nu = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3 + \nu_4 = 0{,}699$		$\upsilon = \frac{\Delta QR}{\Delta T} = \frac{0{,}699}{3} = 0{,}233$	

В работе для учета неравномерного влияния различных требований назначения qr_i предлагается выполнять оценку динамики требований назначения с использованием квалиметрического подхода. В рамках подхода предполагается, что для МФС задано дерево показателей качества многофункциональной системы [Азгальдов, Райхман, 1972]. Оно позволяет рассчитывать оценки пригодности МФС по назначению или ее качества. Дерево показателей качества Q представляет собой граф, для узлов которого заданы весовые коэффициенты важности:

$$Q = \langle \{q\}, I \rangle, \tag{10}$$

где $\{q\}$ – множество показателей качества функциональных свойств объекта оценивания, I – отношения включения между показателями.

Каждый показатель качества задается кортежем вида:

$$q = \left\langle q^{\text{бр}}, q^{\text{эт}} \right\rangle, \tag{11}$$

где $q^{бр}$ – браковочное значение; $q^{эт}$ – эталонное (наилучшее) значение показателя функционального свойства объекта оценивания. Значение показателя качества переводится в относительное путем расчета на основе значения абсолютного показателя качества q_i:

$$k_i = \frac{q_i - q^{бр}}{q^{эт} - q^{бр}}. \quad (12)$$

Для всех узлов дерева задается абсолютный вес показателя качества, на основе которого рассчитывается нормированный вес α_i. Сумма нормированных весов показателей на каждом уровне дерева равна единице (рис. 3).

Показатель качества (пригодности системы по назначению) рассчитывается с использованием взвешенной аддитивной свертки по всем листьям дерева качества:

$$K = \sum_{i, q_i \in Q_L} \alpha_i k_i, \quad (13)$$

где Q_L – множество показателей качества, являющихся листьями дерева Q.

Основная идея предлагаемого подхода к оценке динамики изменений требований назначения υ заключается в рассмотрении новой иерархии требований QR_{i+1} как эталонного объекта $Q^{эт}$. Исходная система требований назначения QR_i оценивается по сравнению с эталонным объектом (13) и вычисляются отличия в требованиях:

$$\nu = 1 - K(Q_{i+1}, QR_{i+1}). \quad (14)$$

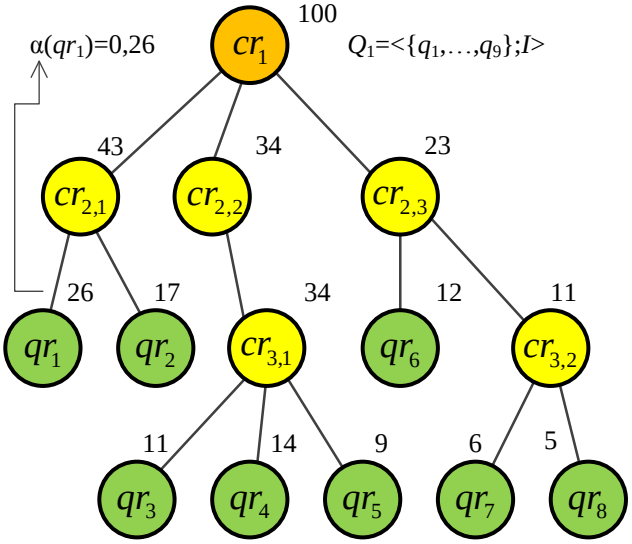

Рис. 3. Пример дерева показателей качества МФС
Fig. 3. An Example of Quality Tree for Multifunctional System

Однако изменение системы требований приводит к необходимости уточнения дерева свойств: $Q_{i+1} = \mathrm{A}(Q_i, QR_{i+1})$, где A – механизм преобразования дерева показателей качества МФС. Изменение дерева Q привязано к элементарным операциям изменения требований:

– при создании требования – добавляется новый узел в дерево Q; относительная важность нового узла определяется на основе метода вставки в существующее ранжирование узлов;

– при удалении требования – удаляется существующий узел и выполняется перерасчет весов оставшихся узлов;

– при изменении требования – изменяется эталонное значение показателя функционального свойства $q^{эт}$ и при необходимости перерасчет весов узлов.

Расчет значения показателя динамики требований назначения выполняется по всем изменившимся узлам (пример расчета – на рисунке 4):

$$QR_{i,}Q_i: \quad QR_i \xrightarrow{U_i} QR_{i+1}; \quad QR_{i+1} \Rightarrow Q_{i+1}: Q_{i+1} = \mathrm{A}(Q_i, QR_{i+1});$$
$$\nu = 1 - K(Q_{i+1}, QR_{i+1}); \quad \upsilon = \frac{\sum_T \nu}{T} = \frac{\sum_T (1-K)}{T}. \qquad (15)$$

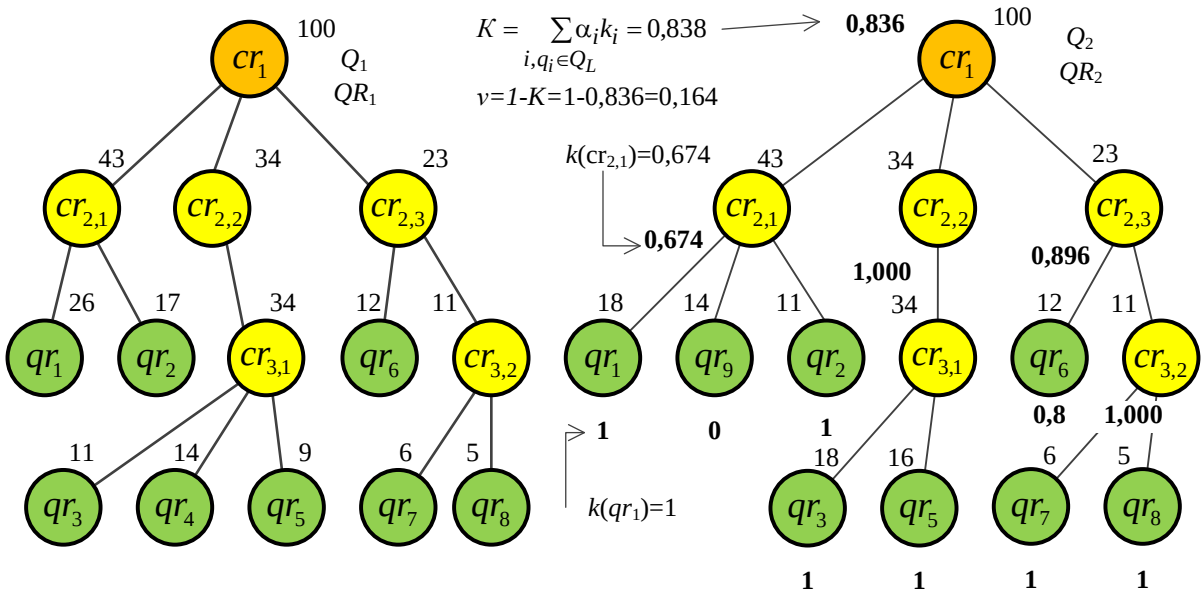

Рис. 4. Пример расчета показателя динамики изменения требований
Fig. 4. An Example of Estimate the Dynamics of Requirements Change

Экспериментальная оценка показателя динамики изменения требований при анализе многофункциональных систем и обсуждение результатов

Представителями класса многофункциональных программно-аппаратных систем с изменяемыми требованиями могут выступать:

– автоматизированные системы управления предприятием;
– многофункциональные системы связи;
– инфокоммуникационные инфраструктуры организаций;
– интегрированные системы безопасности и т. д.

Для систем рассматриваемого класса характерно то, что с течением времени перечень и содержание выполняемых функций, ее состав и структура перестает соответствовать требованиям назначения из-за их изменения [Логинов, 2017].

В рамках цикла управления развитием сложных систем возникает необходимость оценивания потребных ресурсов всех типов. Непосредственное решение задачи требует разработки проекта модернизации либо технико-экономического обоснования по всем изменяемым функциям. Трудоемкость выполнения таких работ традиционными методами в соответствии с нормативной базой требует значительных ресурсов и предполагает цикличность (1 раз в квартал или чаще всего 1 раз в год).

Использование показателя интенсивности относительного изменения требований позволяет на основе имеющихся данных о ресурсоемкости создания системы в целом и отдельных циклов реконфигурации получить приближенные оценки ресурсоёмкости реконфигурации, которые можно закладывать в процесс планирования. Эффект обеспечивается тем, что позволяет получать сравнительную оценку динамики требований назначения различных систем и соответственно определять интервалы оценки объема

необходимых ресурсов. Общая схема использования показателя представлена на рисунке 5 и предполагает решение прямой (оценку потребности в ресурсах) и обратной (оценку показателей пригодности при лимите ресурсов) задачи.

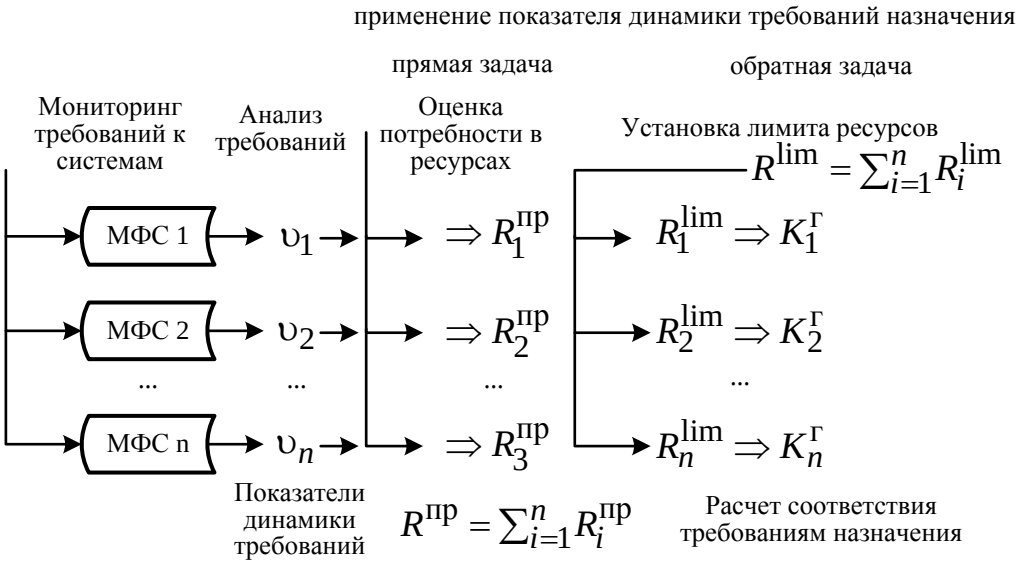

Рис. 5. Применение показателя динамики требований для решения задачи анализа многофункциональных систем
Fig. 5. The Using of the Metric of the Dynamics of Requirements Change for multifunctional systems

Анализ отдельных классов многофункциональных систем показал, что более высокий уровень программной составляющей приводит к более высоким уровням изменения систем требований. Для инфокоммуникационной инфраструктуры крупной организации коэффициент динамики требования составляет $\upsilon = 0{,}08 - 0{,}17$. Для интегрированных интеллектуальных систем безопасности – $\upsilon = 0{,}02 - 0{,}12$. Для сложных программных систем (например, порталов организаций) имеет наиболее высокое значение: $\upsilon = 0{,}10 - 0{,}35$. Наибольший коэффициент динамики имеет значение для временных объединений (в рамках цепочек поставок или расширенных предприятий). Для них значение показателя имеет смысл рассматривать применительно к кварталу.

Вторым направлением применения предлагаемого подхода является анализ изменений нормативных актов. Каждый технический нормативный документ согласно подходу преобразуется в систему требований. Эти новые требования рассматриваются с точки зрения влияния функционирования системы. Это позволяет сделать оценку необходимых ресурсов на соответствие нормативному документу. Примером такого случая является ввод действия нового нормативного документа, например, устанавливающего дополнительные требования с точки зрения физической безопасности.

Заключение

В работе приведена модель системы требований назначения в виде изменяемой иерархии функциональных компонентов, что позволяет учитывать как динамику их изменения, так и взаимосвязи между требованиями. Введен показатель динамики изменения требований назначения многофункциональных систем как отношение суммы относительной величины изменения иерархии требований к периоду изменения требований. Предложен подход к расчету показателя динамики изменения требований на основе квалиметрического подхода, позволяющего учитывать изменения отдельных требований с учетом их важности на основе модели оценки качества системы. Направлением применения данного показателя является косвенная оценка показателей изменения условий применения многофункциональных

реконфигурируемых систем, включая возможности планирования ресурсов на развитие сложных систем, выполняемая при их системном анализе.

Список литературы

1. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. 1972. О Квалиметрии. Издательство стандартов. 172 с.

2. Гришаков В.Г., Логинов И.В. 2016. Управление динамической реконфигурацией ИТ-инфраструктуры в меняющихся условиях. Информационные системы и технологии, 3(95): 13–22.

3. Дементьев Д.Н., Гришаков В.Г., Логинов И.В., Христенко Д.В. 2015. Сервис-ориентированная модель телекоммуникационной системы. Инфокоммуникационные технологии, 13(1): 51–58.

4. Кулямин В.В., Пакулин Н.В., Петренко О.Л., Сортов А.А., Хорошилов А.В. 2013. Формализация требований на практике. ИСП РАН, препринт 13. 70 с.

5. Липко Ю.Ю. 2014. Алгоритм формализации требований при разработке информационных систем. Известия ЮФУ. Технические науки. 6(155): 153–158.

6. Логинов И.В. 2017. Оптимизация портфеля ИТ-услуг путем многопараметрической оценки пригодности на основе адаптивных технологических моделей. Системы управления и информационные технологии. 2 (68): 43–48.

7. Сулейманова А.М., Яковлев Н.Н. 2010. Семантическое и многоаспектное моделирование в управлении требованиями к математическому и программному обеспечению. Вестник Башкирского университета. 15(3): 553–556.

8. Akbar M. A., Mahmood S., Huang Zh., Khan A.A., Shameem M. 2020. Readiness model for requirements change management in global software development. Journal of Software: Evolution and Process. 32:e2264. https://doi.org/10.1002/smr.2264.

9. Anang Yu, Takahashi M., Watanabe Y. 2016. A Method for Software Requirement Volatility Analysis Using QFD. Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly CSIMQ, Issue8, September/October2016, Pages 1–14. Published online by RTU Press, https://csimq-journals.rtu.lvhttps://doi.org/10.7250/csimq.2016-8.01ISSN: 2255-9922 online.

10. Bokhari M.U., Siddiqui S.T. 2011. Metrics for requirements engineering and automated requirements tools. In Proceedings of the 5th National Conference on Computing for Nation Development (INDIACOM). New Delhi: Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applications and Management. March 10–11. 13 p.

11. Chua. B., Verner J. 2010. Examining Requirements Change Rework Effort: A Study. International Journal of Software Engineering & Applications. 1(3). p. 48. doi:10.5121/ijsea.2010.1304.

12. Costello R.J., Dar-Biau L. 1995. Metrics for requirements engineering. Journal of Systems and Software, Vol 29, Issue 1, pp. 39-63. https://doi.org/10.1016/0164-1212(94)00127-9.

13. Dasanayake S., Aaramaa S., Markkula J., Oivo M. 2019. Impact of requirements volatility on software architecture: How do software teams keep up with ever-changing requirements? Journal of Software: Evolution and Process. 31:e2160. https://doi.org/10.1002/smr.2160.

14. Dowdeswell B., Sinha R., Haemmerle E. 2016. TORUS: Tracing Complex Requirements for Large Cyber-Physical Systems. 2016 21st International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS), Dubai, United Arab Emirates, pp. 23-32, doi: 10.1109/ICECCS.2016.013.

15. Ebad Sh.A. 2017. Towards Measuring Software Requirements Volatility: A Retrospective Analysis. Malaysian Journal of Computer Science. 30(2): 99-116. june 2017. ISSN 0127-9084. Available at: <https://ejournal.um.edu.my/index.php/MJCS/article/view/7033>. Date accessed: 04 may 2021. doi: https://doi.org/10.22452/mjcs.vol30no2.3.

16. Feather M.S., Fickas S., Lamsweerde A.V., Ponsard C. 1998. Reconciling system requirements and runtime behavior. Proceedings Ninth International Workshop on Software Specification and Design, pp. 50-59. doi: 10.1109/IWSSD.1998.667919.

17. Ghanavati S., Amyot D., Rifaut A. 2014. Legal goal-oriented requirement language (legal GRL) for modeling regulations. In Proceedings of the 6th International Workshop on Modeling in Software Engineering (MiSE 2014). Association for Computing Machinery. New York, NY, USA, 1–6. doi: https://doi.org/10.1145/2593770.2593780.

18. Horkoff J., Aydemir F.B., Cardoso E., Li T., Maté A., Paja E., Salnitri M., Mylopoulos J., Giorgini P. 2016. Goal-Oriented Requirements Engineering: A Systematic Literature Map. 2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference (RE), pp. 106–115, doi: 10.1109/RE.2016.41.

19. Jayatilleke S., Lai R. 2021. A method of assessing rework for implementing software requirements changes. Computer Science and Information Systems, 18(1): 129–154. https://doi.org/10.2298/CSIS200221032J.

20. Jayatilleke Sh., Lai R. 2018. A Systematic Review of Requirements Change Management. Information and Software Technology. 93: 163–185. ISSN 0950-5849. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.09.004.

21. Jayatilleke Sh., Lai R., Reed K. 2017. Managing software requirements changes through change specification and classification. Computer Science and Information Systems, 15(2): 321–346. https://doi.org/10.2298/CSIS161130041J.

22. Jayatilleke S., Lai R., Reed K. 2018. A method of requirements change analysis. Requirements Eng. Vol 23, pp. 493–508. https://doi.org/10.1007/s00766-017-0277-7.

23. Kassou M., Kjiri L. 2012. A Goal Question Metric Approach for Evaluating Security in a Service Oriented Architecture Context. International Journal of Computer Science Issues, Vol 9, Issue 4, No 1, pp. 238-249. ISSN (Online): 1694-0814. https://www.ijcsi.org/papers/IJCSI-9-4-1-238-249.pdf.

24. Loconsole A. 2008. A Correlational Study on Four Size Measures as Predictors of Requirements Volatility. 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE). 26–27 June 2008. Pp. 1-5. DOI: 10.14236/ewic/EASE2008.18.

25. Loconsole A., Borstler J. An industrial case study on requirements volatility measures. 2005. 12th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC'05), Taipei, Taiwan, pp. 8. doi: 10.1109/APSEC.2005.38.

26. Loucopoulos P., Kavakli E., Chechina N. 2019. Requirements Engineering for Cyber Physical Production Systems. International Conference on Advanced Information Systems Engineering. CAiSE 2019. pp. 276-291, Lecture Notes in Computer Science, vol 11483. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21290-2_18.

27. Madampe K., Hoda R., Grundy J. 2020. A Multi-dimensional Study of Requirements Changes in Agile Software Development Projects. arXiv preprint arXiv:2012, 2020-12-07, doi: arxiv-2012.03423.

28. McGee S., Greer D. Software requirements change taxonomy: Evaluation by case study. 2011. 2011 IEEE 19th International Requirements Engineering Conference, Trento, Italy, pp. 25–34, doi:10.1109/RE.2011.6051641.

29. Sanaa H., Afifi W. A., Ramadan D. N. 2016. The Goal Questions Metrics for Agile Business Intelligence. Egyptian Computer Science Journal, Vol. 40, no 2, May 2016, pp. 24-42. ISSN-1110-2586. http://ecsjournal.org/Archive/Volume40/Issue2/3.pdf.

References

1. Azgal'dov G.G., Rajhman E.P. 1972. O Kvalimetrii [About Qualimetry]. Izdatel'stvo standartov. 172 p. (In Russian).

2. Grishakov V.G., Loginov I.V. 2016. The management of IT-infrastructure dynamic reconfiguration in the changed conditions. Information Systems and Technologies, 3(95): 13–22 (In Russian).

3. Dementiev D.N., Grishakov V.G., Loginov I.V., Hristenko D.V. 2015. Service oriented model of telecommunication system. Infokommunikacionnye tehnologii, 13(1): 51–58 (In Russian).

4. Kuliamin V.V., Pakulin N.V., Petrenko O.L., Sortov A.A., Horoshilov A.V. 2013. Formalizaciya trebovanij na praktike [Requirements formalization on the practice]. ISP RAS, 2013, preprint, 13. 70 p. (In Russian).

5. Lipko Yu.Yu. 2014. The algorithm of formalization of requirements when developing information systems. Izvestiya SFedU. Engineering sciences. 6(155): 153–158 (In Russian).

6. Loginov I.V. 2017. Optimization of it-service portfolio based on multiparametric estimation of applicability with adaptive technological model. Management systems and information technologies. 2(68): 43–48.

7. Sulejmanova A.M., YAkovlev N.N. 2010. Semanticheskoe i mnogoaspektnoe modelirovanie v upravlenii trebovaniyami k matematicheskomu i programmnomu obespecheniyu [Semantic and multidimensional modeling in the management of mathematical and software requirements.]. Vestnik Bashkirskogo universiteta. 15(3): 553–556 (In Russian).

8. Akbar M. A., Mahmood S., Huang Zh., Khan A.A., Shameem M. 2020. Readiness model for requirements change management in global software development. Journal of Software: Evolution and Process. 32:e2264. https://doi.org/10.1002/smr.2264.

9. Anang Yu, Takahashi M., Watanabe Y. 2016. A Method for Software Requirement Volatility Analysis Using QFD. Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly CSIMQ, Issue8, September/October2016, Pages 1–14. Published online by RTU Press, https://csimq-journals.rtu.lvhttps://doi.org/10.7250/csimq.2016-8.01ISSN: 2255-9922 online.

10. Bokhari M.U., Siddiqui S.T. 2011. Metrics for requirements engineering and automated requirements tools. In Proceedings of the 5th National Conference on Computing for Nation Development (INDIACOM). New Delhi: Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applications and Management. March 10–11. 13 p.

11. Chua. B., Verner J. 2010. Examining Requirements Change Rework Effort: A Study. International Journal of Software Engineering & Applications. 1(3), p. 48. doi:10.5121/ijsea.2010.1304.

12. Costello R.J., Dar-Biau L. 1995. Metrics for requirements engineering. Journal of Systems and Software, Vol 29, Issue 1, pp. 39-63. https://doi.org/10.1016/0164-1212(94)00127-9.

13. Dasanayake S., Aaramaa S., Markkula J., Oivo M. 2019. Impact of requirements volatility on software architecture: How do software teams keep up with ever-changing requirements? Journal of Software: Evolution and Process. 31:e2160. https://doi.org/10.1002/smr.2160.

14. Dowdeswell B., Sinha R., Haemmerle E. 2016. TORUS: Tracing Complex Requirements for Large Cyber-Physical Systems. 2016 21st International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS), Dubai, United Arab Emirates, pp. 23-32, doi: 10.1109/ICECCS.2016.013.

15. Ebad Sh.A. 2017. Towards Measuring Software Requirements Volatility: A Retrospective Analysis. Malaysian Journal of Computer Science. 30(2): 99-116. june 2017. ISSN 0127-9084. Available at: <https://ejournal.um.edu.my/index.php/MJCS/article/view/7033>. Date accessed: 04 may 2021. doi: https://doi.org/10.22452/mjcs.vol30no2.3.

16. Feather M.S., Fickas S., Lamsweerde A.V., Ponsard C. 1998. Reconciling system requirements and runtime behavior. Proceedings Ninth International Workshop on Software Specification and Design, pp. 50-59. doi: 10.1109/IWSSD.1998.667919.

17. Ghanavati S., Amyot D., Rifaut A. 2014. Legal goal-oriented requirement language (legal GRL) for modeling regulations. In Proceedings of the 6th International Workshop on Modeling in Software Engineering (MiSE 2014). Association for Computing Machinery. New York, NY, USA, 1–6. doi: https://doi.org/10.1145/2593770.2593780.

18. Horkoff J., Aydemir F.B., Cardoso E., Li T., Maté A., Paja E., Salnitri M., Mylopoulos J., Giorgini P. 2016. Goal-Oriented Requirements Engineering: A Systematic Literature Map. 2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference (RE), pp. 106-115, doi: 10.1109/RE.2016.41.

19. Jayatilleke S., Lai R. 2021. A method of assessing rework for implementing software requirements changes. Computer Science and Information Systems, 18(1): 129–154. https://doi.org/10.2298/CSIS200221032J.

20. Jayatilleke Sh., Lai R. 2018. A Systematic Review of Requirements Change Management. Information and Software Technology. Vol 93. Pp. 163–185. ISSN 0950-5849. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.09.004.

21. Jayatilleke Sh., Lai R., Reed K. 2017. Managing software requirements changes through change specification and classification. Computer Science and Information Systems, 15(2): 321–346. https://doi.org/10.2298/CSIS161130041J.

22. Jayatilleke S., Lai R., Reed K. 2018. A method of requirements change analysis. Requirements Eng. Vol 23, pp. 493–508. https://doi.org/10.1007/s00766-017-0277-7.

23. Kassou M., Kjiri L. 2012. A Goal Question Metric Approach for Evaluating Security in a Service Oriented Architecture Context. International Journal of Computer Science Issues, Vol 9, Issue 4, No 1, pp. 238-249. ISSN (Online): 1694-0814. https://www.ijcsi.org/papers/IJCSI-9-4-1-238-249.pdf.

24. Loconsole A. 2008. A Correlational Study on Four Size Measures as Predictors of Requirements Volatility. 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE). 26–27 June 2008. Pp. 1-5. DOI: 10.14236/ewic/EASE2008.18.

25. Loconsole A., Borstler J. An industrial case study on requirements volatility measures. 2005. 12th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC'05), Taipei, Taiwan, p. 8. doi: 10.1109/APSEC.2005.38.

26. Loucopoulos P., Kavakli E., Chechina N. 2019. Requirements Engineering for Cyber Physical Production Systems. International Conference on Advanced Information Systems Engineering. CAiSE 2019. pp. 276-291, Lecture Notes in Computer Science, vol 11483. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21290-2_18.

27. Madampe K., Hoda R., Grundy J. 2020. A Multi-dimensional Study of Requirements Changes in Agile Software Development Projects. arXiv preprint arXiv:2012, 2020-12-07, doi: arxiv-2012.03423.

28. McGee S., Greer D. Software requirements change taxonomy: Evaluation by case study. 2011. 2011 IEEE 19th International Requirements Engineering Conference, Trento, Italy, pp. 25–34, doi:10.1109/RE.2011.6051641.

29. Sanaa H., Afifi W. A., Ramadan D. N. 2016. The Goal Questions Metrics for Agile Business Intelligence. Egyptian Computer Science Journal, Vol. 40, no 2, May 2016, pp. 24–42. ISSN-1110-2586. http://ecsjournal.org/Archive/Volume40/Issue2/3.pdf.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Логинов Илья Валентинович, кандидат технических наук, научный сотрудник, Академия ФСО России, г. Орел, Россия

Фролов Владимир Анатольевич, кандидат социологических наук, научный сотрудник, Академия ФСО России, г. Орел, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ilya V. Loginov, Candidate of Technical Sciences, researcher, The Academy of Federal Guard Service of the Russian Federation, Orel, Russia

Vladimir A. Frolov, Candidate of Sociological Sciences, researcher, The Academy of Federal Guard Service of the Russian Federation, Orel, Russia

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ
SYSTEM ANALYSIS AND PROCESSING OF KNOWLEDGE

УДК 659.1
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-543-551

Проблемы управления научно-технической информацией, ее защиты и поиска утечек данных

Грабчак Е.П., Логинов Е.Л., Шкута А.А.
Министерство энергетики Российской Федерации,
Россия, 107996, г. Москва, ул. Щепкина, 42
ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
Россия, 125993, г. Москва, Ленинградский просп., 49
E-mail: LoginovEL@minenergo.gov.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы организации хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации, включая поиск утечек данных в сфере науки и техники. Проведен анализ тенденций в развитии средств, методов и прав доступа к информационным ресурсам глобальных сетей, выделены актуальные научно-технические направления. Обоснована необходимость создания цифровой платформы, ориентированной на контроль и управление динамическими информационными объектами с большой интеллектуальной и творческой составляющей и основные элементы такой платформы. Сформулированы направления развития цифровой платформы, включая технологии создания систем, использующих средства обработки научно-технической информации.

Ключевые слова: информация, поиск, хранение, защита, утечка данных, информационная система.

Благодарности: статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-07-01066 «Создание системы искусственного интеллекта в виде компоненты цифровой платформы для мониторинга поведенческой активности больших групп людей на основе применения методов анализа больших слабоструктурированных данных, построения тематических моделей с когнитивной и многопараметрической семантической интерпретацией, разведочного поиска и коллаборационной фильтрации с конвергентным управлением»).

Для цитирования: Грабчак Е.П., Логинов Е.Л., Шкута А.А. 2021. Проблемы управления научно-технической информацией, ее защиты и поиска утечек данных. Экономика. Информатика, 48 (3): 543–551. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-543-551.

Problems of scientific and technical information management, Its protection and data leakage

Evgeny P. Grabchak, Evgeny L. Loginov, Alexander A. Shkuta
Ministry of Energy of the Russian Federation,
42 Schepkina St, Moscow, 107996, Russia,
Federal State Educational Institution of Higher Education "Financial University under the Government of the Russian Federation"
49 Leningradskiy Pr, Moscow, 125993, Russia,
E-mail: LoginovEL@minenergo.gov.ru

Abstract. The problems of organizing storage, transmission, protection, as well as support for the search and reproduction of scientific and technical information, including the search for data leaks in the field of science

and technology. The analysis of trends in the development of means, methods and rights of access to information resources of global networks is carried out, relevant scientific and technical areas are highlighted. The necessity of creating a digital platform focused on the control and management of dynamic information objects with a large intellectual and creative component and the main elements of such a platform are substantiated. The directions for the development of the digital platform are formulated, including technologies for creating systems that use the means of processing scientific and technical information.

Keywords: information, search, storage, protection, data leakage, information system.

Acknowledgments: the article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19-07-01066 "Creation of an artificial intelligence system as a component of a digital platform for monitoring the behavioral activity of large groups of people based on the use of methods for analyzing large semi-structured data, building thematic models with cognitive and multivariate semantic interpretation, exploratory search and collaborative filtering with convergent management").

For citation: Grabchak E.P., Loginov E.L., Shkuta A.A. 2021. Problems of scientific and technical information management, its protection and data leakage. Economics. Information technologies, 48 (3): 543–551 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-543-551.

Введение

В последние годы приоритет в деятельности государственных и коммерческих структур отдается инновационным технологиям, основанным на знаниях [Агеев, 2014; Борталевич, 2018]. При этом возникают сложные задачи организации хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации, включая поиск утечек данных в сфере науки и техники [Грабчак, Логинов, 2020a; Грабчак, Логинов, 2020b; Грабчак, Логинов, 2020c].

Логика развития инженерии знаний настоятельно требует создания в России собственных инструментов хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации [Иванов, 2018; Логинов, Шкрабляк, 2009].

Ситуация с отечественными системами хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации

Основные имеющиеся в настоящее время на рынке интеллектуальные системы хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации – это системы иностранной разработки, что, принимая во внимание двойное назначение таких систем, является негативным фактором. Кроме того, в наиболее передовых системах такого рода, как правило, отсутствуют инструментальные средства поиска утечек данных, а также выявления связи новых научно-технических результатов, полученных иностранными конкурентами, с латентной утечкой знаний из российских источников. Отсутствуют или малоэффективны также возможности установления логическо-когнитивной цепочки происхождения новых знаний из различных источников открытого и закрытого типа. Анализ сложноформализованной научно-технической информации – это самая трудоемкая и длительная процедура при разработке систем, использующих знания. В то же время наличие автоматизированных систем защиты и поиска возможных утечек важной научно-технической информации и знаний позволяет самым существенным образом сократить время и ресурсы, требуемые для защиты национальных или корпоративных интересов в сфере науки и техники.

К сожалению, в нашей стране в настоящий момент практически нет систем такого типа, способных эффективно конкурировать с зарубежными средствами оперирования новыми научно-техническими знаниями. Необходимость использовать импортные технологии приводит к тому, что наши передовые, в т. ч. оборонные, компании часто попадают в прямую зависимость от

иностранных фирм-разработчиков. Например, оказалось невозможным получить исходные коды для некоторых инструментальных средств.

В последнее время руководство страны ставит задачи по импортозамещению и в сфере программ оперирования новыми научно-техническими знаниями, однако больших успехов пока не наблюдается [Bahtizin, 2019; Loginov, 2019]. Пока новые нормативно-правовые акты в этой сфере в России узко специализируются на противодействии сетевым информационным атакам и хищениям информации [Норматов, 2019]. В то же время задача состоит в комплексной информационно-вычислительной поддержке развития инженерии знаний, где проблемы обеспечения информационной безопасности являются только частью решаемых проблем [Еловский, 2016; Kalenov, Senko, 2019; Loginov, 2018].

Тенденции в сфере развития систем хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации

Анализ тенденций в развитии средств, методов и прав доступа к информационным ресурсам глобальных сетей показывает следующее:

– быстрое увеличение числа специализированных информационных ресурсов, к которым предоставляется свободный доступ пользователям Интернет, и количества источников свободно доступной информации;

– осознание роли информационных и интеллектуальных технологий и ресурсов для эффективного развития всех сфер общественной жизни и прогресса социума, включая науку и образование;

– рост числа проблемно-ориентированных баз данных и баз метаданных, отраслевых стандартов на описание метаданных;

– усиление горизонтальных связей между удаленными источниками данных, каждый из которых может служить источником информации по отношению к любому клиенту сети.

Следует указать следующие актуальные научно-технические направления:

– создание систем научно-технической информации, унификация и регламентация доступа к ним и создание на их базе совместных аналитических центров;

– использование межгосударственных стандартов, определяющих сотрудничество в области метрологии и сертификации, унификацию процедур оформления проектных предложений и т. д.;

– создание автоматически пополняемых и обновляемых электронных каталогов научно-технических и инновационных разработок;

– определение механизмов цифровой интеграции научных и технических кадров, организация по общим правилам обучающих систем;

– проведение фундаментальных исследований в области методов принятия решений на основе интегрированных структур данных и баз научно-технической информации.

В этих условиях внедрение интеллектуальных технологий поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации позволит ускорить распространение передовой научно-технической информации. Результаты научных исследований (монографии, концепции, научные отчеты, данные экспериментов, учебно-методические пособия, программно-методические комплексы и др.), интегрированные в научно-технологическое пространство, станут общедоступными и могут быть использованы в сфере науки и техники. Но только этого недостаточно.

Цифровизация многофункциональных областей обработки, анализа и структурирования сложноорганизованной и трудноформализуемой информации

Механизмы генерирования и распространения различных инновационных технологий и научно-технических разработок во многом зависят от степени масштабности мероприятий

цифровизации в отношении многофункциональных областей обработки, анализа и структурирования сложноорганизованной и трудноформализуемой информации на стыке различных предметных дисциплин [Нащекин, 2020; Поршнев, Беляев, 2020; Sandalova, 2019].

Так, построение единого научно-технологического пространства в сфере науки и техники возможно только при одновременном участии различных уровней государственной власти (которые формируют организационно-распорядительные и правовые документы, регламентирующие структуру информационного пространства в сфере науки и техники) с привлечением в качестве разработчиков научно-исследовательских институтов, ВУЗов и конкретных исполнителей (институтов РАН, корпоративных научно-технических и исследовательских центров и высокотехнологичных оборонных предприятий). В этом процессе должны принять участие как структуры, компетентные в областях информационных технологий, так и органы государственного управления, отвечающие за внедрение отдельных систем научно-технической информации и информационно-вычислительной поддержки российской науки и техники, а также отвечающие за информационную и специальную безопасность.

Процесс внедрения интеллектуальных инновационных технологий, инструментальных средств и систем, ориентированных на контроль и управление динамическими информационными объектами с большой интеллектуальной и творческой составляющей, должен охватывать отраслевые научные и производственные системы (корпорации, кластеры, инновационные парки и пр.) [Оныкий, Соколина, 2017].

Объектами внедрения должны стать при этом цифровые сервисы многофункциональных областей обработки, анализа и структурирования сложноорганизованной и трудноформализуемой информации [Есиков, 2017]. Эти сервисы должны обеспечивать поиск утечек данных, а также выявление связи новых научно-технических результатов, полученных иностранными конкурентами, с латентной утечкой знаний из российских источников [Сюнтюренко, 2018]. При поиске утечек знаний (данных, информации в различных формах) важна возможность установления логическо-когнитивной цепочки происхождения новых знаний из различных источников открытого и закрытого типа [Есенкова, Евченко, 2020; Шведенко, Щекочихин, Синкевич, 2020].

Например, недавно за рубежом появились публикации, подробно характеризующие новые российские оборонные разработки в сфере противоспутникового оружия с детализацией по срокам, суммам, организациям-участникам, ключевым инженерным и научно-техническим специалистам и т. п. Как оказалось, зарубежные эксперты анализировали открытые данные, получаемые из российских закупочных систем, наложив их на российские патенты, публикации в открытых источниках, должности авторов публикаций и патентов по анализируемым темам и места их работы в структурах оборонного характера [Hendrickx, 2020].

Цифровая платформа хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации

Цифровая платформа должна состоять из нескольких условно независимых частей. В качестве основной предлагается использовать архитектуру клиент/сервер. Однако сервер в данном случае также должен быть разбит на несколько составляющих.

Все вычисления и работа с базами данных должны осуществляться основным управляющим блоком платформы. Данный блок должен иметь самодостаточный набор встроенных вычислительных процедур, чтобы обеспечивать качественную работу платформы. Этот же блок должен контролировать передачу данных между программой, клиентом и базами данных платформы.

Система управления базами данных (СУБД). Предлагается использовать одну из уже существующих СУБД. Базы данных должны включать в себя: служебные базы данных, необходимые для корректной работы вычислительной части сервера; информационные базы данных и другие базы данных общего характера, информация из которых требуется для

проведения вычислений, либо контекст которых формируется в результате работы; пользовательские базы данных, включающие в себя списки задач, временные выборки данных и результаты вычислений. Учитывая, что объемы данных будут достаточно велики, предлагается изначально ориентировать работу СУБД на отдельную аппаратную платформу.

Дополнительный управляющий модуль первого типа. По сути своей данный модуль является аналогом основного модуля, в котором оставлены только встроенные вычислительные процедуры. Назначение данного модуля – масштабирование системы на кластерах и грид-системах. При этом желательно предусмотреть создание дополнительных вычислителей для работы под управлением различных операционных систем. В рабочем прототипе должно быть использовано больше одного дополнительного вычислителя. Формирование заданий для них и распределение нагрузки между ними – функция основного модуля.

Дополнительный управляющий модуль второго типа. Отличие данного модуля от модуля первого типа, в том, что он предназначен для формирования заданий, запуска и контроля функционирования внешних приложений. Наличие данного модуля необходимо, так как позволяет достичь большего разнообразия решаемых задач, без затрат на разработку собственного программного обеспечения в случаях, когда существует качественно академическое или коммерчески доступное программное обеспечение.

Программа-клиент (рабочее место пользователя). Обеспечивает доступ пользователя к вычислительным и информационным средствам платформы. Обмен данными с основным управляющим модулем должен осуществляться через TCP/IP сеть. Прямой обмен данными с СУБД должен быть исключен. Программа-клиент должна обеспечивать работу по всему спектру задач и работать как в диалоговом режиме, так и иметь возможность формировать очередь пакетных вычислений по заданной схеме с установленными параметрами. Пакетная обработка особенно важна в случае, если программная платформа будет использоваться для осуществления технологических работ и большого объёма однотипных вычислений.

Набор административных утилит, включающий в себя набор сервисных возможностей по настройке, контролю и обслуживанию системы, созданию служебных файлов, проверке целостности данных, миграции данных между системами с возможностями, достаточными для решения конкретных разнотипных задач с большой интеллектуальной и творческой составляющей.

Заключение

В рамках развития цифровой платформы хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации в сфере науки и техники предлагаются следующие направления:

– технологии создания многофункциональных интеллектуальных систем хранения, передачи, защиты, а также поддержки поиска и воспроизводства научно-технической информации, использующих средства инженерии знаний для решения задач моделирования и исследования поведения больших сложных систем, включающих динамические информационные объекты с большой интеллектуальной и творческой составляющей;

– технологии создания систем, использующих средства обработки научно-технической информации, для исследования причин возникновения новых научно-технических решений, являющихся логическим продолжением закрытой научно-технической информации (ограниченной к распространению), а также выявления потенциально опасных для российских национальных интересов сфер возможных утечек важной научно-технической информации.

Список литературы

1. Агеев А.И. 2014. Государственный комитет по научно-технической политике: центр сетевой концентрации научно-технических связей в ключевых областях знания для интегрированного управления в сфере науки и техники. Экономические стратегии, 124 (8): 12–21.

2. Борталевич С.И. 2018. Адаптация стратегий развития компаний для работы на будущих мировых рынках, которые будут созданы при развитии ключевых научно-технических трендов в условиях цифровой революции. Образование. Наука. Научные кадры, 4: 229–234.

3. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. 2020. Когнитивные цифровые технологии идентификации новых научно-технических направлений на основе анализа информационных интересов и коммуникационной активности профессионального сообщества. Коммуникации в эпоху цифровых изменений. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Париж – Санкт-Петербург: L"Harmattan, Санкт-Петербургский государственный экономический университет: 93–96.

4. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. 2020. Формирование интегрированной информационной среды для цифровой поддержки процессов управления жизненным циклом научно-технических исследований и разработок в электроэнергетике России. Современные информационные технологии. Теория и практика. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Череповец: Череповецкий государственный университет: 32–35.

5. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. 2020. Цифровые подходы к когнитивной оптимизации коллективной деятельности для решения сложных интеллектуальных задач в научно-технических предметных областях высокотехнологичных производств. Инновационные технологии управления. Сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции. Нижний Новгород: Мининский университет: 119–120.

6. Еловский Д.А. 2016. Метод защиты данных с применением самовосстанавливающихся кодов и транспонирования памяти. Научная дискуссия: вопросы технических наук, 34 (4): 28–32.

7. Есенкова Г.А., Евченко А.В. 2020. Управленческий анализ качества документооборота предприятия по результатам графоаналитического диагностирования информационных потоков в его структурных подразделениях (практика моделирования и интерпретация результатов). Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования, 48 (6): 31–39.

8. Есиков Д.О. и др. 2017. Математические модели построения подсистемы обеспечения сохранности информации в распределенных информационных системах. Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации, 5: 161–170.

9. Иванов С.Н. 2018. Проблемы поддержания работы информационной инфраструктуры в рамках суперсистемы цифровой экономики в условиях сбоев при использовании технологии блокчейн. Вестник Московского университета МВД России, 3: 265–268.

10. Логинов Е.Л., Шкрабляк А.С. 2009. Тенденции развития электронных финансовых транзакций и методов их контроля в глобальных телекоммуникационных сетях. Инженерная физика, 9: 47–53.

11. Нащекин П.А. 2020. Теоретическое обоснование методики проектирования систем защиты информации в виртуальных средах и облачных платформах. Вопросы кибербезопасности, 40 (6): 14–22.

12. Норматов Ш.Б. 2019. Проблемы и решения обеспечения информационной безопасности электронных библиотек. Труды ГПНТБ СО РАН, 1 (1): 47–50.

13. Оныкий Б.Н., Соколина К.А. 2017. Концептуальные вопросы проектирования мультиагентных информационно-аналитических систем для поиска и обработки научно-технической информации. Системы высокой доступности, 1: 40–51.

14. Поршнев С.В., Беляев Д.О. 2020. Скрытые технические каналы утечки информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники: анализ результатов исследований. Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере, 38 (4): 5–21.

15. Сюнтюренко О.В. 2018. Теоретические и прикладные аспекты автоматизации процедур многомерного анализа данных. Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы, 11: С. 1–8.

16. Шведенко В.Н., Щекочихин О.В., Синкевич Е.А. 2020. Методология построения распределенной информационной системы поиска научно-технической информации на основе объектной модели данных. Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы, 9: 7–14.

17. Bahtizin A.R. and etc. 2019. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy. Journal of Physics: Conference Series: 12042.

18. Hendrickx B. 2020. Burevestnik: a Russian air-launched anti-satellite system [Электронный ресурс]. URL: https://www.thespacereview.com/article/3931/1 (Дата обращения: 15.04.2021г.)

19. Kalenov N.E., Senko A.M. 2019. Interactive system of terminological dictionaries as one of the elements in the ontology of scientific knowledge. Software Journal: Theory and Applications, 4: 3.

20. Loginov E.L. and etc. 2019. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 012015.

21. Loginov E.L. and etc. 2018. The supersystem of the digital economy: functioning and development based on the principle of self-organizing integration. Market Economy Problems, 4: 48–53.

22. Sandalova V.A. 2019. The modern state of the institute of banking secrecy in the conditions of digitization of banking services. Studies in Computational Intelligence, 826: 85–92.

References

1. Ageev A.I. 2014. Gosudarstvennyj komitet po nauchno-tehnicheskoj politike: centr setevoj koncentracii nauchno-tehnicheskih svjazej v kljuchevyh oblastjah znanija dlja integrirovannogo upravlenija v sfere nauki i tehniki [State Committee for Scientific and Technical Policy: center for network concentration of scientific and technical relations in key areas of knowledge for integrated management in the field of science and technology] Jekonomicheskie strategii [Economic strategies], 124 (8): 12–21.

2. Bortalevich S.I. 2018. Adaptacija strategij razvitija kompanij dlja raboty na budushhih mirovyh rynkah, kotorye budut sozdany pri razvitii kljuchevyh nauchno-tehnicheskih trendov v uslovijah cifrovoj revoljucii [Adaptation of company development strategies to work in future global markets, which will be created with the development of key scientific and technical trends in the digital revolution]. Obrazovanie. Nauka. Nauchnye kadry [Education. The science. Scientific personnel], 4: 229–234.

3. Grabchak E.P., Loginov E.L. 2020. Kognitivnye cifrovye tehnologii identifikacii novyh nauchno-tehnicheskih napravlenij na osnove analiza informacionnyh interesov i kommunikacionnoj aktivnosti professional'nogo soobshhestva [Cognitive digital technologies for identification of new scientific and technical areas on the basis of analysis of information interests and communication activity of the professional community]. Kommunikacii v jepohu cifrovyh izmenenij. Sbornik materialov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Communications in the era of digital change. Collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference]. Parizh – Sankt-Peterburg: L"Harmattan, Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj jekonomicheskij universitet: 93–96.

4. Grabchak E.P., Loginov E.L. 2020. Formirovanie integrirovannoj informacionnoj sredy dlja cifrovoj podderzhki processov upravlenija zhiznennym ciklom nauchno-tehnicheskih issledovanij i razrabotok v jelektrojenergetike Rossii [Formation of an integrated information environment for digital support of life cycle management processes of scientific and technical research and development in the Russian electric power industry]. Sovremennye informacionnye tehnologii. Teorija i praktika. Materialy V Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Modern information technologies. Theory and practice. Materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference]. Cherepovec: Cherepoveckij gosudarstvennyj universitet: 32–35.

5. Grabchak E.P., Loginov E.L. 2020. Cifrovye podhody k kognitivnoj optimizacii kollektivnoj dejatel'nosti dlja reshenija slozhnyh intellektual'nyh zadach v nauchno-tehnicheskih predmetnyh oblastjah vysokotehnologichnyh proizvodstv [Digital approaches to cognitive optimization of collective activity for solving complex intellectual problems in scientific and technical subject areas of high-tech industries]. Innovacionnye tehnologii upravlenija. Sbornik statej po materialam VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Innovative management technologies. Collection of articles based on the materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference]. – Nizhnij Novgorod: Mininskij universitet: 119–120.

6. Elovskij D.A. 2016. Metod zashhity dannyh s primeneniem samovosstanavlivajushhihsja kodov i transponirovanija pamjati [A method of data protection using self-repairing codes and memory transposition]. Nauchnaja diskussija: voprosy tehnicheskih nauk [Scientific discussion: questions of technical sciences], 34 (4): 28–32.

7. Esenkova G.A., Evchenko A.V. 2020. Upravlencheskij analiz kachestva dokumentooborota predprijatija po rezul'tatam grafoanaliticheskogo diagnostirovanija informacionnyh potokov v ego strukturnyh podrazdelenijah (praktika modelirovanija i interpretacija rezul'tatov) [Management analysis of the quality of the enterprise's document flow based on the results of graph-analytical diagnostics of information flows in its structural divisions (practice of modeling and interpretation of results)]. Innovacionnaja jekonomika:

perspektivy razvitija i sovershenstvovani [Innovative economy: prospects for development and improvement], 48 (6): 31–39.

8. Esikov D.O., Akinshin R.N., Abramov P.I., Lutina L.E. 2017. Mathematical models of creation of a subsystem of ensuring safety of information in the distributed information systems. Civil aviation high technologies, 5: 161–170.

9. Ivanov S.N. 2018. Problems of maintaining the operation of the information infrastructure in the framework of the super-system of the digital economy in the conditions of failures with the use of blocking technology. Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 3: 265–268.

10. Loginov E.L., Shkrabljak A.S. 2009. Tendencies of the development of electronic and financial transactions and methods of their monitoring in global telecommunication nets. Engineering physics, 9: 47–53.

11. Nashhekin P.A. 2020. Theoretical justification of the method design of information security systems in virtual environments and cloud platforms. Cybersecurity issues, 40 (6): 14–22.

12. Normatov Sh.B. 2019. Problemy i reshenija obespechenija informacionnoj bezopasnosti jelektronnyh bibliotek [Problems and solutions for ensuring information security of electronic libraries]. Trudy GPNTB SO RAN [Proceedings of the SPSTB SB RAS], 1 (1): 47–50.

13. Onykij B.N., Sokolina K.A. 2017. Conceptual issues of multiagent systems engineering for scientific and technical information search and processing. Highly available systems, 1: 40–51.

14. Porshnev S.V., Beljaev D.O. 2020. Review of research results on hidden technical channels of information leakage processedby computer technology. Journal of the Ural Federal District. Information security, 38 (4): 5–21.

15. Sjuntjurenko O.V. 2018. Teoreticheskie i prikladnye aspekty avtomatizacii procedur mnogomernogo analiza dannyh [Theoretical and applied aspects of automation of procedures for multidimensional data analysis]. Nauchno-tehnicheskaja informacija. Serija 2: Informacionnye processy i sistemy [Scientific and technical information. Series 2: Information processes and Systems], 11: S. 1–8.

16. Shvedenko V.N., Shhekochihin O.V., Sinkevich E.A. 2020. Metodologija postroenija raspredelennoj informacionnoj sistemy poiska nauchno-tehnicheskoj informacii na osnove ob'ektnoj modeli dannyh [Methodology of constructing a distributed information system for searching scientific and technical information based on an object data model]. Nauchno-tehnicheskaja informacija. Serija 2: Informacionnye processy i sistemy [Scientific and technical information. Series 2: Information processes and Systems], 9: 7–14.

17. Bahtizin A.R. and etc. 2019. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy. Journal of Physics: Conference Series: 12042.

18. Hendrickx B. 2020. Burevestnik: a Russian air-launched anti-satellite system. URL: https://www.thespacereview.com/article/3931/1 (accessed: 15.04.2021г.)

19. Kalenov N.E., Senko A.M. 2019. Interactive system of terminological dictionaries as one of the elements in the ontology of scientific knowledge. Software Journal: Theory and Applications, 4: 3.

20. Loginov E.L. and etc. 2019. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 012015.

21. Loginov E.L. and etc. 2018. The supersystem of the digital economy: functioning and development based on the principle of self-organizing integration. Market Economy Problems, 4: 48–53.

22. Sandalova V.A. 2019. The modern state of the institute of banking secrecy in the conditions of digitization of banking services. Studies in Computational Intelligence, 826: 85–92.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Грабчак Евгений Петрович, кандидат экономических наук, Заместитель Министра энергетики Российской Федерации Минэнерго России, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeny P. Grabchak, Candidate of Economic Sciences, Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, Belgorod State University, Moscow, Russia

Логинов Евгений Леонидович, доктор экономических наук, профессор РАН, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, начальник экспертно-аналитической службы ситуационно-аналитического центра Минэнерго России, г. Москва, Россия

Evgeny L. Loginov, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, twice winner of the Prize of the Government of the Russian Federation in the field of science and technology, head of the expert-analytical service of the situational-analytical center of the Ministry of Energy of Russia, Moscow, Russia

Шкута Александр Анатольевич, доктор экономических наук, доцент, профессор департамента мировой экономики и международного бизнеса Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

Alexander A. Shkuta, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of World Economy and International Business of the Financial University under the Government of the Russian Federation

УДК 001.89, 004.94, 005.8
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-552-563

Системная динамика в управлении междисциплинарными проектами

Маслобоев А.В., Путилов В.А.
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
В работе рассматриваются вопросы применения метода системной динамики для анализа и моделирования процессов управления комплексными междисциплинарными проектами и программами. Проведен анализ базовых структурных элементов проектного управления и причинно-следственных связей, моделирующих задержки, обратные связи и нелинейные взаимозависимости в процессе реализации междисциплинарных проектов и разработок. Предложена технология использования системно-динамических моделей для задач управления научно-исследовательскими проектами, обеспечивающая концептуальный анализ динамической структуры проектов и моделирование динамики их поведения с целью синтеза и оценки сценариев достижения заданных показателей эффективности в условиях временных и ресурсных ограничений. Результаты исследования смогут найти применение для улучшения существующей практики управления проектами различного масштаба в научно-инновационной, образовательной, инвестиционной и других сферах.

Ключевые слова: системная динамика, управление проектами, системно-динамическая модель, междисциплинарные исследования и разработки, концептуальное моделирование.

Благодарности: результаты получены в рамках выполнения государственного задания ИИММ КНЦ РАН (№ 0226-2019-0035).

Для цитирования: Маслобоев А.В., Путилов В.А. 2021. Системная динамика в управлении междисциплинарными проектами. Экономика. Информатика, 48 (3): 552–563. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-552-563.

System dynamics for management of interdisciplinary projects

Andrey V. Masloboev, Vladimir A. Putilov
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 study considers application issues of system dynamics method for the purpose of analysis and modeling of the comprehensive interdisciplinary project and research program management processes. The analysis of basic structure elements of the project management and cause-effect relations, which simulate delays, feedbacks and non-linear interdependencies during the process of interdisciplinary project and development implementation, is carried out. The technology for use of system-dynamic models within the bounds of management problem-solving of research and development projects, which provides conceptual analysis of project dynamic structure and modeling of project conduct dynamics purposely to scenarios synthesis and assessment of the given efficiency index values achievement under temporal and resource restrictions, has been proposed. The results of investigation can be applicable for improvement of the existing practice of project management of the various scales in research, innovation, education, investment and other areas.

Keywords: system dynamics, project management, system-dynamic model, interdisciplinary research and developments, conceptual 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).

For citation: Masloboev A.V., Putilov V.A. 2021. System dynamics for management of interdisciplinary projects. Economics. Information technologies, 48 (3): 552–563 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-552-563.

Введение

На сегодняшний день в условиях бурного развития цифровой экономики, научной дипломатии и международного технологического противоборства возрастают требования к качеству научных исследований и разработок и эффективности управления связанными с этой сферой сложными процессами. На практике эти требования определяются общими и специфическими аспектами социально-экономического и общественно-политического характера, имеющими особое значение для текущего развития страны и стратегических задач государственного управления. Современная наука характеризуется конвергенцией и синергизмом, междисциплинарностью и неопределенностью, возрастающими объемами разноплановой информации, требующими обработки и анализа для получения новых и полезных знаний. Комбинация этих свойств приводит к увеличению сложности процессов научных исследований и разработок, что обусловливает необходимость в создании новых форм и инструментов организационного управления этими процессами. В связи с этим одной из важных и наиболее актуальных проблем в этой области является планирование и реализация междисциплинарных проектов и программ исследований, направленных на комплексное изучение различных аспектов функционирования сложных объектов, процессов и систем различной природы и масштаба, а также закономерностей и тенденций их поведения и развития с учетом пространственно-временной когерентности и параметрической согласованности конкретных наблюдений и измерений.

Для решения этой проблемы на практике традиционно применяются различные методы исследований, как при построении моделей изучаемых объектов и явлений, так и при организации экспериментальных исследований параметров этих объектов и явлений. Эти методы предполагают интеграцию локальных моделей в глобальные, объединение локальных исследований в глобальные программы, привлечение специалистов из разных областей знаний. Построению моделей управления комплексными междисциплинарными проектами в последнее десятилетие уделяется серьезное внимание. Например, в работах [Игнатьев и др., 1986; Кузьмин и др., 1991; Олейник, Ломов, 2016; Маслобоев, Путилов, 2016; Быстров, Маслобоев, 2018; Олейник, Фридман, 2020] рассматриваются подходы и методы управления научными исследованиями, основанные на разработке и формальном анализе концептуальных и онтологических моделей научно-исследовательских задач. Эти модели достаточно адекватно отражают структуру процесса научных исследований с необходимой степенью полноты и непротиворечивости, но не динамику этого процесса, поскольку в большинстве своем представляют собой замкнутые статические конструкции. Для изучения динамических характеристик процессов междисциплинарных исследований, наряду с известными и апробированными методами концептуального анализа, на практике необходимо также применять специальные методы, к которым относится метод системной динамики [Forrester, 2007a; Forrester, 2007b], предложенный в 50-х годах Дж. Форрестером.

В последнее время применение метода системной динамики в задачах организации и планирования научных исследований и разработок вновь оживилось и расширилось до управления междисциплинарными проектами различного уровня и масштаба – от науки и образования до крупного бизнеса, государственного управления и цифровой экономики. В управлении проектами роль системной динамики заключается в информационно-аналитической поддержке (сценарном анализе, прогнозировании, оценке, планировании)

процессов развития и реализации проектов на всех стадиях их жизненного цикла. Модели системной динамики могут использоваться также для оптимизации и реинжиниринга уже реализуемых проектов, согласования интересов и разрешения конфликтных ситуаций внутри проектных групп, обучения исполнителей, создания автоматизированных средств анализа и тестирования планируемых проектов и т. д. В настоящей работе анализируются основные достижения в области управления проектами на основе метода системной динамики, основные структуры, действующие в проектах. Кроме того, рассматривается, каким образом системно-динамические модели, реализованные на компьютере, могут использоваться для стратегического планирования проектов. Предлагаются направления практического применения системной динамики в управлении междисциплинарными проектами.

Постановка задачи

Управление междисциплинарными проектами [Новиков, 2007; Маслобоев, 2019] – сложная динамическая задача. Известные статические модели и методы, такие как программно-целевое планирование, функционально-целевой подход, недостаточно полно описывают динамику внутренней структуры жизненного цикла междисциплинарных проектов, определяющей характер поведения проекта и его развитие во времени. Однако в практике управления проектами для получения максимальных эффектов важное значение имеют анализ и моделирование именно динамических характеристик процессов развития проекта – от разработки, планирования и реализации до контроля исполнения, оценки результатов и реорганизации. В рамках данной работы выделяются общие и специальные компоненты динамической структуры междисциплинарных проектов и определяется, как эти компоненты могут быть использованы для понимания динамики поведения проектов. Эффективное управление является критическим фактором для успешного развития междисциплинарных проектов. Однако многие проекты терпят неудачи в достижении поставленных целей. Это связано, прежде всего, с тем, что по своей структуре управление междисциплинарными проектами многофункционально и при реализации этого процесса возникают трудности учета всего множества динамических характеристик самого проекта и отдельных этапов его жизненного цикла. К этим характеристикам относятся, например, нелинейные взаимозависимости, обратные связи, запаздывание (задержки) и другие. Еще одной особенностью управления многофазными проектами является необходимость учета и определения взаимосвязей между компонентами динамической структуры проекта и его поведением в процессе развития, характеризующих поведение проекта в зависимости от характера функционирования элементов структуры и влияние формы поведения проекта на доминирование и взаимодействие различных элементов структуры. Исключение этих взаимосвязей из рассмотрения приводит к снижению качества принимаемых решений по управлению проектом и, соответственно, неадекватному развитию проекта.

Эффективность реализации любого проекта и управление его развитием зависят от множества характеристик, включая целеполагание, структуру управляющего цикла, плана поэтапного выполнения работ, способов организации процессов, объемов необходимых ресурсов и затрат на достижение поставленных целей и т. д. Процесс разработки проекта предполагает концептуальное описание всех этапов жизненного цикла проекта и потоков работ (заданий) в рамках этих этапов и между ними. Это описание содержит подробные качественные и количественные характеристики процесса разработки – от этапов постановки задач, определения наличия доступных исполнительных ресурсов и выполнения необходимых итераций внутри этапов и между ними до идентификации задержек в подпроцессах, оптимального распределения ресурсов и распознавания ошибок. Ресурсы характеризуются их количеством (объемом) и эффективностью (производительностью). Эти характеристики, как правило, ограничивают скорость разработки проекта. Размеры (масштаб) проекта определяются количеством задач (заданий), которые необходимо решить в ходе реализации проекта. Задачи проекта описывают условия (например, срок завершения, целевые показатели качества реализации отдельных этапов работ, ожидаемые результаты и т. д.) для финализации проекта. Данные динамические компоненты (задачи, целевые установки, объем работ, масштаб, процесс

реализации проекта, различные виды требуемых ресурсов) активно взаимодействуют друг с другом в структуре управления проектом и напрямую влияют на ход его выполнения на всех стадиях жизненного цикла проекта. Даже без углубления в детали можно видеть сложность и глобальность задачи управления междисциплинарными проектами. Эта глобальность может быть помехой в прогнозе и анализе [Путилов, Горохов, 2002] и объясняет недостаточную эффективность в принятии решений по управлению такими проектами.

Для исследования внутренней динамики процесса разработки междисциплинарных проектов необходимо системно-динамическое описание причинно-следственных связей, определяющих характер поведения проектов при различных условиях их реализации. Процесс разработки междисциплинарных проектов влияет на характеристики исполнения задач этих проектов ограничением максимально возможной скорости выполняемых работ, зависимостями различных видов исследовательской и другой деятельности и влияниями взаимосвязей между этими задачами. Общая техника сетевого планирования расписания и управления сроками проектов, используемая в методах критического маршрута CPM (Critical Path Method) и оценки проектов PERT (Project Evaluation and Review Technique), моделирует процесс реализации междисциплинарного проекта посредством оценивания длительности выполнения задач и анализа различных внутренних и внешних ограничений на управление проектом между этапами жизненного цикла проекта. При этом требуется поддержание достаточно высокой степени агрегирования динамических характеристик проекта (задач, процессов, ресурсов, размеров). Однако методы CPM и PERT не позволяют явно моделировать динамику итеративных процессов и задач внутри этапов жизненного цикла проекта. Эти методы ориентированы на учет только линейных отношений между элементами процессов разработки и реализации проекта, в то время как большинство взаимосвязей являются нелинейными. Для нивелирования этих недостатков в практике моделирования процессов разработки и управления проектами может быть использован метод системной динамики [Медоуз и др., 2007]. Системно-динамические модели базируются на структуре причинно-следственных связей моделируемых процессов, что позволяет явно и с высокой степенью адекватности описывать и учитывать нелинейные взаимозависимости и задержки в системах управления сложными объектами, а также обратные связи и флуктуации в контуре управления междисциплинарными проектами.

На рис. 1 показаны общие функциональные компоненты, обычно встречающиеся в структуре управления проектами различного типа, взаимозависимости и взаимодействия между этими компонентами. Структура управления проектом включает четыре ключевых функциональных компонента: процесс разработки, управление ресурсами, планирование развития и контроль исполнения. Взаимодействие между этими компонентами основано на обмене информацией и управляющими сигналами. Информационные потоки содержат сведения о требуемых ресурсах, наличии и доступности ресурсов в заданный момент времени, незавершенных и планируемых задачах (работах), статусах развития проекта, конечных сроках реализации проекта или отдельных этапов его жизненного цикла и т. п.

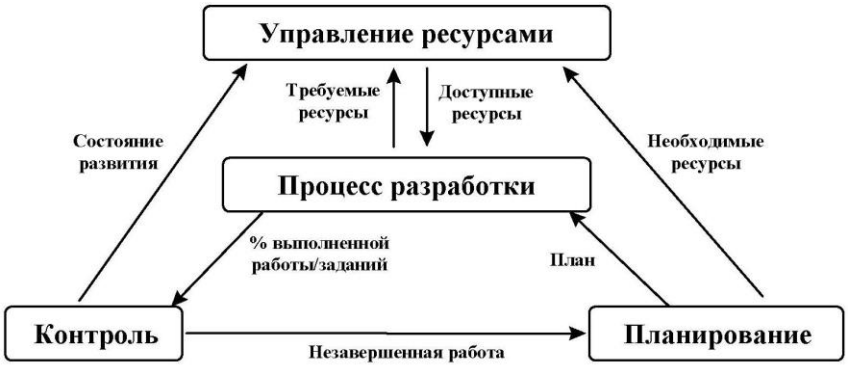

Рис. 1. Общие функциональные компоненты, взаимодействия и взаимозависимости в системе управления междисциплинарным проектом
Fig. 1. General functional components, interactions and interdependences in the framework of interdisciplinary project management

Необходимые ресурсы определяются условиями сетевого плана развития проекта и представляют собой средства, которые нужно затратить на выполнение всего проекта, в то время как требуемые ресурсы определяются потребностями в средствах, которые нужны на некоторой стадии реализации проекта в заданный момент времени, для решения конкретной задачи. Это основное отличие между необходимыми и требуемыми ресурсами в структуре управления проектами.

Базовые динамические компоненты в структуре управления проектами

Моделирование процессов разработки и реализации междисциплинарных проектов на основе метода системной динамики осуществляется с применением специальных, но довольно общих динамических характеристик проектной и управленческой деятельности. В ряде исследований [Новиков, 2007; Привалов, 2009; Логиновский, Гельруд, 2015] предлагаются разнообразные пути описания потоков работ (заданий) в проекте, а также выделяются различные структурные элементы проектов, как например, коллектив исполнителей (кадровые ресурсы), спецификации задач и продукта, процессы доработки/переработки, доступность материальных и исполнительных ресурсов, ограничения целостности процессов, качество, размеры проекта. Системно-динамические модели описывают связи и взаимозависимости между ресурсами, процессом разработки, управлением (включая планирование), контролем исполнения проекта. Далее рассмотрим типовые динамические компоненты созданных моделей междисциплинарных проектов.

Компонент «Рабочая сила» моделирует динамику производительности, состава и компетенций коллектива исполнителей проекта при различных условиях реализации проекта на количественном и качественном уровне. Учитываются такие показатели, как мотивация, усталость, давление плана, имеющийся опыт, уровень обучаемости проектной группы и другие. Классификация и типы «Рабочей силы» предложены в исследовании [Bystrov, et. al., 2016]. Влияние суммарных компетенций и накопленного опыта проектной группы на ее производительность в ходе реализации проекта с учетом психологических и медико-биологических аспектов (мотивация, утомляемость и т. д.) формализовано в ряде моделей, предложенных, например, в работах [Путилов, Горохов, 2002; Маслобоев и др., 2015]. Известные модели управления проектами оперируют компонентом «Рабочая сила», как основным показателем ресурсных затрат и издержек в проектах, влияющих на процесс и качество выполнения проекта. Компонент «Рабочая сила» в этих моделях формализует организационные механизмы управления проектом и основные процессы распределения исполнительных ресурсов на различных фазах жизненного цикла проекта.

Компонент «Планирование» моделирует влияние принимаемых менеджерами проекта управленческих решений по изменению (уточнению) структуры проекта и путей его реализации на текущий сетевой план развития проекта посредством корректировки контрольных сроков выполнения проекта в ответ на давление текущего плана. Компонент «Планирование» используется во многих моделях, например, предложенных в [Путилов, Горохов, 2002; Новиков, 2007; Привалов, 2009]. Компонент «Планирование» описывает также динамику изменений сетевого плана проекта в соответствии с условиями реализации проекта, ожидаемыми результатами и сроками завершения работ. Уточнение или изменение контрольных сроков, как правило, приводит к снижению давления плана на ход и эффективность выполнения проекта. Это обеспечивает «люфт» и возможность доопределения плана работ по проекту, объемов требуемых ресурсов и затрат, а также позволяет снизить степень напряженности внутри проектной группы. Необходимость внесения корректировок в план реализации проекта и изменения сроков контроля этапов его выполнения на практике определяется различными факторами, к которым относятся готовность менеджеров включать новых исполнителей в проект на различных его стадиях, установленный максимально допустимый срок завершения работ по проекту и другие.

Компонент «Реинжиниринг» моделирует процессы распознавания и корректировки ошибок в структуре управления проектом для оптимизации плана реализации проекта и улучшения требуемых показателей качества и ожидаемых результатов. Реинжиниринг является составной частью процесса реализации любого проекта, а имитирующий его компонент присутствует практически во всех известных динамических моделях проекта. Тем не менее объем ресурсов и трудозатрат на реинжиниринг проекта варьируется между различными типами проектов. Компонент «Реинжиниринг» описывает дополнительные временные и материальные затраты, необходимые для улучшения качества проекта, либо отдельных его составляющих до стадии завершения. Упрощенные динамические модели проектного реинжиниринга широко используются в моделях управления проектами как на оперативном, так и стратегическом уровнях планирования и управления. Примеры таких моделей представлены, например, в работе [Быстров, Маслобоев, 2018]. Моделирование реинжиниринга с помощью этих моделей позволяет отследить динамику возникновения типовых ошибок и оценить возможные риски (последствия) в ходе реализации проекта. Обнаружение ранее неопознанных или неявных ошибок и их своевременная обработка являются важным этапом процесса управления проектом, что расширяет понимание того, как в перспективе должен развиваться проект. Задержки своевременного распознавания и исправления ошибок в ходе планирования и реализации проекта во многом зависят от типа и масштаба проекта, а также напрямую влияют на оперативность выполнения и пути развития проекта.

Компонент «Объем работ/задач» моделирует один из определяющих показателей успешной реализации любого проекта – количество заданий, доступных для обработки в заданный момент времени на определенной стадии проекта при известном количестве уже решенных задач. Объем работ/задач также варьируется в зависимости от типа и размеров проекта и, как правило, определяется внешними и внутренними ограничениями, установленными планом реализации проекта. Накладываемые ограничения затрагивают все этапы жизненного цикла проекта, то есть результаты, полученные в ходе выполнения задач проекта на каждом этапе, определяют доступность и возможность решения задач на последующих, в том числе и предшествующих этапах реализации проекта. Последнее определяется как внешние ограничения относительно текущего этапа развития проекта.

Компонент «Объем работ/задач» в моделях проекта описывает взаимозависимость между текущими и выполненными заданиями в плане декомпозиции целей и задач проекта, а также динамику изменений спецификации этих задач при различных условиях реализации проекта. Эта взаимосвязь может меняться в зависимости от типа проекта. Так, к примеру, она может быть линейной в строительных проектах, либо нелинейной, как в проектах по разработке программного обеспечения, или вообще иметь вид неограниченного процесса, как в комплексных междисциплинарных исследовательских проектах.

Компонент «Качество» моделирует организационные механизмы распознавания ошибок в ходе реализации проекта. Это приводит к появлению новых задач в сетевом плане проекта, требующих дополнительной проработки и поиска путей решения. Кроме того, этот компонент в моделях управления проектом описывает динамику возникновения новых задач в ходе обнаружения ошибок и связанных с этими задачами итеративных процессов выполнения дополнительных работ по проекту. Учет этой динамики в процессе управления проектом необходим как для выработки путей улучшения планируемых результатов, так и для соответствия определенным стандартам качества.

Компонент «Масштабирование» моделирует динамику изменений в размерах проекта при различных условиях, меняющихся на разных этапах его реализации. Причины изменений масштабов проекта зачастую связаны с возникновением новых целей и задач, доопределением сетевого плана проекта, перераспределением ресурсов, уточнением или модификацией организационных, технологических и нормативных требований к проекту, результатам его реализации или сопутствующим процессам, обнаружением ошибок и несогласованности между звеньями управляющего цикла проекта. Например, в работе [Маслобоев, Путилов, 2016] рассматривается динамическая модель оценки масштабов инновационных проектов при

изменениях спецификаций в требованиях к наукоемкому продукту и изменениях инвестиционного климата в регионе. Использование компонента «Масштабирование» в моделях проекта обеспечивает оценку и анализ влияния масштабов проекта на контрольные сроки его реализации, необходимый объем исполнительных ресурсов, а также на длительность жизненного цикла развития проекта.

Компонент «Потоки заданий/работ» моделирует структуру процесса реализации задач проекта и цепочек действий (потоков работ) по решению этих задач в рамках этапов жизненного цикла проекта. В различных моделях проектов данный компонент может использоваться для системного представления как полного цикла развития и реализации проекта, так и отдельных процессов и этапов жизненного цикла, являющихся наиболее существенными и критичными для конкретного типа и масштаба проекта. В моделях сложных многофазовых междисциплинарных проектов, как правило, описываются этапы постановки задач, формирования проектной группы, спецификации конечных результатов и анализа их применимости, разработки и исследования, производства или реализации, экспериментального тестирования и другие. Этапы проектирования и планирования также включаются в эти модели в виде отдельных подмоделей посредством установления связей между всеми объектами модели через функционал компонента «Потоки заданий/работ».

Рассмотренные функциональные компоненты динамических моделей управления проектами демонстрируют многоаспектность и структурную сложность управления жизненным циклом проектов различного типа и уровня. Так как эти компоненты активно взаимодействуют и интегрируются друг с другом в реальных приложениях, то сложность моделирования проектного управления и интерпретации результатов прогноза развития проектов традиционными методами в некоторой степени увеличивается. Это затрудняет управление крупномасштабными и междисциплинарными проектами. В связи с этим системно-динамические имитационные модели призваны помочь в решении задач анализа взаимосвязей между структурой управления и динамикой сложных масштабных проектов.

Технология системно-динамического моделирования проектного управления

На практике модели системной динамики широко применяются на двух основных уровнях иерархии управления проектами – стратегическом и оперативном уровне (рис. 2) [Путилов, Горохов, 2002]. Стратегический уровень управления включает основные этапы реализации проекта и охватывает весь жизненный цикл проекта от начала и до конца. Этот уровень описывается глобальной системно-динамической моделью. Оперативный (операционный) уровень управления, наоборот, содержит взаимосвязанные подпроцессы и составные части проекта, которые моделируются своей специализированной системно-динамической моделью. Этот уровень приложения системной динамики ориентирован на прогнозирование развития проекта в будущем и изменения его состояний до завершения очередного управляющего цикла при наличии доступной и достоверной информации о характеристиках этого цикла для формирования/корректировки плана реализации проекта.

Между традиционными сетевыми моделями управления проектами и моделями системной динамики выделяют два типа связей – информационные и структурные связи. Так, структура системно-динамической модели проекта строится изоморфно, то есть адекватно структуре сетевых моделей, а потоки данных (входная и выходная информация) в системно-динамической модели соответствуют принятой информационной структуре, используемой в традиционных моделях управления проектами. Это позволяет обеспечить имитацию динамики поведения проекта посредством системно-динамической модели, хорошо согласующуюся с результатами применения аналогичной сетевой модели проекта. Логическая интеграция формальных сетевых моделей и моделей системной динамики на стратегическом и оперативном уровнях управления проектом обеспечивают, в свою очередь, установление и поддержку аналитических связей между этими типами моделей в процессе анализа и моделирования жизненного цикла проекта и проектного менеджмента.

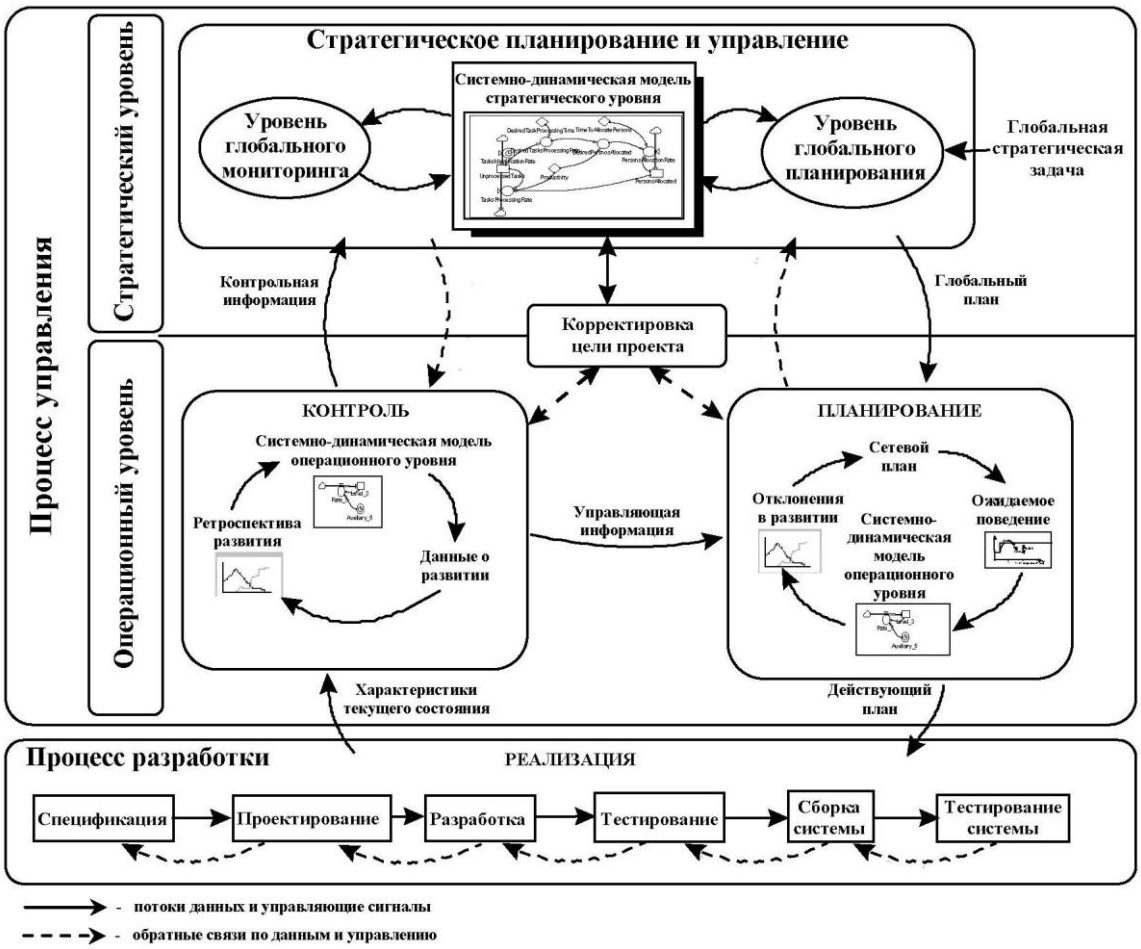

Рис. 2. Двухуровневая структура применения системно-динамических моделей в управлении проектами

Fig. 2. Two-level structure of system dynamic model application in the project management

На этапе планирования в структуре управления проектом системно-динамические модели используются в следующих целях:

1) Для распознавания метрических характеристик процесса развития проекта, определенных в исходном или текущем сетевом плане реализации проекта и динамически меняющихся со временем. Эти динамические параметры, описывающие метрику проекта, характеризуют планируемые затраты на поэтапное выполнение проекта, эффективность работы, производительность исполнительных ресурсов, пространственно-временные и ресурсные ограничения на управление проектом и т. д. По данным характеристикам оценивается реалистичность сетевого плана проекта.

2) Для анализа жизнеспособности сетевого плана проекта в условиях влияния различных факторов риска – внешних и внутренних, с прицелом на перспективу.

3) Для определения альтернативных и выбора наилучших путей достижения целей реализации проекта и требуемых показателей качества управления проектом при заданных условиях на основе оценки альтернативных вариантов решений по разработке наукоемкого продукта и анализа сценариев проектного управления при распределении и планировании исполнительных и других необходимых видов ресурсов.

4) Для идентификации возможных коллизий и флуктуаций в сетевом плане развития проекта на основе прогнозирования динамики показателей результативности проекта как на оперативном, так и стратегическом уровне управления.

На этапах мониторинга и контроля исполнения в структуре управления проектом системно-динамические модели применяются по следующим направлениям:

1) Анализ неопределенности и риска развития проекта на основе распознавания косвенной или неявной фактологической информации о текущем состоянии реализации проекта.

2) Сравнительный анализ и оценка исходных и фактических метрических свойств процесса развития проекта и установление достигнутых результатов его реализации в заданный момент времени.

3) Определение возможностей улучшения результатов реализации проекта на конкретном этапе цикла его развития путем оптимизации механизмов организационного управления проектом на основе исследования альтернативных вариантов управленческих решений, принимаемых при планировании и распределении ресурсов на выполнение проекта, структурировании и декомпозиции проекта, выборе управляющих воздействий на элементы и процессы жизненного цикла проекта и т. д.

В том и другом приложениях системно-динамические модели обеспечивают функциональное расширение системы управления проектами за счет предоставления возможностей имитации, предсказания и обоснования характера поведения проекта и его динамических характеристик в тех или иных условиях.

Обобщение путей использования системно-динамических моделей проекта в цикле управления проектом представлено на рис. 3.

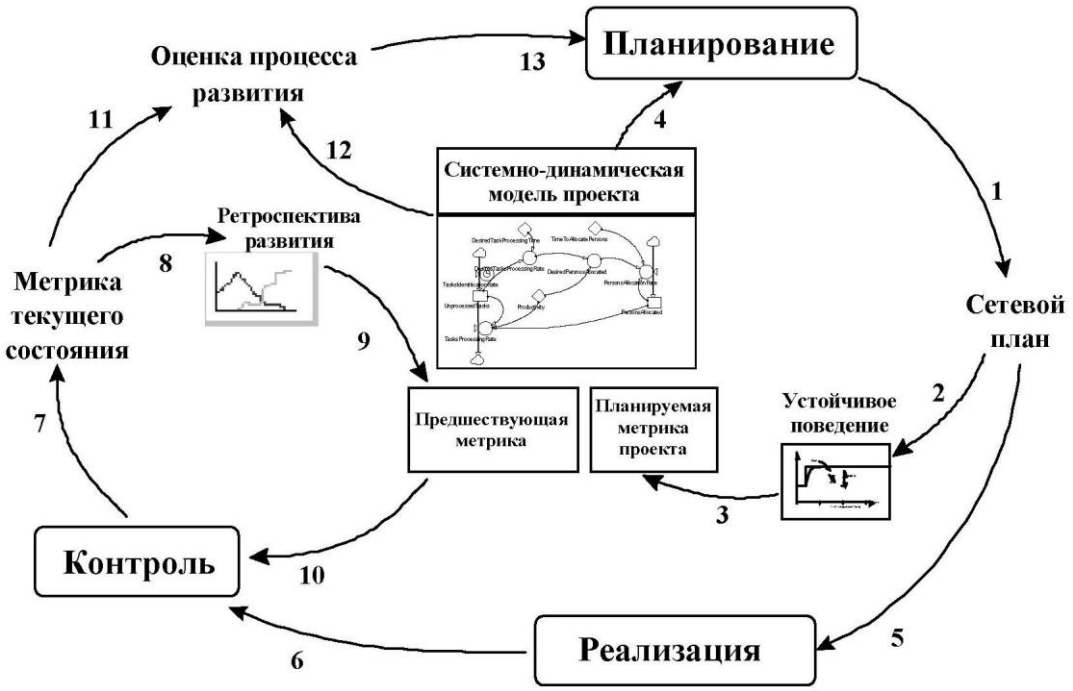

Рис. 3. Схема технологии применения системной динамики в управлении проектами
Fig. 3. Technological scheme of system dynamics application in project management

Как показано на рис. 3, технология применения системно-динамических моделей в задачах управления междисциплинарными проектами реализуется в несколько шагов:

Шаг 1. Разработка, доопределение или корректировка параметров сетевого плана для очередного управляющего цикла проекта.

Шаг 2. Формирование (прогноз) сценария устойчивого поведения функциональных элементов проекта, определенного к сетевому планированию.

Шаг 3. Калибрование метрики процесса развития и реализации проекта в системно-динамической модели проекта, обеспечивающее имитацию запланированного поведения проекта на модели.

Шаг 4. Выявление нестыковок и коллизий в исходном и желаемом сетевом плане проекта на основе анализа откалиброванной метрики процесса с применением системно-

динамической модели проекта, что позволяет предварительно оценить возможные риски реализации отдельных этапов проекта и эффекты от принятия альтернативных вариантов решений на стадии планирования проекта.

Шаг 5. Реализация модифицированного сетевого плана проекта в ходе выполнения очередного управляющего цикла проекта.

Шаг 6. Сбор информации и мониторинг состояния развития проекта и процесса его реализации в ходе основных этапов жизненного цикла проекта.

Шаг 7. Формирование аналитической информации о значениях метрики процесса развития проекта и подготовка периодической отчетности.

Шаг 8. Построение набора взаимосвязанных ретроспективных данных о значениях метрических характеристик процесса развития проекта.

Шаг 9. Калибрование метрики процесса реализации проекта с помощью системно-динамической модели проекта, обеспечивающее имитацию ретроспективы всего цикла развития проекта на модели.

Шаг 10. Выявление несоответствий в собранной информации в ходе калибрования метрики процесса реализации проекта, что обеспечивает возможность получения дополнительных данных о развитии проекта, которые используются для расширения сведений о текущих метрических характеристиках, на основе откалиброванной системно-динамической модели.

Шаг 11. Формирование сводного отчета о значениях метрических характеристик процесса развития проекта на стадии промежуточного контроля хода исполнения проекта.

Шаг 12. Сопоставление запланированных на шаге 3 и фактических метрических характеристик процесса развития проекта с применением системно-динамической модели проекта, что позволяет обнаружить отклонения в процессе управления проектом и показателях его эффективности, а также исследовать альтернативные пути достижения наилучших результатов.

Шаг 13. Калибровка системно-динамической модели проекта с целью имитации предшествующих этапов управляющего цикла проекта, что позволяет спрогнозировать будущее состояние проекта, которое может отличаться от исходного или текущего (скорректированного) сетевого плана проекта.

Шаг 14. Модификация и обновление текущего сетевого плана реализации проекта для следующего управляющего цикла на основе анализа информации, полученной на шаге 13.

Представленная последовательность шагов является технологической схемой для практического использования метода системной динамики и имитационных моделей в информационно-аналитической поддержке управления междисциплинарными проектами.

Заключение

В работе дано научное обоснование применения системной динамики для анализа и моделирования процессов управления комплексными междисциплинарными проектами. Разработана технологическая схема (технология) использования системно-динамических моделей в процессе управления междисциплинарными проектами, обеспечивающая концептуальный анализ динамической структуры проектов и моделирование динамики их поведения в условиях временных и ресурсных ограничений. На концептуальном уровне технология определяет правила того, как системно-динамические модели интегрируются в общие модели управления проектами и как это может быть использовано для контроля и планирования проектной деятельности, а также для достижения заданных показателей эффективности реализации и управления проектами. Результаты работы смогут найти применение для улучшения известных отечественных и зарубежных практик управления проектами в научно-инновационной, образовательной, инвестиционной и других сферах.

В ходе дальнейших исследований планируется установить четкую схему для таких критических вопросов, как адекватность модели, общность, «стандартность» структуры

модели и процесса разработки, автоматизация калибровки модели, а также разработка стандартной метрики для моделирования процессов управления междисциплинарными проектами. Определенный интерес представляет попытка объединения концептуальных и системно-динамических моделей в единую метамодель управления междисциплинарными проектами, что может служить фундаментальной основой для развития теории и практики управления проектами различного уровня в сфере научных исследований и разработок.

Результаты исследования были использованы при реализации Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года (утверждена Указом Президента РФ от 26 октября 2020 года № 645) в части решения задач по оптимизации временных, материальных и финансовых затрат на планирование, реализацию и координацию социально-направленных междисциплинарных научно-исследовательских проектов на территории Мурманской области.

Список литературы

1. Быстров В.В., Маслобоев А.В. 2018. Концептуальная модель жизненного цикла управления проектами в сфере обеспечения региональной безопасности. Информационные системы и технологии, 3 (107): 48–56.

2. Игнатьев М.Б., Путилов В.А., Смольков Г.Я. 1986. Модели и системы управления комплексными экспериментальными исследованиями. М., Наука, 228.

3. Кузьмин И.А., Путилов В.А., Фильчаков В.В. 1991. Распределенная обработка информации в научных исследованиях. Л., Наука, 304.

4. Логиновский О.В., Гельруд Я.Д. 2015. Информационно-аналитическая система управления проектами на базе использования комплекса математических моделей функционирования стейкхолдеров. Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника», 15 (3): 133–141.

5. Маслобоев А.В. 2019. Концепция Центра перспективных исследований и обеспечения безопасности Арктики. Арктика: экология и экономика, 2 (34): 129–143.

6. Маслобоев А.В., Олейник А.Г., Шишаев М.Г. 2015. Информационная технология дистанционного формирования и управления моделями системной динамики. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 15 (4): 748–755.

7. Маслобоев А.В., Путилов В.А. 2016. Информационное измерение региональной безопасности в Арктике. Апатиты, КНЦ РАН, 222.

8. Медоуз Д.Х., Рандерс Й., Медоуз Д.Л. 2007. Пределы роста. 30 лет спустя. М., ИКЦ «Академкнига», 342.

9. Новиков Д.А. 2007. Управление проектами: организационные механизмы. М., ПМСОФТ, 140.

10. Олейник А.Г., Ломов П.А. 2016. Разработка онтологии интегрированного пространства знаний. Онтология проектирования, т. 6, 4 (22): 465–474.

11. Олейник А.Г., Фридман А.Я. 2020. Структура комплексных концептуальных пространств в междисциплинарных проектах. Труды Кольского научного центра РАН, т. 11, 8 (11): 150–154.

12. Привалов А.И. 2009. Математические модели управления проектами в решении системных проблем экономики. Сегодня и завтра российской экономики, 26: 43–48.

13. Путилов В.А., Горохов А.В. 2002. Системная динамика регионального развития. Мурманск, НИЦ «Пазори», 306.

14. Bystrov V.V., Malygina S.N., Khaliullina D.N. 2016. The information technology of multi-model forecasting of the regional comprehensive security. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 466, 3: 475–482.

15. Forrester J.W. 2007a. System dynamics – a personal view of the first fifty years. System Dynamics Review, vol. 23, 2–3: 345–358.

16. Forrester J.W. 2007b. System dynamics – the next fifty years. System Dynamics Review, 23, 2–3: 359–370.

References

1. Bystrov V.V., Malygina S.N., Khaliullina D.N. 2016. The information technology of multi-model forecasting of the regional comprehensive security. Advances in Intelligent Systems and Computing, 466, 3: 475–482.

2. Bystrov V.V., Masloboev A.V. 2018. Conceptual model of the project management life-cycle in the field of regional security support. Information systems and technologies, 3 (107): 48–56. (in Russian)

3. Forrester J.W. 2007a. System dynamics – a personal view of the first fifty years. System Dynamics Review, vol. 23, 2–3: 345–358.

4. Forrester J.W. 2007b. System dynamics – the next fifty years. System Dynamics Review, 23, 2–3: 359–370.

5. Ignatyev M.B., Putilov V.A., Smol'kov G.Ya. 1986. Management models and systems of the comprehensive experimental research. Moscow, Nauka, 228. (in Russian)

6. Kuz'min I.A., Putilov V.A., Fil'chakov V.V. 1991. Distributed processing of information in scientific research. Leningrad, Nauka, 304. (in Russian)

7. Loginovskiy O.V., Gelrud Ya.D. 2015. Informational and analytical system of project management on the basis of a complex of mathematical models of the functioning of stakeholders. Bulletin of the SUSU. Series "Computer technologies, control, radio electronics", vol. 15, 3: 133–141. (in Russian)

8. Masloboev A.V. 2019, The Concept of the Arctic Center for Advanced Research and Security Support. Arctic: ecology and economy, 2(34): 129–143. (in Russian)

9. Masloboev A.V., Oleynik A.G., Shishaev M.G. 2015. Remote synthesis and control information technology of system-dynamic models. Scientific-technical Journal of information technologies, mechanics and optics, vol. 15, 4: 748–755. (in Russian)

10. Masloboev A.V., Putilov V.A. 2016. Information dimension of regional security in the Arctic. Apatity: KSC RAS, 222. (in Russian)

11. Medouz D.Kh., Randers Y., Medouz D.L. 2007. Growth limits. 30 years later. Moscow: IKTs «Akademkniga», 342. (in Russian)

12. Novikov D.A. 2007. Project management: organizational mechanisms. Moscow: PMSOFT, 140. (in Russian)

13. Oleynik A.G., Lomov P.A. 2016. Development of the ontology of integrated knowledge space. Ontology design, vol. 6, 4(22): 465–474. (in Russian)

14. Oleynik A.G., Fridman A.Ya. 2020. Structure of integrated conceptual spaces in interdisciplinary projects. Bulletin of the Kola science center RAS, vol. 11, 8(11): 150–154. (in Russian)

15. Privalov A.I. 2009. Mathematical models of project management in solving system problems of the economy. Today and Tomorrow of the Russian Economy, 26: 43–48. (in Russian)

16. Putilov V.A., Gorokhov A.V. 2002. System dynamics of regional development. Murmansk: NITs «Pazori», 306. (in Russian)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Путилов Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, научный руководитель, Институт информатики и математического моделирования Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrey V. Masloboev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher in Department of information technologies for regional development management, Institute for Informatics and Mathematical Modeling of the Federal Research Center “Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences”, Apatity, Russia

Vladimir A. Putilov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific director, 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 004.622, 004.415.2
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-564-577

Подготовка метаданных публикаций для пакетного импорта в институциональный репозиторий на платформе DSpace

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

Аннотация. Внесение метаданных о научных публикациях в институциональный репозиторий на платформе DSpace вручную занимает значительное время, даже когда данные представляют собой готовые выгрузки из реферативных баз Scopus и Web of Science, и уже имеют формат, близкий к Dublin Core. Для решения задачи преобразования и объединения данных, а также интеграции в итоговый набор метаданных оригинал-макетов публикаций с целью их пакетного импорта в университетский репозиторий, были разработаны алгоритмы использования стандартных офисных приложений и бесплатного ПО, а также созданы программные скрипты, которые позволили автоматизировать большинство рутинных операций. Использование этих алгоритмов и созданного ПО показало двадцатидевятикратное сокращение временных затрат в сравнении с ручным вводом метаданных в DSpace.

Ключевые слова: институциональный репозиторий, Web of Science, DSpace, Microsoft Excel, Python, pandas.DataFrame.

Для цитирования: Резниченко О.С. 2021. Подготовка метаданных публикаций для пакетного импорта в институциональный репозиторий, основанный на DSpace. Экономика. Информатика, 48 (3): 564–577. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-564-577.

Preparation articles metadata for batch import into DSpace repository

Oleg S. Reznichenko
Belgorod National Research University
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: oreznichenko@bsu.edu.ru

Abstract. Manual import of metadata records about research articles in institutional repository DSpace take a lot of time even when the input data uploads from Scopus and Web of Science databases and already has a format close to Dublin Core Metadata Element Set. To solve the problem of transforming and combining data, as well as integrating the article PDFs into the final metadata archive, some algorithms were developed. Algorithms use Microsoft Office Excel and free software. In addition, software tools by Python-scripts using "pandas" software library were created that automate most of the routine operations such as combine Scopus and Web of Science databases data export into single file, records dublicate exclude, converting authors record format and excluding records which already exist in DSpace repository. The use of these algorithms and the created software tools help to create Simple Archive Format file for batch import into DSpace repository and demonstrated a 29-fold reduction in time compared to manually metadata entering.

Keywords: Institutional Repository, Scopus, Web of Science, DSpace, Microsoft Excel, Python, pandas.DataFrame.

For citation: Reznichenko O.S. 2021. Preparation article metadata for batch import into DSpace repository. Economics. Information technologies, 48 (3): 564–577 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-564-577.

Введение

Институциональные репозитории открытого доступа в России продолжают активно развиваться. Главным образом существующие в стране репозитории основаны на программных платформах, использующих общий открытый стандарт OAI-PMH. Наибольшей популярностью среди российских репозиториев пользуется открытое веб-приложение DSpace [DuraSpace, 2021], однако, некоторые национальные репозитории используют в своей основе и другие программные платформы, такие как Socionet, Invenio, EPrints, vital и т. д. [Fedotova et al., 2020; SHERPA, 2021]. В Белгородском государственном национальном исследовательском университете (далее – БелГУ, университет) институциональный репозиторий также организован на программной платформе DSpace версии 5.5 и является одним из самых крупных репозиториев в России – содержит более чем 40 тысяч метаданных [Southampton, 2021]. В рамках реализации задач «Белгородской Декларации об открытом доступе к научным знаниям и культурному наследию в научно-образовательном пространстве» университетский репозиторий непрерывно пополняется сотрудниками научно-библиографического консультационного центра, которые добавляют вручную до 30 записей в течение рабочего дня. Согласно правилам, установленным в Центре, обязательным условием размещения в репозитории информации о публикации является наличие ее полного текста в виде скан-копий в формате pdf, что существенно ограничивает возможности пакетного импорта метаданных из других открытых источников. В апреле 2018 года электронный архив открытого доступа НИУ «БелГУ» (далее – университетский репозиторий) присоединился к Национальному агрегатору открытых репозиториев российских университетов (НОРА). Основатели проекта НОРА НП «НЭИКОН», анализируя общий поток статей авторов университета в наукометрических реферативных базах порталов Scopus (далее – Scopus) и Web of Science Core Collection (далее – WoS), обнаружили, что не все включенные в базы статьи присутствуют в университетском репозитории и предложили пополнить его, выгрузив тексты статей открытого доступа с целью их дальнейшего размещения в репозитории. Имея в наличии файлы с полными текстами публикаций, возникает проблема их анализа, сопоставления с метаданными, полученными на основе выгрузки из баз Scopus и WoS, а также внесения метаданных в университетский репозиторий, что при ручном выполнении всех операций будет занимать десятки часов рабочего времени. Использование существующего в репозитории механизма пакетного импорта метаданных также займет значительное время, основная часть которого уйдет на ручное формирование сводного файла для импорта. Для сокращения времени на подготовку архива публикаций в рамках данного исследования разрабатываются алгоритмы и программные инструменты, решающие задачу автоматизации процесса подготовки метаданных, описывающих публикации открытого доступа из баз Scopus и WoS, включая описание процесса интеграции в эти метаданные файлов с полными текстами исходных документов с целью последующего пакетного импорта готового архива в университетский репозиторий. Потребность в разработке алгоритмов и инструментов для предобразования экспортированных данных о публикациях в нужный формат обусловлена не только разовой необходимостью, но и возможностью их повторного применения при возникновении аналогичной задачи в будущем, в том числе, когда аналогичная задача возникает перед администраторами институциональных репозиториев в других научных организациях. Вопросы преобразования и пакетной загрузки данных в репозитории на основе DSpace рассмотрены в нескольких исследованиях. В статьях [Walsh, 2010] и [Deng, 2010] предложены инструменты для пакетной загрузки данных в коллекции DSpace, однако описанные там программные инструменты необходимо каждый раз адаптировать под новый формат входных данных, либо же адаптировать исходные данные для использования предложенного инструментария, что также займет некоторое время, даже при автоматизации большинства операцией преобразования входных данных. В отличие от описанных выше исследований, инструменты, разработанные в ходе исследования [Nash, 2016] в качестве

выходных данных, используют формат Simple Archive Format (далее – SAF), использующийся в репозиториях на основе DSpace версии 5 и выше, и предполагающие импорт архива встроенным средством пользовательского веб-интерфейса. Однако при этом входные данные, с которыми работают эти инструменты, также имеют ориентацию на собственный формат входных данных в виде экспорта из базы данных Native Health Database библиотеки Health Sciences Library & Informatics Center The University of New Mexico университета Нью-Мексико. Аналогичная ситуация имеет место при использовании инструментов, разработанных в ходе исследования [Gafurova at al., 2020], в котором осуществлялась конвертация и нормализация данных, экспортированных из таких библиотек, как EuDML, MathNet.Ru, DBLP. Использование предложенных в исследованиях [Nash, 2016] и [Gafurova at al., 2020] инструментов также требует значительных преобразований входных данных.

Описание методов и средств реализации

Выбор инструментальных средств для реализации преобразования данных обусловлен не только их доступностью, но и особенностями формата входных данных, а также выбранным способом реализации задачи. Исходными данными для импорта выступают сведения, представленные в базах Scopus и WoS в виде файлов экспорта, которые можно получить встроенными средствами соответствующих web-приложений, используя интернет-браузер. Специфика формата экспортируемых из баз Scopus и WoS данных предполагает для их анализа и обработки использовать средства процессора электронных таблиц Microsoft Office Excel (далее – Excel) и его настройки Microsoft Power Query [Microsoft, 2021]. Так как форматы данных в экспортных файлах Scopus и WoS имеют отличия, то предлагается разработать программное средство для объединения выгруженных метаданных в единый табличный файл. Разово эту задачу можно решить средствами того же Excel, затратив при этом от сорока минут, предусмотрев при этом неизбежное возникновение дублирующих записей, которые невозможно отследить средствами Excel из-за незначительных различий в написании заголовков публикаций. Однако целесообразней разработать и использовать несколько программных функций, которые бы не только решали задачи объединения данных из двух источников, но и автоматизировали другие задачи, связанные с преобразованием данных, а также формированием итогового архива для пакетного импорта. В данном исследовании для реализации поставленных задач используются средства языка программирования Python 3.9, включая функции библиотеки для анализа и обработки больших данных Pandas. Используя структуру данных Dataframe модуля Pandas [Wood, 2021], можно осуществлять необходимую обработку и преобразования данных, представленных в табличном виде. Для удобства работы со средой Python, осуществления отладки подпрограмм, а также подключения дополнительных библиотек используется интегрированная среда разработки PyCharm Community Edition [JetBrains, 2021]. Для получения списка имен файлов-макетов публикаций, а также пакетного переименования этих файлов по заданному шаблону, применяется бесплатное приложение Advanced Renamer [Jensen, 2021]. Генерация файла-архива для импорта в DSpace производится с помощью бесплатной утилиты SAFBuilder [Dietz, 2015], для работы которой требуется предустановленная виртуальная машина Java Runtime Environment [Oracle, 2021].

Описание структуры исходных данных и структуры выходного файла

Структура метаданных одной публикации в университетском репозитории соответствует набору элементов Дублинского Ядра (далее – DC) [Middleton, 2021]. Просмотреть и проанализировать конкретный набор элементов метаданных можно отобразив полное описание конкретной публикации (ресурса) в репозитории (рис. 1).

В табл. 1 представлен полный список элементов DC, входящих в состав метаданных описания ресурса в университетском репозитории, с их описанием. Этот набор метаданных будет определяющим при отборе полей в экспортных файлах из баз Scopus и WoS.

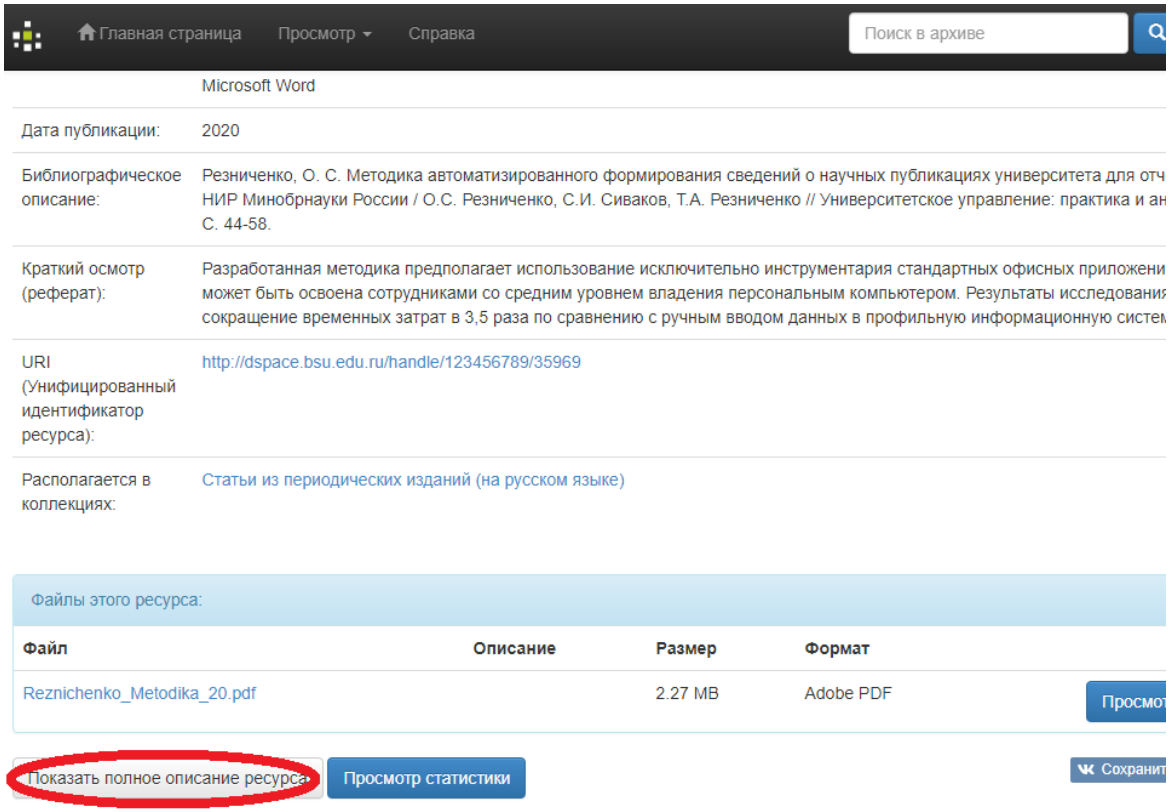

Рис. 1. Просмотр полного описания публикации в университетском репозитории
Fig. 1. Description of full article record in the University Open Access Repository

Таблица 1
Table 1

Полная запись метаданных описания публикации
Full article metadata record

Код поля в формате DC	Описание
dc.contributor.author	Первый автор
dc.contributor.author	Второй автор
…	Остальные авторы
dc.date.issued	Год опубликования
dc.identifier.citation	Информация для цитирования
dc.identifier.uri	Идентификатор ресурса в репозитории
dc.description.abstract	Аннотация
dc.description.provenance	Submitted by Администратор Ресурса (dspace@bsu.edu.ru) on 2020-05-24T14:11:53Z No. of bitstreams: 1 Moskovkin_Instrumenty.pdf: 752845 bytes, checksum: 83a9d4082047dca040d00487068e96d3 (MD5)
dc.subject	Первое ключевое слово
…	Остальные ключевые слова
dc.title	Заглавие публикации
dc.type	Тип публикации
dc.identifier.citationpublication	Название журнала\издания
dc.identifier.citationvolume	Номер тома журнала\издания
dc.identifier.citationnumber	Номер выпуска журнала\издания
dc.identifier.citationfirstpage	Номер начальной страницы публикации
dc.identifier.citationendpage	Номер последней страницы публикации
dc.language.iso	Язык публикации

Scopus [Elsevier, 2021] – это библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях. База данных доступна научным организациям через веб-интерфейс на условиях Национальной подписки и только с определенных подпиской IP-адресов. Поисковый аппарат Scopus интегрирован с поисковой системой Scirus для поиска веб-страниц и позволяет экспортировать до 20 000 записей, в том числе в формате «CSV Excel» (рис. 2).

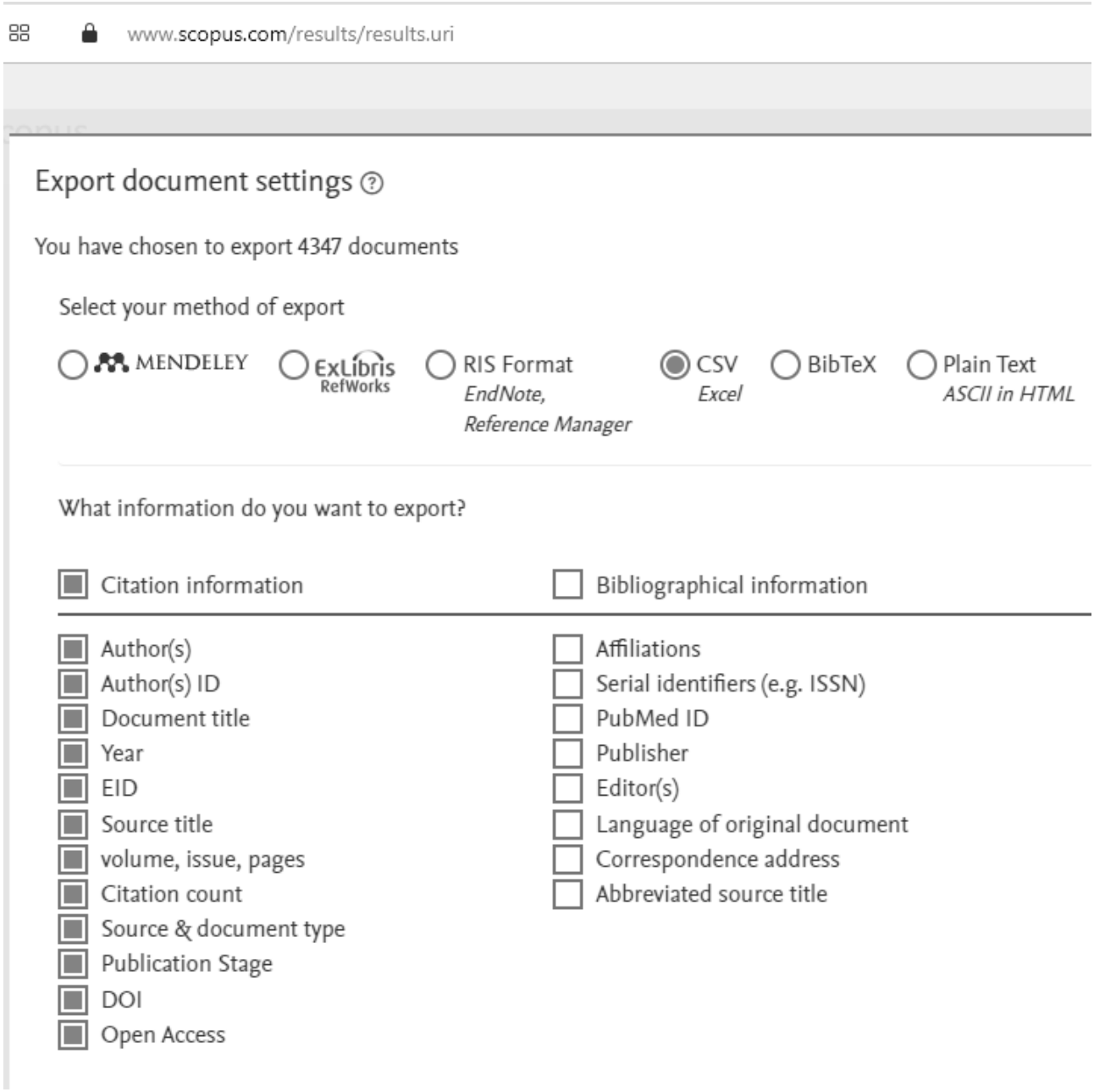

Рис. 2. Окно экспорта сведений о публикациях из базы Scopus в формат «csv»
Fig. 2. Web-interface for exporting information about articles from the Scopus database into the "csv" format

Web of Science Core Collection (WoS) [Clarivate, 2021] – поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов, в том числе базы, учитывающие взаимное цитирование публикаций. В этой платформе предусмотрены возможности поиска и анализа библиографической информации и

управления ею, а также возможность экспорта записей в формате Excel (рис. 3). База данных Web of Science Core Collection также доступна через веб-интерфейс на условиях Национальной подписки.

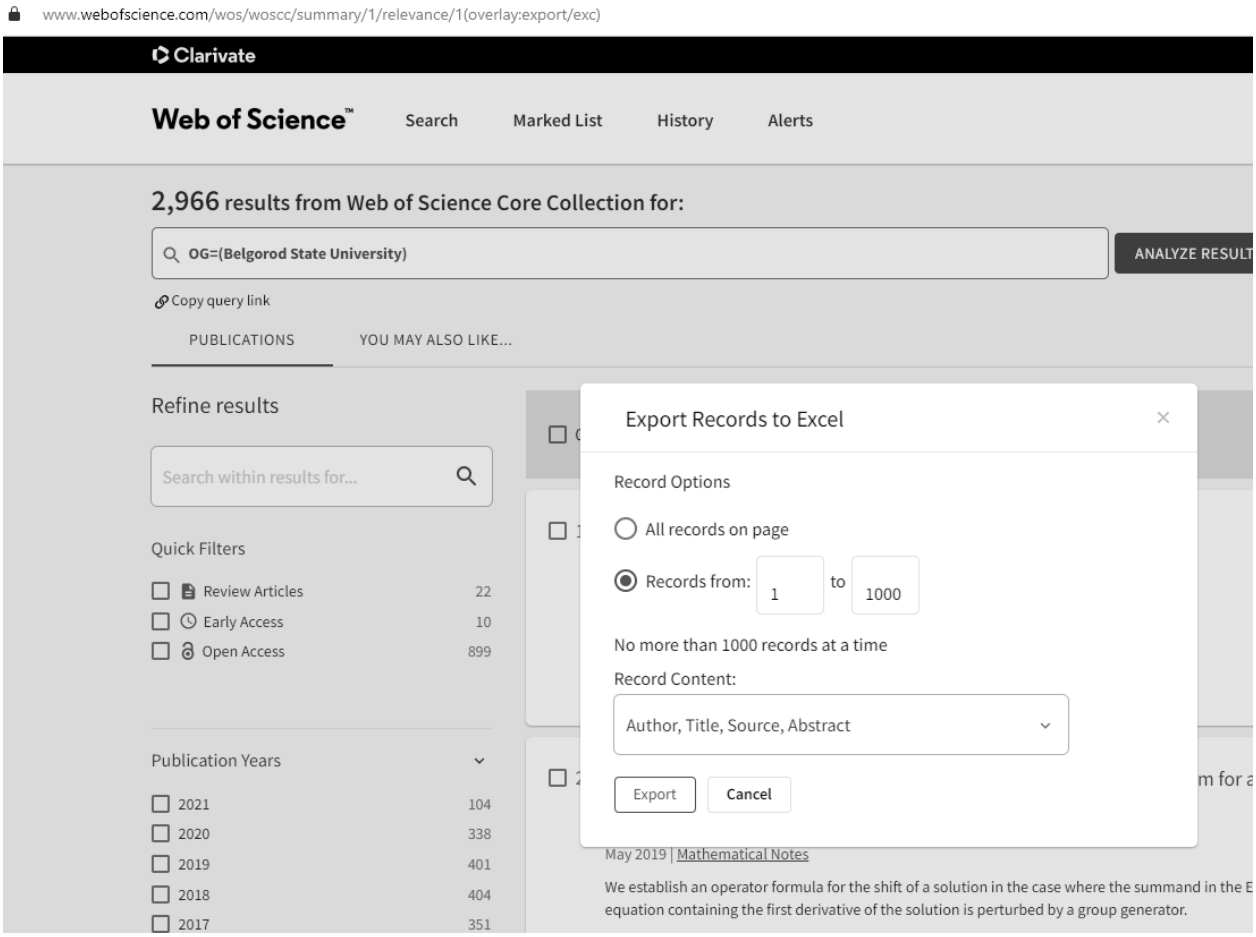

Рис. 3. Окно экспорта сведений о публикациях из базы Web of Science в формат «xls»
Fig. 3. Web-interface for exporting information about articles from the Scopus database into the Excel format

В результате экспорта получается два файла в формате «csv» и «xls». В табл. 2 представлены только значимые для решения задачи поля экспортных табличных файлов, то есть поля, определяемые структурой метаданных университетского репозитория согласно DC.

Таблица 2
Table 2

Названия и описания полей экспортных табличных файлов из баз Scopus и WoS
Names and descriptions of fields of export files from Scopus and WoS databases

Поля Scopus	Поля WoS	Описание
1	2	3
Authors	Author Full Names	Список авторов с разделителями
Title	Article Title	Заглавие публикации
Year	Publication Year	Год опубликования статьи
Source title	Source Title	Название журнала\издания
Volume	Volume	Номер тома журнала\издания
Issue	Issue	Номер выпуска журнала\издания

Окончание таблицы 2
End of the table 2

1	2	3
Art. No.	Article Number	Номер статьи в выпуске
Page start	Start Page	Номер начальной страницы публикации
Page end	End Page	Номер последней страницы публикации
EID	UT (Unique WOS ID)	Идентификаторы публикации в наукометрических базах
Abstract	Abstract	Аннотация

Все перечисленные в таблице поля и их содержимое войдет в состав результирующего табличного файла при подготовке архива для пакетного импорта. Комплект полных текстов научных публикаций представлен набором pdf-файлов оригинал-макетов, имена которых состоят из связки «Заглавие публикации» и «Название источника» на английском языке, причем слова в именах файлов разделены символом «_» (нижнее подчеркивание).

Описание алгоритмов и особенностей реализации программных инструментов

Схема, описывающая общий укрупнённый алгоритм подготовки и импорта в институциональный репозиторий метаданных о публикациях из баз Scopus и WoS, представлена на рис. 4.

Рис. 4. Общий алгоритм подготовки и импорта метаданных о публикациях
Fig. 4. General algorithm for preparing and importing articles metadata

Ниже описываются алгоритмы подпроцессов, а также программные инструменты для реализации каждого из этапов процесса формирования архивного файла для пакетного импорта в репозиторий.

Особенность экспорта из WoS заключается в том, что за один раз имеется возможность экспортировать не более одной тысячи записей о публикациях, поэтому производить экспорт при наличии подобных ограничений рекомендуется раздельно по годам, с последующим объединением экспортных файлов в единую таблицу (шаг 3 общего алгоритма).

Для автоматического объединения экспортных файлов из баз Scopus и WoS с исключением дублирующихся записей (шаг 4 общего алгоритма) был разработан скрипт на языке Python, алгоритм которого представлен на рис. 5.

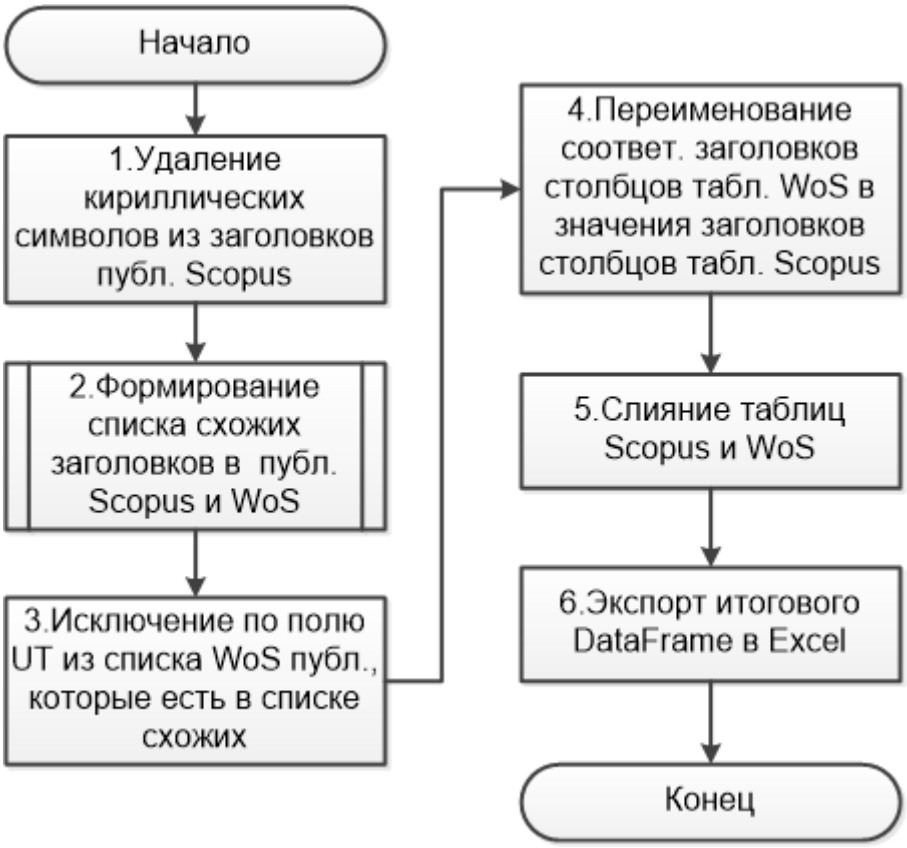

Рис. 5. Блок-схема алгоритма объединения файлов экспорта из баз Scopus и WoS в один сводный файл
Fig. 5. Flowchart of the algorithm for combining export files from bases Scopus and WoS into single table

Открытие и чтение экспортных файлов осуществляется методами «read_csv» и «read_excel» библиотеки «pandas», для работы которых необходима дополнительная библиотека «xlrd». Зачастую в таблице-экспорте из базы Scopus названия статей дублируются с названиями на национальных языках, что может привести к невозможности корректно объединить данные с экспортом WoS, исключив дубли, из-за наличия существенных отличий в написании заголовков. Поэтому, прежде чем производить сравнение названий публикаций по столбцу «Title» таблиц-экспортов из баз Scopus и WoS, необходимо удалить из этих столбцов кириллические символы. Для этого используется следующая скриптовая конструкция в виде лямбда-функции на основе следующего регулярного выражения библиотеки «Re» [Rachum, 2021]:

```
df['Title'] = df['Title'].apply(lambda x: re.sub('\s+', ' ', re.sub('[А-Яа-я]',
'', x)).strip())
```

Само сравнение заголовков публикаций производится посредством метода «ratio» библиотеки нечеткого сравнения «fuzzywuzzy» [Bicking, Leidel, 2021], при этом в качестве уровня «похожести» субъективно выбирается уровень не ниже 90 % сходства заголовков. Исходный код скрипта для объединения экспортных файлов из баз Scopus и WoS приведен в прил. 1.

В результирующем файле также необходимо сделать ряд последовательных преобразований данных:

1) сформировать новый столбец «Заглавие+Источник», значения в котором получены путем сцепления значений столбцов «Title» и «Source» (шаг 5 общего алгоритма);

2) получить список имен файлов с pdf-макетами публикаций, заменить в каждом имени файла символ «_» (нижнее подчеркивание) на « » (пробел) (шаг 6 общего алгоритма). Получить список можно используя функционал бесплатной программы Advanced Renamer (рис. 6);

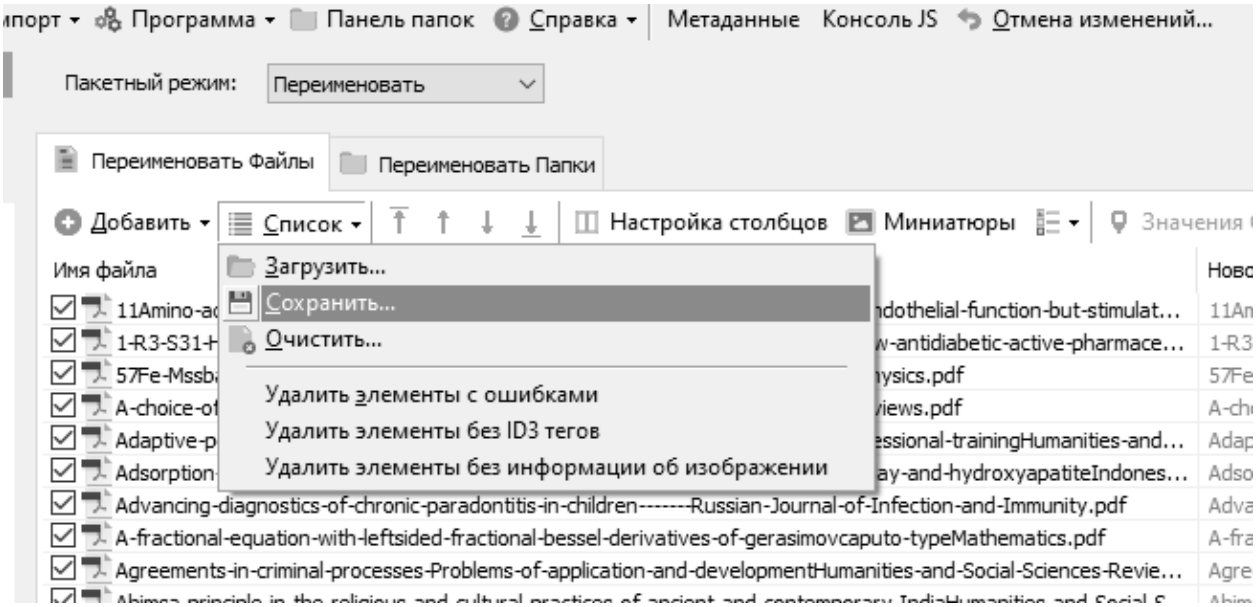

Рис. 6. Окно утилиты «Advanced Renamer» с функционалом извлечения списка файлов в папке
Fig. 6. Tool "Advanced Renamer" with the functionality of extracting a list of files in a folder

3) сопоставить получившиеся имена файлов со значениями из столбца «Заглавие+Источник», используя модифицированный алгоритм определения схожести значений, разработанный на основе ранее созданного кода. В качестве критерия уровня схожести также использован субъективный уровень в 90 % сходства (шаг 7 общего алгоритма);

4) используя функцию ВПР [Bruns, 2021], соотнести сопоставленные имена файлов с соответствующими записями в сводном экспортном файле. В качестве критерия сопоставления используются значения из поля «Заглавие+Источник». В результате имена оригинальных файлов соотносятся с соответствующими идентификаторами публикаций в базах Scopus или WoS (поля «EID» или «UT» соответственно);

5) в имена файлов посредством автозамены вместо пробела в качестве разделителя слов возвращается символ «_» (нижнее подчеркивание), а длина имен файлов усекается до 40 символов, чтобы не возникало потенциальных проблем совместимости размера имен файлов с разными файловыми системами (шаг 8 общего алгоритма). При этом, если при усечении образуются одинаковые заглавия, то к каждому такому заглавию вручную добавляется дополнительный символ, например, цифра-счетчик;

6) на основе получившегося списка с модифицированными именами фалов pdf-макетов посредством функционала все той же программы Advanced Renamer производится пакетное переименование исходных файлов.

Следующим этапом является сравнение подготовленных сводных данных со сведениями о публикациях, которые ранее уже были загружены в репозиторий сотрудниками научно-библиографического консультационного центра (шаги 9–10 общего алгоритма). В репозитории университета статьи, входящие в реферативные базы Scopus и WoS, находятся в отдельной коллекции и могут быть выгружены штатными средствами DSpace (рис. 7).

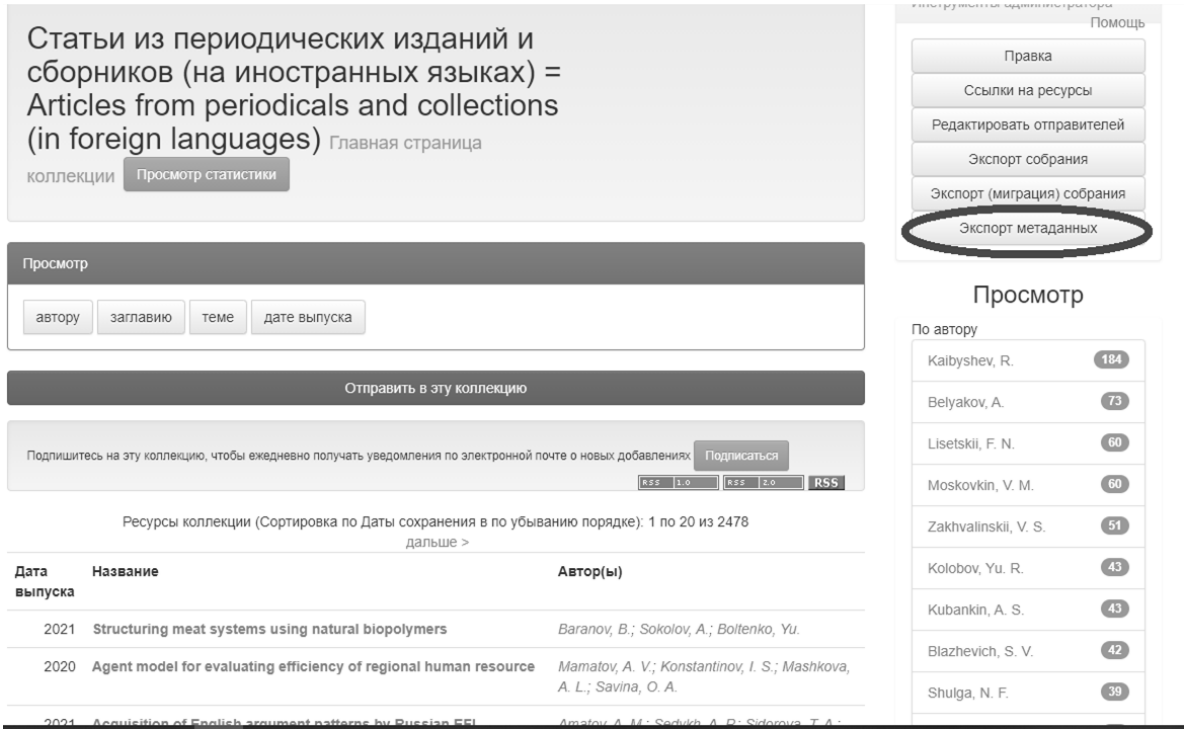

Рис. 7. Окно выгрузки метаданных коллекции из университетского репозитория
Fig. 7. Web-interface for unloading collection metadata from DSpace repository

Выявление дубликатов происходит посредством все той же подпрограммы определения похожести заголовков, степень похожести при этом субъективно выбрана на уровне 80 %, чтобы охватить более существенные различия в написании заголовков публикаций. Особенностью именно этого алгоритма сравнения является необходимость предварительного приведения символов в значениях поля «Title» в выгрузке из коллекции к среднему уровню верхнего и нижнего индекса, а также приведение значений полей «Title» сводного файла и экспорта к единому (верхнему) регистру. Описанный функционал реализуется посредством следующего Python-скрипта:

```
SUB = str.maketrans("₀₁₂₃₄₅₆₇₈₉", "0123456789", )
dfw1['dc.title[ru]'] = dfw1['dc.title[ru]'].str.translate(SUB)
dfw1['dc.title[ru]'] = dfw1['dc.title[ru]'].str.upper()
dfs1['dc.title'] = dfs1['dc.title'].str.upper()
```

Так как в экспортных таблицах из баз Scopus и WoS форматы записи имен соавторов публикаций имеют некоторые отличия в части использования разделителей между фамилией и инициалами соавторов, а также следуя требованию DC, для приведения списка соавторов к формату «Фамилия, И. О.» необходимо в сводной таблице средствами Excel применить к столбцу «Authors» следующую последовательность автозамен (шаг 11 общего алгоритма):

1) заменить последовательность символов «.,» (точка и запятая) на символ «%»;
2) заменить символ «.» (точка) на последовательность символов «. » (точка и пробел);
3) заменить символ «%» на последовательность символов «.,» (точка и запятая);
4) заменить последовательность символов « ;» (пробел и точка с запятой) на «;»;
5) заменить последовательность символов «; » (точка с запятой и пробел) на последовательность «.;» (точка и точка с запятой);
6) заменить последовательность символов «..» (две точки) на «.» (одну точку);
7) заменить последовательность символов «., » (точка, запятая и пробел) на последовательность «.;» (точка и точка с запятой);
8) заменить два подряд идущих пробела на один.

Для разбиения значений строк, содержащих списки соавторов публикаций, и распределения соавторов по столбцам согласно структуре, представленной в табл. 1, применяется функция Excel «Текст по столбцам», находящаяся на вкладке «Данные» ленты [Weterings, 2021]. При этом в качестве разделителя используется символ «;» (точка с запятой).

В итоге выполнения всех операций итоговый файл в формате таблицы Excel имеет вид, представленный на рис. 8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	dc.title	dc.date	dc.ider	dc.ider	dc.ider	dc.ider	dc.ider	dc.des	dc.lang	dc.type	dc.righ	filenam	dc.identifier.citati	dc.cont	dc.cont	dc.cont	dc
2	Tempformi	2020	Metals	10	12	1	20	The micros	en	Review	2-s2.0-850	Tempformi	Tempforming as an ad	Dolzhenko	Kaibyshev	Belyakov, A.	
3	Microstruc	2020	Metals	10	12	1	18	The micros	en	Article	2-s2.0-850	Microstruc	Microstructural chang	Odnobokov	Belyakov,	Enikeev, N	Ka
4	Understan	2020	Global Ecc	24				Analysis o	en	Article	2-s2.0-850	Understan	Understanding global s	Lamchin, M	Wang, S.	Lim, C. H.	Oc
5	Exceptiona	2020	Scientific F	10	1			Ti-rich bod	en	Article	2-s2.0-850	Exceptiona	Exceptionally high stre	Eleti, R. R	Klimova, M	Tikhonovsk	Ste
6	Functional	2020	Scientific F	10	1			Functional	en	Article	2-s2.0-850	Functional	Functional lateralizatic	Artemenko	Sitnikova,	Soltanlou,	Dre
7	Two-dimen	2020	Crystals	10	11	1	12	Features ir	en	Article	2-s2.0-850	Twodimens	Two-dimensional surfa	Zakhvalins	Nikulichev	Pilyuk, E.	Iva
8	The cytoge	2020	Internation	21	21	1	13	Mechanisr	en	Article	2-s2.0-850	The_cytog	The cytogenomic "the	Iourov, I. Y	Vorsanova	Yurov, Y. E	Zel
9	On the fati	2020	Materials	13	19			This work	en	Article	2-s2.0-850	On_the_fat	On the fatigue perform	Malopheye	Vysotskiy,	Zhemchuz	Mir
10	Peptides: I	2020	Molecules	25	19			There is a	en	Review	2-s2.0-850	Peptides_f	Peptides: Prospects fo	Khavinson	Linkova, N	Dyatlova, A	Ku
11	Non-hemat	2020	Research I	6	3	75	86	Relevance	en	Article	2-s2.0-850	Nonhemat	Non-hematopoietic ery	Belyaeva,	Stepenko,	Lyubimov,	Ku
12	Review of a	2020	Research I	6	3	1	5	General as	en	Review	2-s2.0-850	Review_of_	Review of a new conce	Dolzhikov,	Shevchenk	Pobeda, A	Pe
13	Erythropoi	2020	Internation	21	18	1	20	Preeclamp	en	Article	2-s2.0-850	Erythropoi	Erythropoietin mimetic	Korokin, M	Gureev, V.	Gudyrev, C	Go
14	(1 R,3 S)-3	2020	Acta Cryst	76		1407	1411	The chiral	en	Article	2-s2.0-850	1_R3_S31	(1 R,3 S)-3-(1 H -Benz	Kovalenko,	Konovalova	Merzlikin,	Ch
15	Dataset of	2020	Data in Bri	31				Data on th	en	Data Pape	2-s2.0-850	Dataset_of	Dataset of allele, geno	Eliseeva, M	Ponomaret	Reshetnikc	Po
16	Mechanisr	2020	Crystals	10	7	1	16	The as-que	en	Article	2-s2.0-850	Mechanisr	Mechanisms of grain s	Panov, D.	Dedyulina,	Shaysultar	Ste
17	Microstruc	2020	Metals	10	7	1	12	The preser	en	Article	2-s2.0-850	Microstruc	Microstructural charac	Mironov, S	Sato, Y. S	Kokawa, H	Hir
18	Manageme	2020	Journal of I	243	3	285	292	Undergrou	en	Article	2-s2.0-850	Manageme	Management of harder	Golik, V. I.	Dmitrak, Y	Komashch	Ka
19	Socio-econ	2020	E3S Web	175				The paper	en	Conferenc	2-s2.0-850	Socioecon	Socio-economic aspe	Samarina,	Samarin, A	Skufina, T.	
20	Digitalizati	2020	E3S Web	176				The article	en	Conferenc	2-s2.0-850	Digitalizati	Digitalization of the ag	Poletaev, A	Narozhnya	Kitov, M.	
21	Using GIS	2020	E3S Web	176				The article	en	Conferenc	2-s2.0-850	Using_GIS	Using GIS technology	Buryak, Z.	Marinina, O.		
22	The influen	2020	Materials	13	12	1	23	Nanocrysta	en	Article	2-s2.0-850	The_influer	The influence of co ad	Goldberg,	Obolkina,	Smirnov, S	Pro
23	Daily asse	2020	Journal of I	20	4	1673	1680	The purpos	en	Article	2-s2.0-850	Daily_asse	Daily assessment of p	Kondakov,	Voloshina,	Kopeikina,	Ka
24	On the way	2020	Research I	6	2	1	7	The corona	en	Review	2-s2.0-850	On_the_wa	On the way from SARS	Soldatov, V	Kubekina,	Silaeva, Y.	Bru
25	On the stre	2020	Materials	13	9			The ultrafir	en	Article	2-s2.0-850	On_the_st	On the strength of a 3	Odnobokov	Yanushkev	Kaibyshev	Be
26	Dental con	2020	Polymers	12	5			A modifier	en	Article	2-s2.0-850	Dental_co	Dental composition m	Chistyakov	Kolpinskay	Posokhova	Ch
27	Dataset of	2020	Data in Bri	29				Data on th	en	Data Pape	2-s2.0-850	Dataset_of	Dataset of allele, geno	Belyaeva,	Ponomaret	Reshetnikc	Po
28	Sustainabl	2020	E3S Web	159				The article	en	Conferenc	2-s2.0-850	Sustainabl	Sustainable developm	Sapryka, V	Shmigirilov	Vavilov, A.	Pa
29	Peculiaritie	2020	E3S Web	159				The article	en	Conferenc	2-s2.0-850	Peculiaritie	Peculiarities of urban	Babintsev,	Gaidukova	Ushamirsk	Sh
30	Special fea	2020	E3S Web	159				The purpos	en	Conferenc	2-s2.0-850	Special_fe	Special features of cor	Bondarenk	Panaedova	Gurieva, L.	Be
31	Correction	2020	Research I	6	1	29	40	Introductio	en	Article	2-s2.0-850	Correction	Correction of morphofu	Lokteva, T.	Rozhkov, I	Gureev, V.	Gu
32	Retinoprot	2020	Biology	9	3			An importa	en	Article	2-s2.0-850	Retinoprot	Retinoprotective effect	Peresypkir	Pazhinsky	Danilenko,	Lu
33	Sugar beet	2020	Climate	8	3			The weath	en	Article	2-s2.0-850	Sugar_bee	Sugar beet harvests u	Lebedeva,	Lupo, A. R	Solovyov, A	Ch
34	Dataset of	2020	Data in Bri	28				Data on th	en	Data Pape	2-s2.0-850	Dataset_of	Dataset of allele and g	Reshetnikc	Abramova,	Ponomaret	Po
35	Prevalence	2020	Internation	12	1	606	611	The acade	en	Article	2-s2.0-850	Prevalence	Prevalence and dynam	Ruzhenkov	Ruzhenkov	Rzhevskay	Mo
36	The health	2020	Internation	12	1	624	629	The axiolo	en	Article	2-s2.0-850	The_health	The health in the value	Vangorods	Babintsev,	Shmarion,	Ko
37	Great patri	2020	Internation	12	1	594	598	The paper	en	Article	2-s2.0-850	Great_patr	Great patriotic war 194	Lebedev, S	Shapovalov	Kisilenko,	Ko
38	Rex Eris S	2020	Internation	12	1	612	617	The proble	en	Article	2-s2.0-850	Rex_Eris_	Rex Eris Si Recte Fac	Penskaya,	Lopin, R. A	Lykov, E. M	No
39	Attitude to	2020	Internation	12	1	599	605	The stigma	en	Article	2-s2.0-850	Attitude_to	Attitude to diseases a	Rzhevskay	Ruzhenkov	Ruzhenkov	Re
40	Social cog	2020	Internation	12	1	618	623	Relevance	en	Article	2-s2.0-850	Social_cog	Social cognition and it	Shvets. K.	Ruzhenkov	Ruzhenkov	Rz

Рис. 8. Содержимое итогового сводного файла для формирования архива для импорта
Fig. 8. Content of the summary file for forming an archive for import

Заключение

В статье был разработан алгоритм подготовки сведений для пакетного импорта метаданных о публикациях из реферативных баз Scopus и WoS в институциональный репозиторий на платформе DSpace, а также разработан программный инструментарий для реализации некоторых из этапов этого алгоритма. Итоговый табличный файл следует преобразовать в формат «csv» средствами того же Excel (шаг 12 общего алгоритма). Так как функционал пакетного импорта в репозиторий DSpace работает с архивами формата SAF, то необходимо воспользоваться готовой утилитой для сборки и генерации подобного архива [Dietz, 2015]. Ниже приводится скрипт для оболочки командной строки Windows для формирования требуемого SAF-архива.

```
java -jar safbuilder-1.6.jar -c e:\temp\toDS\_bsu.csv -z
```

После выполнения данного скрипта в состав SAF-архива включаются файлы с метаданными о публикациях и файлы-макеты публикаций. Процесс пакетного импорта итогового SAF-архива показан на рис. 9.

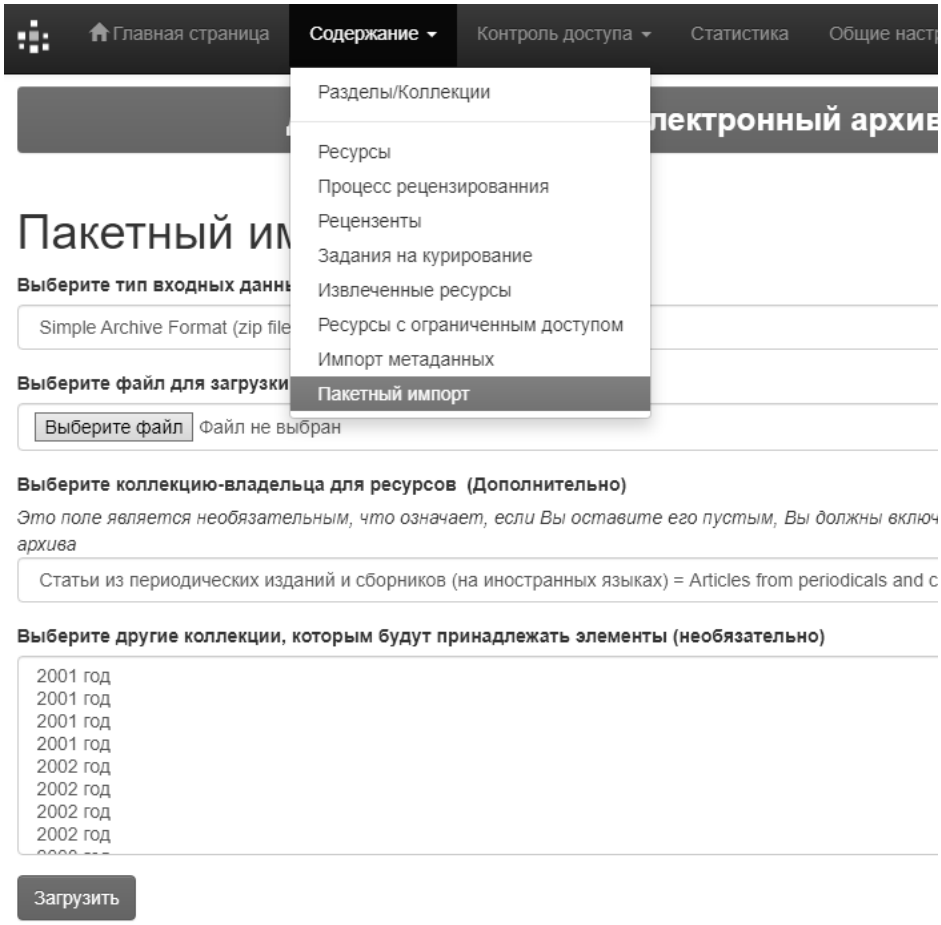

Рис. 9. Окно пакетного импорта SAF-архива с метаданными о публикациях
Fig. 9. Web-interface for batch import SAF-file with articles metadata to DSpace

Сотрудники научно-библиографического консультационного центра затрачивают на внесение метаданных одной публикации от 5 минут. Сравнительные данные о временных затратах на ручное внесение метаданных или их автоматизированную подготовку и пакетный импорт представлены в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Данные о временных затратах на внесение сведений о метаданных при их ручном и автоматизированном внесении
Times spent on manual and automatically entering information about articles metadata

№ п\п	Содержание этапа	Время, затраченное на ручной ввод, сек.	Время, затраченное на автоматизированный ввод, сек.
1	2	3	4
1	Добавление метаданных одной публикации	360×337	-
2	Экспорт данных из баз Scopus и WoS		300
3	Объединение выгрузок из баз Scopus и WoS в единый свод		60
4	Преобразование ФИО соавторов		120

Окончание таблицы 3
End of the table 3

1	2	3	4
5	Формирование списка с именами файлов pdf-макетов		30
6	Сопоставление списка с именами файлов-макетов с данными свода		20
7	Выявление неверно сопоставленных файлов		600
8	Усечение и переименование имен файлов-макетов		60
9	Экспорт коллекции из DSpace		30
10	Сопоставление свода с экспортом коллекции		900
11	Распределение соавторов по столбцам		30
12	Заключительные преобразования, преобразования в формат «csv»		300
13	Импорт SAF-архива в репозиторий		1800
	Всего:	121320	4250

Результаты данного исследования демонстрируют почти двадцатидевятикратное сокращение временных затрат на подготовку и импорт данных в институциональный репозиторий DSpace при использовании разработанного программного инструментария, применении стандартных офисных приложений и специализированного бесплатного программного обеспечения, имеющегося в свободном доступе. На основе разработанных скриптов [Reznichenko, 2021] автор планирует создать приложение с графическим интерфейсом, которое бы в качестве входных данных использовало три экспортных файла, и, в результате работы, формировало бы готовый сводный Excel-файл с метаданными о публикациях, пригодный для конвертации в формат «csv» и создания конечного SAF-архива для пакетного импорта в DSpace.

Referens

1. Clarivate Analytics Web of Science. Available at: https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C3Qtws6Zp9bRCWtj7S7&preferencesSaved= (accessed 2 June 2021)

2. Deng Sai. 2010. Optimizing Workflow through Metadata Repurposing and Batch Processing. Journal of Library Metadata, 10(4): 219-237. Available at: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19386389.2010.524862 (accessed 2 June 2021). DOI: 10.1080/19386389.2010.524862

3. Dietz Peter. 2015. Simple Archive Format Packager. Available at: https://wiki.lyrasis.org/display/DSPACE/Simple+Archive+Format+Packager (accessed 2 June 2021)

4. DuraSpace DSpace – A Turnkey Institutional Repository Application. Available at: https://duraspace.org/dspace/ (accessed 2 June 2021)

5. Dublin Core™ Metadata Initiative. Available at: http://dublincore.org (accessed 2 June 2021)

6. Elsevier Scopus. Available at: https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic= (accessed 2 June 2021)

7. Bruns Dave. 2021. EXCELJET. Quick, clean, and to the point. Excel VLOOKUP Function. Available at: https://exceljet.net/excel-functions/excel-vlookup-function (accessed 2 June 2021).

8. Fedotova O.A., Fedotov A.N., Zhizhimov O.L., Sambetbayeva M.A. 2020. DIGITAL REPOSITORY FOR RESEARCH AND EDUCATION INFORMATION SYSTEMS. Proceedings of SPSTL SB RAS, 3: 23-28. Available at: https://proceedings.gpntbsib.ru/jour/article/view/7 (accessed 2 June 2021). DOI: 10.20913/2618-7515-2019-3-23-28 (in Russian)

9. Bicking Ian, Leidel Jannis. 2021. fuzzywuzzy PyPI. Available at: https://pypi.org/project/fuzzywuzzy/ (accessed 2 June 2021)

10. Gafurova P.O., Elizarov A.M., Lipachev E.K., Khammatova D.M. 2020. Metadata Normalization Methods in the Digital Mathematical Library. CEUR Workshop Proceedings, 2543: 136–148. Available at: http://ceur-ws.org/Vol-2543/rpaper13.pdf (accessed 2 June 2021)

11. Kim Jensen. 2021. Advanced Renamer. Batch file renaming utility for Windows. Available at: https://www.advancedrenamer.com (accessed 2 June 2021)

12. JetBrain PyCharm: The Python IDE for Professional Developers. Available at: https://www.jetbrains.com/pycharm/ (accessed 2 June 2021)

13. Nash Jacob L., Wheeler Jonathan. 2016. Desktop Batch Import Workflow for Ingesting Heterogeneous Collections: A Case Study with DSpace 5. D-Lib Magazine, 22 (1–2). Available at: http://www.dlib.org/dlib/january16/nash/01nash.html (accessed 2 June 2021). DOI: 10.1045/january2016-nash

14. OpenDOAR. Browse by Country and Region. Available at: https://v2.sherpa.ac.uk/view/repository_by_country/Russian_Federation.software_name.html (accessed 2 June 2021)

15. Oracle Java SE Runtime Environment 8. Available at: https://www.oracle.com/java/technologies/java-se-glance.html (accessed 2 June 2021)

16. Wood Andrew. 2021. pandas.DataFrame. Available at: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/reference/api/pandas.DataFrame.html (accessed 2 June 2021)

17. Rachum Ram. 2021. re – Regular expression operations. Available at: https://docs.python.org/3/library/re.html (accessed 2 June 2021)

18. Registry of Open Access Repositories. Available at: http://roar.eprints.org/cgi/roar_search/advanced?location_country=ru&software=&type=&order=-recordcount%2F-date (accessed 2 June 2021)

19. Weterings Niels. 2021. Text to Columns – Easy Excel Tutorial. Available at: https://www.excel-easy.com/examples/text-to-columns.html (accessed 2 June 2021)

20. Walsh Maureen P. 2010. Batch Loading Collections into DSpace: Using Perl Scripts for Automation and Quality Control. Information Technology and Libraries 29, no. 3 (2010): 117–127. Available at: https://ejournals.bc.edu/index.php/ital/article/view/3137 (accessed 2 June 2021). DOI: https://doi.org/10.6017/ital.v29i3.3137

21. What is Power Query? Available at: https://powerquery.microsoft.com/en-us/ (accessed 2 June 2021)

22. Reznichenko Oleg. 2021. Appendix to article "Preparation articles metadata for batch import into DSpace repository" Available at: https://github.com/leo-phoenix/dspace_batch_import (accessed 2 June 2021)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Резниченко Олег Сергеевич, старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационных технологий института инженерных и цифровых технологий НИУ «БелГУ», г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Oleg S. Reznichenko, Senior Lecturer of the Department of Applied Information Science and Information Technologies, Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State University, Belgorod, Russia

УДК 004.8
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-578-593

Обнаружение ресурсоемких запросов к базам данных на основе применения самоорганизующихся карт и нечеткого вывода

[1] Хайлан А.М., [2] Польщиков К.А., [2] Алгазали С.М.М.
[1] Университет Ти-Кар, Ирак, 64001, г. Ти-Кар, ул. Мостафавия
[2] Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: ahmad.m.hailan@utq.edu.iq, polshchikov@bsu.edu.ru, Salahm.ghazali@uokufa.edu.iq

Аннотация. Исследования ориентированы на выявление ресурсоёмких запросов, на обработку которых затрачивается недопустимое количество ресурсов времени, процессора, дисков и памяти. Проанализированы средства мониторинга и оптимизации запросов, используемые в современных системах управления базами данных, обозначены их недостатки. Обоснована актуальность разработки новых интеллектуальных средств своевременного и достоверного обнаружения ресурсоёмких запросов к базам данных. Сделан вывод о том, что для выявления ресурсоёмких запросов представляет интерес анализ расширенного набора статистических параметров. Исходную совокупность параметров запросов удалось сократить путем предварительного нормирования набора показателей с помощью сигмоидальной функции и последующего выбора конечного числа главных компонент на основе критерия Кеттелла. Выполнена кластеризация множества запросов с помощью самоорганизующейся карты Кохонена, во избежание переобучения которой разработан алгоритм поиска рекомендуемого значения радиуса топологической окрестности активных нейронов. Для разграничения кластеров предложен алгоритм нечеткого вывода. Экспериментальные исследования показали целесообразность практического использования полученных результатов.

Ключевые слова: ресурсоемкие запросы к базам данных, самоорганизующаяся карта, метод главных компонент, нечеткий вывод, корректность обнаружения запросов.

Для цитирования: Хайлан А.М., Польщиков К.А., Алгазали С.М.М. 2021. Обнаружение ресурсоемких запросов к базам данных на основе применения самоорганизующихся карт и нечеткого вывода. Экономика. Информатика, 48 (3): 578–593. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-578-593.

Detection of resource inquiries to databases on the basis of application of self-organizing maps and fuzzy output

[1] Ahmad M. Hailan, [2] Konstantin A. Polshchikov, [2] Salach M.M. Alghazali
[1] Thi-Qar University, Mostafavia St, Thi-Qar, 64001, Iraq
[2] Belgorod State University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: ahmad.m.hailan@utq.edu.iq, polshchikov@bsu.edu.ru, Salahm.ghazali@uokufa.edu.iq

Abstract. Research is focused on identifying resource-intensive requests that consume an unacceptable amount of time, processor, disks and memory resources. The tools for monitoring and optimizing queries used in modern database management systems are analyzed, their shortcomings are indicated. The urgency of the development of new intelligent tools for the timely and reliable detection of resource-intensive queries to databases has been substantiated. It is concluded that the analysis of an extended set of statistical parameters is of interest to identify resource-intensive queries. The initial set of query parameters was reduced by preliminary normalization of the set of indicators using the sigmoidal function and subsequent selection of a finite number of principal components based on the Cattell criterion. The clustering of a set of queries was performed using a self-organizing Kohonen map, in order to avoid overfitting of which an algorithm for finding the recommended radius of the topological neighborhood of active neurons was developed. To differentiate

clusters, a fuzzy inference algorithm is proposed. Experimental studies have shown the feasibility of the practical use of the results obtained.

Keywords: resource-intensive database queries, self-organizing map, principal component analysis, fuzzy inference, correct query detection.

For citation: Hailan A.M., Polshchikov K.A., Alghazali S.M.M. 2021. Detection of resource inquiries to databases on the basis of application of self-organizing maps and fuzzy output. Economics. Information technologies, 48 (3): 578–593 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-578-593.

Введение

Ресурсоемким запросом к базе данных будем считать запрос, на обработку которого сервером затрачивается недопустимое количество ресурсов времени, процессора, дисков и памяти. Поиск и преобразование ресурсоёмких запросов проводится специалистами DBA (Data Base Administrator) на основании информации со стороны клиентов. Постепенное снижение производительности распределенных клиентских систем требует принятия мер проактивной оптимизации.

Запросы к базам данных формируются с помощью специальных средств языка SQL (Structured Query Language) [Wang et al., 2017]. Используемые в настоящее время методы поиска и идентификации проблемных запросов, применяющиеся в системных утилитах, не всегда позволяют выявить ресурсоемкие SQL-операторы или пропускают те запросы, которые тоже можно отнести к категории ресурсоемких. Это связано с тем, что утилиты используют ограниченное число параметров производительности, несовершенные алгоритмы анализа, основанные на простом ранжировании. Функциональная избыточность и высокая стоимость таких утилит являются их дополнительными недостатками.

Ручной поиск позволяет с лучшим качеством обнаруживать проблемные SQL-запросы. Однако сложный и трудоёмкий процесс анализа больших объёмов информации не даёт возможности человеку обрабатывать данные с приемлемой скоростью. Ручной поиск предполагает большие временные затраты, требует наличия опыта и знаний архитектуры систем управления базами данных (СУБД), особенностей хранения системной информации, языка структурированных запросов, структур и моделей данных прикладных программ.

В данной статье изложены полученные авторами результаты исследований по анализу и разработке интеллектуальных средств, предназначенных для своевременного и достоверного автоматического обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных. Цель исследования – совершенствование процесса обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных на основе разработки алгоритмов нейросетевой кластеризации и нечеткого вывода.

Обзор литературы по теме исследования

Известны различные подходы, позволяющие предотвратить или минимизировать влияние межзапросных взаимодействий на общий кластер. Анализ научно-технической литературы показал, что применение имеющихся средств противодействия росту ресурсов, необходимых для обработки запросов к базам данных, на практике не дает возможности избежать проблем с производительностью информационных систем. Вследствие одновременной обработки многочисленных поступивших запросов нередко наблюдается чрезмерное время ожидания их выполнения [Kalmegh et al., 2018]. Современные методы оптимизации запросов к базам данных базируются на сборе статистической информации, касающейся обрабатываемых данных. Однако, если содержимое базы данных или детализация вычисления больших данных частично скрыты пользовательскими функциями, то получение необходимой статистической информации сопряжено с большими сложностями [Sikdar, Jermaine, 2020].

В целях повышения производительности выполнения сценариев реляционных СУБД без изменения существующих запросов к базам данных разработана программная платформа Spark [Bodepudi, 2020]. Создано программное обеспечение для диагностики аномалий прерывистых медленных запросов. Данное средство без вмешательства человека позволяет диагностировать основные причины прерывистых медленных запросов. Такие запросы вызывают серьезные проблемы для пользователей баз данных, отличаются более высокими показателями используемых ресурсов, чем другие медленные запросы [Ma et al., 2020]. Разработана система, предназначенная для помощи пользователям и специалистам в оценивании и корректировке характеристик SQL-запросов. Программное средство позволяет пользователям интерактивно «отслеживать» проблемные SQL-запросы, в том числе с коррелированными подзапросами [Miao et al., 2020].

В работе [Lekshmi, Meyer-Wegener, 2021] основное внимание уделяется аппаратной оптимизации запросов в реляционной СУБД с использованием расширенных правил и моделей затрат, а также уточнению стратегий оптимизации запросов для изменения состояний их выполнения. Предложенный в статье [Lan, 2021] оптимизатор запросов активно применяется во многих системах баз данных. Данный оптимизатор на основе учета ресурсных затрат использует алгоритм перерасчета планов исполнения запросов, а затем использует модель затрат для вычисления стоимости и выбора плана с наименьшими затратами. Исследование [Muniswamaiah, 2020] ориентировано на обеспечение промежуточной обработки запросов и оптимизации запросов для гетерогенных баз данных. Высокий уровень требований к ресурсам может быть снижен за счет минимизации времени выполнения запроса, что способствует повышению эффективности использования серверной памяти и вычислительных процессоров [Bachhav, 2021]. Для повышения производительности обработки запросов к базам данных в последние годы применяются разработки на основе параллельных СУБД [Zhou, Ordonez, 2020].

В процессе обработки запроса должен формироваться план выполнения SQL-оператора, позволяющий оперативно и с наименьшими затратами получить запрашиваемую из базы данных информацию. Анализ показал, что вышеуказанные разработки и другие современные средства мониторинга и оптимизации запросов, реализованные в том числе в СУБД Oracle, MS SQL Server, DB2, сортируют и оценивают SQL-операторы на основе значений одного, реже двух или трёх показателей, характеризующих скорость обработки запроса, а также используемые для этого ресурсы. Однако, как показывает опыт, это часто приводит к ошибочному диагностированию ресурсоёмких запросов [Alghazali et al., 2021].

Таким образом, с ростом объема анализируемых данных для выявления проблемных SQL-запросов требуются все более сложные инструменты мониторинга, превентивного анализа и упреждающей оптимизации. Вышеуказанные обстоятельства определяют актуальность разработки новых интеллектуальных инструментов для своевременного и корректного обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных.

Обоснование числа параметров, учитываемых при обнаружении ресурсоемких запросов

Наиболее развитые технологии сбора данных для поиска ресурсоёмких запросов реализованы в автоматическом хранилище рабочей нагрузки СУБД Oracle [Fernandez, 2015]. К ним относится расширенное хранилище рабочей нагрузки (Advanced Workload Repository, AWR). Эта инфраструктура предоставляет службы компонентам СУБД Oracle для сбора, сопровождения и использования статистик с целью обнаружения проблем и самонастройки [Fattah, 2014]. AWR позволяет собирать различную информацию о запросах и работе системы. Наилучшим образом для поиска и последующей оптимизации ресурсоёмких запросов подходят статистические данные по выполненным SQL-операторам, содержащиеся в таблице DBA_HIST_SQLSTAT.

Основным источником информации, полезной для выявления проблемных SQL-операторов, являются статистические данные о периоде исполнения запроса. Чаще всего

определение интенсивно использующего ресурсы SQL-запроса производится по большому количеству операций чтения с диска (disk reads), по количеству операций логического чтения (logical reads) или чтения данных из буферов (buffer gets), по числу вызовов синтаксического анализа (parse calls), по количеству выполнений (executions). Однако исследования показали, что для выявления ресурсоёмких запросов представляет интерес расширенный набор, состоящий из 32 параметров.

Исследования показали, что расширенный набор параметров является избыточным. Для учета всех этих показателей с целью обнаружения ресурсоёмких запросов потребуются алгоритмы с большой вычислительной сложностью, что нежелательно в процессе выполнения практических задач. В целях сокращения числа параметров, характеризующих SQL-запросы, был использован метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) [Belattar, 2020]. Применение метода PCA позволило построить новое пространство параметров меньшей размерности. Выбор конечного числа главных компонент осуществлялся на основе критерия Кеттелла, позволяющего сохранить от 65 % до 80 % информации, сосредоточенной в исходном наборе значимых признаков. Установлено, что для обнаружения проблемных запросов к базам данных достаточно использовать от 4 до 9 значимых параметров вместо исходных 32.

С использованием полученного ограниченного числа значимых параметров множество всех возможных запросов к базам данных необходимо разбить на некоторое число кластеров, отличающихся ресурсоемкостью выполнения SQL-операторов. С этой целью предлагается использовать аппарат самоорганизующихся карт Кохонена (Self-Organization Maps, SOM) [Sinha, 2010; Sakkari, 2020; Clovis et al., 2020], на основе которого разработан алгоритм обнаружения ресурсоемких запросов.

Разработка алгоритма обнаружения ресурсоемких запросов

Пусть в составе самоорганизующейся карты имеется N нейронов. Каждый нейрон представляется вектором весов:

$$W_k = \{w_{k1}, w_{k2}, ..., w_{ki}, ..., w_{kn}\}, \tag{1}$$

где W_k – вектор весов нейрона номер k, номер нейрона принимает значения $k = 1, 2, ..., N$; w_{ki} – вес номер i нейрона номер k; n – число весовых значений нейрона.

Разработан алгоритм обнаружения ресурсоемких запросов, состоящий из следующих шагов:

Шаг 1. На вход самоорганизующейся карты поступает вектор параметров запроса $X = \{x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_n\}$, который требуется классифицировать с точки зрения ресурсоемкости.

Шаг 2. Выбирается нейрон номер $k = 1$.

Шаг 3. Для выбранного нейрона номер k самоорганизующейся карты вычисляется мера близости вектора его весов $W_k = \{w_{k1}, w_{k2}, ..., w_{ki}, ..., w_{kn}\}$ с вектором параметров поступившего запроса по формуле:

$$d_k = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - w_{ki})^2}\ . \tag{2}$$

Шаг 4. Номер выбранного нейрона увеличивается на 1.

Шаг 5. Проверяется выполнение условия:

$$k \le N \tag{3}$$

В случае выполнения данного условия осуществляется переход к шагу 3, в противном случае – к шагу 6.

Шаг 6. Выполняется поиск активного нейрона с минимальным значением d_k.

Шаг 7. Определяется кластер, к которому принадлежит активный нейрон, на основании чего принимается решение о том, к какому классу ресурсоемкости следует отнести поступивший запрос.

Используемая в данном алгоритме самоорганизующаяся карта должна быть настроена с учетом значений параметров поступающих запросов. С этой целью создается обучающая выборка, включающая значения параметров N запросов. Каждый запрос представляется вектором:

$$\overline{X}_q = \{\overline{x}_{q1}, \overline{x}_{q2}, ..., \overline{x}_{qi}, ..., \overline{x}_{qn}\}, \tag{4}$$

где $\overline{X}_q$ – вектор параметров запроса номер q, номер запроса принимает значения $q = 1, 2, ..., N$; $\overline{x}_{qi}$ – параметр номер i запроса номер q; n – число параметров в векторе запросов.

Для обучения нейронов самоорганизующейся карты предлагается использовать следующий алгоритм:

Шаг 1. Выполняется инициализация алгоритма – задаются исходные данные: число нейронов, начальные значения скорости обучения нейронов и радиуса топологической окрестности активного нейрона.

Шаг 2. Начинается цикл обучения номер $t = 1$; вводятся начальные значений весов нейронов на основе случайной нормализации на интервале $[0; 1]$ по формуле:

$$0{,}5 - \frac{1}{\sqrt{n}} \le w_{ki1} \le 0{,}5 + \frac{1}{\sqrt{n}}, \tag{5}$$

где w_{ki1} – вес номер i нейрона номер k в первом цикле обучения.

Шаг 3. Выбирается вектор обучающей выборки номер $q = 1$.

Шаг 4. На вход самоорганизующейся карты подается выбранный вектор номер q обучающей выборки; для каждого нейрона выполняется вычисление величины d_{qkt} – евклидова расстояния между q-м вектором обучающей выборки и вектором весов нейрона номер k в текущем цикле обучения номер t по формуле:

$$\overline{d}_{qkt} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\overline{x}_{qi} - w_{kit}\right)^2}, \tag{6}$$

где $\overline{x}_{qi}$ – значение i-го параметра q-го вектора обучающей выборки; w_{kit} – вес номер i нейрона номер k в цикле обучения номер t.

Шаг 5. По отношению к поданному на вход самоорганизующейся карты вектору номер q обучающей выборки определяется активный нейрон с минимальным значением $\overline{d}_{qkt}$, т. е. нейрон, весовые значения которого наиболее близки к значениям q-го вектора обучающей выборки.

Шаг 6. Корректируются весовые значения вектора активного нейрона и векторов нейронов его окрестности по формуле:

$$w_{ki(t+1)} = w_{kit} + \alpha_t h_{kt}(\overline{x}_{qi} - w_{kit}), \tag{7}$$

где $w_{ki(t+1)}$ – вес номер i нейрона номер k, скорректированный для следующего цикла обучения номер $(t+1)$; w_{kit} – вес номер i нейрона номер k в текущем цикле обучения номер t; α_t – значение скорости обучения нейронов в текущем цикле обучения номер t; h_{kt} – значение функции соседства нейронов в текущем цикле обучения номер t.

Скорость изменения нейронов уменьшается от цикла обучения к циклу обучения по линейному закону. Значение функции соседства нейронов вычисляется с использованием гауссовой функции:

$$h_{kt} = \exp\left(-\frac{\gamma_k}{2\sigma_t^2}\right), \tag{8}$$

где γ_k – расстояние между координатами нейрона номер k и активным нейроном на сетке самоорганизующейся карты; σ_t – радиус топологической окрестности активного нейрона в текущем цикле обучения номер t.

Величина радиуса топологической окрестности активного нейрона уменьшается с каждым циклом обучения на 1 от начального максимального значения $\sigma_{\max}$ до некоторого заданного значения.

Величина γ_k вычисляется по формуле:

$$\gamma_k = \|r_k - r_a\|, \tag{9}$$

где r_k – координаты нейрона номер k на сетке самоорганизующейся карты; r_a – координаты активного нейрона номер a на сетке самоорганизующейся карты.

Шаг 7. Значение номера q выбранного вектора обучающей выборки увеличивается на 1. Если $q \le N$, то осуществляется переход к шагу 4, в противном случае – к шагу 8.

Шаг 8. Номер цикла обучения t увеличивается на 1. Значение α_t уменьшается на величину $\Delta\alpha$, величина σ_t уменьшается на 1.

Шаг 9. Проверяется выполнение условия:

$$\sigma_t \le \sigma^*, \tag{10}$$

где σ^* – значение радиуса топологической окрестности активных нейронов, рекомендуемое во избежание переобучения самоорганизующейся карты.

В случае, если условие (12) не выполняется, осуществляется переход к шагу 3. При выполнении данного условия алгоритм обучения завершается. Нейроны самообучающейся карты считаются настроенными для выполнения дальнейшей кластеризации.

В представленном выше алгоритме во избежание переобучения нейронов самоорганизующейся карты используется величина рекомендуемого радиуса топологической окрестности активных нейронов. От выбора значения σ^* зависит правильность настройки нейронного слоя самоорганизующейся карты.

Разработка алгоритма поиска рекомендуемого значения радиуса топологической окрестности активных нейронов

Для обоснования значения σ^* предлагается вычисление ошибки обобщения в каждом текущем цикле обучения номер t:

$$E_t \le \frac{1}{nN}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{N}\left(R_{kit}^2 + D_{kit}\right), \tag{11}$$

где R_{kit} – разность средних значений i-го параметра векторов обучающей выборки и средних значений i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t; D_{kit} – усредненная оценка дисперсии i-го параметра векторов обучающей выборки и i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t.

Значение R_{kit} вычисляется с помощью выражения:

$$R_{kit} = \overline{A}_{kit} - \widetilde{A}_{kit}, \tag{12}$$

где $\overline{A}_{kit}$ – среднее значение i-го параметра векторов обучающей выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t; $\tilde{A}_{kit}$ – среднее значение i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t.

Среднее значение i-го параметра векторов обучающей выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t, вычисляется с помощью выражения:

$$\overline{A}_{kit} = \frac{1}{J_t} \sum_{j=1}^{J_t} \overline{x}_{kitj} , \tag{13}$$

где $\overline{x}_{kitj}$ – значение i-го параметра j-го вектора обучающей выборки, для которого нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t; J_t – число векторов обучающей выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t.

Среднее значение i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t, вычисляется с помощью выражения:

$$\tilde{A}_{kit} = \frac{1}{M_t} \sum_{m=1}^{M_t} \tilde{x}_{kitm} , \tag{14}$$

где $\tilde{x}_{kim}$ – значение i-го параметра m-го вектора контрольной выборки, для которого нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t; M_t – число векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t.

Усредненная оценка дисперсии i-го параметра векторов обучающей выборки и i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t, вычисляется по формуле:

$$D_{kit} = \frac{1}{2}\left(\overline{D}_{kit} + \tilde{D}_{kit}\right), \tag{15}$$

где $\overline{D}_{kit}$ – оценка дисперсии i-го параметра векторов обучающей выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t; $\tilde{D}_{kit}$ – оценка дисперсии i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t.

Для вычисления оценки дисперсии i-го параметра векторов обучающей выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t, используется выражение:

$$\overline{D}_{kit} = \frac{1}{J_t} \sum_{j=1}^{J_t} \left(\overline{x}_{kitj} - \overline{A}_{kit}\right)^2 . \tag{16}$$

Для вычисления оценки дисперсии i-го параметра векторов контрольной выборки, для которых нейрон номер k был активен в текущем цикле обучения номер t, используется выражение:

$$\tilde{D}_{kit} = \frac{1}{M_t} \sum_{m=1}^{M_t} \left(\tilde{x}_{kitm} - \tilde{A}_{kit}\right)^2 . \tag{17}$$

Предлагается алгоритм поиска рекомендуемого значения радиуса топологической окрестности активных нейронов, состоящий из следующих шагов:

Шаг 1. Формируется массив обучающей выборки, состоящий из N векторов параметров запросов:

$$\overline{\boldsymbol{X}} = \left\{\overline{X}_1, \overline{X}_2, ..., \overline{X}_q, ..., \overline{X}_N\right\}, \tag{18}$$

где $\overline{X}_q$ – вектор номер q обучающей выборки.

Каждый вектор обучающей выборки формируется в виде выражения (4).

Шаг 2. Формируется массив контрольной выборки, состоящий из N векторов параметров запросов:

$$\tilde{\boldsymbol{X}} = \left\{\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, ..., \tilde{X}_q, ..., \tilde{X}_N\right\}, \tag{19}$$

где $\tilde{X}_q$ – вектор номер q контрольной выборки.

Каждый вектор контрольной выборки формируется в виде:

$$\tilde{X}_q = \left\{\tilde{x}_{q1}, \tilde{x}_{q2}, ..., \tilde{x}_{qi}, ..., \tilde{x}_{qn}\right\}, \tag{20}$$

где $\tilde{x}_{qi}$ – значение i-го параметра вектора номер q контрольной выборки

Шаг 3. Выполняется инициализация: задаются размеры сетки нейронов, число циклов её обучения T; устанавливается начальный номер цикла обучения ($t = 1$); вводятся начальные значения весов нейронов на основе случайной нормализации на интервале $[0; 1]$ по формуле (5); задаются начальные значения параметров α_t и σ_t.

Шаг 4. Для подачи на вход самоорганизующейся карты выбирается начальный вектор (номер $q = 1$) обучающей выборки.

Шаг 5. На вход самоорганизующейся карты подается выбранный вектор номер q обучающей выборки. Для каждого нейрона по формуле (6) выполняется вычисление величины $\bar{d}_{qkt}$.

Шаг 6. По отношению к поданному на вход самоорганизующейся карты вектору номер q обучающей выборки определяется активный нейрон номер a в цикле обучения номер t.

Шаг 7. Корректируются весовые значения вектора активного нейрона по формуле:

$$w_{ai(t+1)} = w_{ait} + \alpha_t\left(\bar{x}_{qi} - w_{ait}\right), \tag{21}$$

где $w_{ai(t+1)}$ – вес номер i активного нейрона, скорректированный для следующего цикла обучения номер $(t+1)$; w_{ait} – вес номер i активного нейрона в цикле обучения номер t.

Шаг 8. Выбираются нейроны, попавшие в топологическую окрестность активного нейрона радиусом σ_t.

Шаг 9. Корректируются весовые значения векторов нейронов, попавших в топологическую окрестность активного нейрона по формулам (7)–(9).

Шаг 10. Значение номера q выбранного вектора обучающей выборки увеличивается на 1. Если $q \le N$, то осуществляется переход к шагу 5, в противном случае – к шагу 11.

Шаг 11. Для подачи на вход самоорганизующейся карты выбирается начальный вектор (номер $q = 1$) контрольной выборки.

Шаг 12. На вход самоорганизующейся карты подается выбранный вектор контрольной выборки. Для каждого нейрона выполняется вычисление величины евклидова расстояния между q-м вектором контрольной выборки и вектором весов нейрона номер k в текущем цикле обучения номер t по формуле:

$$\tilde{d}_{qkt} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\tilde{x}_{qi} - w_{kit}\right)^2}\ . \tag{22}$$

Шаг 13. По отношению к поданному на вход самоорганизующейся карты вектору контрольной выборки определяется активный нейрон с минимальным значением $\tilde{d}_{qkt}$.

Шаг 14. Значение номера q выбранного вектора контрольной выборки увеличивается на 1. Если $q \le N$, то осуществляется переход к шагу 12, в противном случае – к шагу 15.

Шаг 15. Вычисляется ошибка обобщения в текущем цикле обучения по формулам (11)–(17).

Шаг 16. Номер цикла обучения t увеличивается на 1. Значение α_t уменьшается на величину $\Delta\alpha$, величина σ_t уменьшается на 1. Если $t \le T$, то осуществляется переход к шагу 4, в противном случае – к шагу 17.

Шаг 17. Выбирается цикл обучения t^* с минимальным значением $E_{\min}$ ошибки обобщения, после которого начинается рост величины E_t. Выдается сообщение о том, что при принятии решения о выборе величины σ^* рекомендуется использовать значение радиуса топологической окрестности активного нейрона, полученное в цикле обучения t^*. Определяется кластер, к которому принадлежит активный нейрон, на основании чего принимается решение о том, к какому классу ресурсоемкости следует отнести поступивший запрос.

Разработка алгоритма разграничения кластеров самоорганизующейся карты

В процессе обучения самоорганизующейся карты значения весов её нейронов настраиваются в соответствии со значениями параметров запросов, содержащихся в векторах обучающей выборки. В результате образуются кластеры нейронов, имеющих близкие значения весов. Чтобы получить возможность использовать кластеры нейронов самоорганизующейся карты для классификации запросов с точки зрения ресурсоемкости, необходимо иметь данные о границах этих кластеров.

Визуальный анализ обученных самоорганизующихся карт показал размытость, нечеткость границ полученных кластеров. При этом очень сложно точно определить конкретный интервал численных значений $w_{k1}, w_{k2}, ..., w_{ki}, ..., w_{kn}$, по которым вектор весов W_k однозначно определяет принадлежность нейрона номер k к тому или иному кластеру. В связи с этим, для определения границ кластеров нейронов можно использовать аппарат нечеткого вывода, который успешно применяется для решения различных научно-технических задач [Polshchykov et al., 2014; Polshchykov et al., 2017; Polshchykov et al., 2019; Polshchykov et al., 2020].

Чтобы при разграничении кластеров можно было учесть значения всех весов нейронов, введем величины обобщенных весов нейронов. Для вычисления величины S_k – обобщенного веса нейрона номер k – можно применить нечёткие правила следующего вида:

$$\begin{aligned}&If\ (w_{k1} = w_1^+)\ and\ (w_{k2} = w_2^+)\ and\ ...\ and\ (w_{ki} = w_i^+)\ and\ ...\ and\ (w_{kn} = w_n^+)\\&then\,(S_k = Y_1);\end{aligned}, \quad (23)$$

$$\begin{aligned}&If\ (w_{k1} = w_1^+)\ and\ (w_{k2} = w_2^+)\ and\ ...\ and\ (w_{ki} = w_i^+)\ and\ ...\ and\ (w_{kn} = w_n^-)\\&then\,(S_k = Y_2);\end{aligned}, \quad (24)$$

…

$$\begin{aligned}&If\ (w_{k1} = w_1^+)\ and\ (w_{k2} = w_2^+)\ and\ ...\ and\ (w_{ki} = w_i^-)\ and\ ...\ and\ (w_{kn} = w_n^-)\\&then\,(S_k = Y_y);\end{aligned}, \quad (25)$$

…

$$\begin{aligned}&If\ (w_{k1} = w_1^-)\ and\ (w_{k2} = w_2^-)\ and\ ...\ and\ (w_{ki} = w_i^-)\ and\ ...\ and\ (w_{kn} = w_n^-)\\&then\,(S_k = Y_z),\end{aligned}, \quad (26)$$

где w_i^+ – нечеткое множество «высокое значение i-го веса нейрона»; w_i^- – нечеткое множество «низкое значение i-го веса нейрона»; $Y_1, Y_2, ..., Y_y, ..., Y_z$ – значения

индивидуальных выводов соответствующих нечетких правил; z – число нечетких правил, $z = n^2$.

Вычисление значений Y_y следует выполнять по формуле:

$$Y_y = \frac{v_1 b_1 + v_2 b_2 + ... + v_i b_i + ... + v_n b_n}{v_1 + v_2 + ... + v_i + ... + v_n}, \quad (27)$$

где v_i – значение доли объясненной дисперсии i-го параметра векторов запросов.

Коэффициенты $b_1, b_2, ..., b_i, ..., b_n$ вычисляются с учетом того, какому нечеткому множеству (w_i^+ или w_i^-) принадлежит величина w_{ki} в нечетком правиле номер y:

$$b_i = \begin{cases} 1, & w_{ki} = w_i^+; \\ 0, & w_{ki} = w_i^-. \end{cases} \quad (28)$$

Значения $w_{k1}, w_{k2}, ..., w_{ki}, ..., w_{kn}$ могут в большей или меньшей мере соответствовать нечетким множествам w_i^+ и w_i^-. Для вычисления величины этого соответствия воспользуемся функциями принадлежности $U^+(w_{ki})$ и $U^-(w_{ki})$. Их смысл заключается в том, что значение функции $U^+(w_{ki})$ показывает, с какой вероятностью значение w_{ki} принадлежит нечеткому множеству «высокое значение i-го веса нейрона», а значение функции $U^-(w_{ki})$ показывает,
с какой вероятностью значение w_{ki} принадлежит нечеткому множеству «низкое значение i-го веса нейрона». Широкое применение в исследовательской практике получили функции принадлежности, имеющие вид, представленный на рисунке 1.

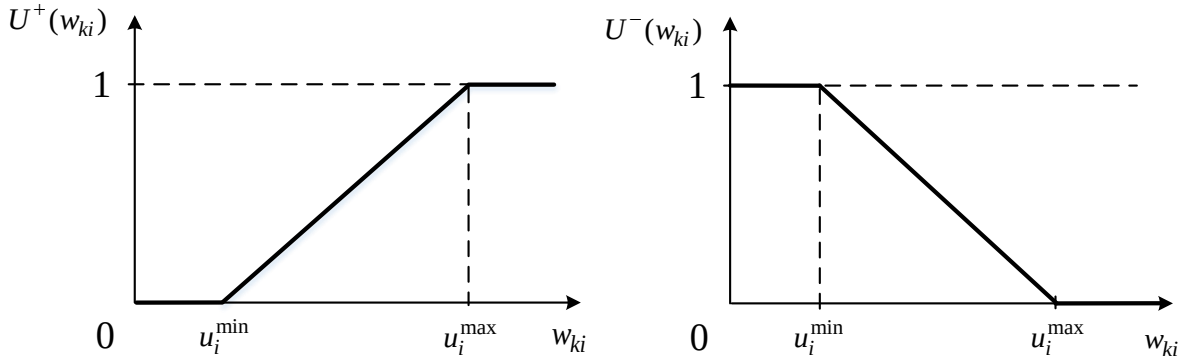

Рис. 1. Функции принадлежности $U^+(w_{ki})$ и $U^-(w_{ki})$

Fig. 1. Membership functions $U^+(w_{ki})$ and $U^-(w_{ki})$

На рисунке 1 обозначены следующие величины: u_i^{min} – минимальное значение параметра номер i в обучающей выборке векторов запросов; u_i^{max} – максимальное значение параметра номер i в обучающей выборке векторов запросов.

Чтобы вычислить показатель S_k на основе нечетких правил (23)–(26), прежде всего, необходимо выполнить фаззификацию, т. е. вычислить значения функций принадлежности величин $w_{k1}, w_{k2}, ..., w_{ki}, ..., w_{kn}$ нечетким множествам w_i^+ и w_i^-:

$$U^{+}(w_{ki})=\begin{cases}0,\ w_{ki}<u_i^{\min};\\ \dfrac{w_{ki}-u_i^{\min}}{u_i^{\max}-u_i^{\min}},\ u_i^{\min}\le w_{ki}<u_i^{\max};\\ 1,\ w_{ki}\ge u_i^{\max};\end{cases} \tag{29}$$

$$U^{-}(w_{ki})=\begin{cases}1,\ w_{ki}<u_i^{\min};\\ \dfrac{u_i^{\max}-w_{ki}}{u_i^{\max}-u_i^{\min}},\ u_i^{\min}\le w_{ki}<u_i^{\max};\\ 0,\ w_{ki}\ge u_i^{\max}.\end{cases} \tag{30}$$

Следующим этапом является агрегирование:

$$G_{k1}=U^{+}(w_{k1})\wedge U^{+}(w_{k2})\wedge\ldots\wedge U^{+}(w_{ki})\wedge\ldots\wedge U^{+}(w_{kn}), \tag{31}$$

$$G_{k2}=U^{+}(w_{k1})\wedge U^{+}(w_{k2})\wedge\ldots\wedge U^{+}(w_{ki})\wedge\ldots\wedge U^{-}(w_{kn}), \tag{32}$$

$$\ldots$$

$$G_{ky}=U^{+}(w_{k1})\wedge U^{+}(w_{k2})\wedge\ldots\wedge U^{-}(w_{ki})\wedge\ldots\wedge U^{-}(w_{kn}), \tag{33}$$

$$\ldots$$

$$G_{kz}=U^{-}(w_{k1})\wedge U^{-}(w_{k2})\wedge\ldots\wedge U^{-}(w_{ki})\wedge\ldots\wedge U^{-}(w_{kn}). \tag{34}$$

Заключительным этапом вычисления величины S_k является дефаззификация:

$$S_k=\frac{G_{k1}Y_1+G_{k2}Y_2+\ldots+G_{ky}Y_y+\ldots+G_{kz}Y_z}{G_{k1}+G_{k2}+\ldots+G_{ky}+\ldots+G_{kz}}. \tag{35}$$

В результате выполнения нечеткого вывода каждый нейрон самоорганизующейся карты будет иметь единственный вес S_k. В таком случае, чтобы разбить нейроны на C кластеров и получить границы кластеров, можно применить алгоритм *k*-средних для одномерного пространства.

Шаг 1. Из множества нейронов выбираются C нейронов, веса которых будут служить начальными значениями центров кластеров. На начальном этапе каждый кластер будет содержать только один нейрон, вес которого выбран в качестве центра этого кластера.

Шаг 2. Выбирается нейрон номер $k=1$.

Шаг 3. Для выбранного нейрона номер k вычисляются меры близости его веса S_k к значениям центра каждого кластера по формуле:

$$\delta_{kc}=\left|S_c-S_k\right|, \tag{36}$$

где S_c – значение центра кластера номер c; величина c может принимать значения от 1 до C.

Шаг 4. Определяется минимальное значение δ_{kc}. Выбранный нейрон включается в состав кластера, для которого значение δ_{kc} является минимальным.

Шаг 5. Пересчитывается значение центра кластера, в состав которого был включен новый нейрон:

$$S_c=\frac{1}{L_c}\sum_{l=1}^{L_c}S_l, \tag{37}$$

где S_l – значение веса l-го нейрона кластера номер c; L_c – число нейронов, входящих в кластер номер c.

Шаг 6. Номер выбранного нейрона увеличивается на 1.

Шаг 7. Проверяется выполнение условия:

$$k \le N. \tag{38}$$

В случае выполнения данного условия осуществляется переход к шагу 3, в противном случае – к шагу 8.

Шаг 8. Сохраняются составы кластеров, полученные на текущей итерации. Сравниваются составы кластеров, полученные на текущей и предыдущей итерациях. Если составы не совпали, то осуществляется переход к шагу 2 и выполняется следующая итерация разбиения нейронов на кластеры. Если составы совпали, то рекомендуется принять решение о текущем разбиении нейронов на кластеры. Конец алгоритма.

Проведение экспериментальных исследований по оценке корректности обнаружения ресурсоемких запросов

Представленные выше алгоритмы реализованы в виде программного обеспечения для кластеризации SQL-запросов с использованием самоорганизующейся карты (SOM-кластеризации). Разработка программных средств выполнена на языке Python на основе тензорных вычислений с помощью средств библиотеки TensorFlow.

Проведенный анализ показал, что множество запросов, поступающих к базам данных, следует сгруппировать в пределах четырех кластеров:

– 1-й кластер – ресурсоемкие «тяжелые» запросы, которые в процессе выполнения характеризуются интенсивным использованием системной памяти, процессоров, дискового пространства и каналов вывода;

– 2-й кластер – ресурсоемкие «медленные» запросы, для которых характерны процедуры частого исполнения и перекомпиляций;

– 3-й кластер – случайные проблемные запросы, возникающие по причине случайной временной нехватки ресурсов для их выполнения из-за пиковых нагрузок в сети, на серверах, в процессорах, дефицита ресурсов во время выполнения других запросов;

– 4-й кластер – остальные не ресурсоемкие (не проблемные) запросы.

Для идентификации различных видов запросов проведено более 500 экспериментов. При этом использовались исходные данные, представленные в таблице 1.

В процессе экспериментов выполнялись алгоритмы поиска рекомендуемого значения радиуса топологической окрестности активных нейронов, настройки самоорганизующейся карты и последующего обнаружения ресурсоемких запросов, поступающих к базам данных. Полученные результаты были использованы для вычисления показателей корректности обнаружения ресурсоемких запросов.

Корректность обнаружения запросов к базам данных оценивалась с помощью двух показателей:

1) вероятности обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных;

2) вероятности ошибочного обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных.

Значение вероятности обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных вычислялось по формуле:

$$P_{\det} = \frac{Q_{\det}}{Q_{\Sigma}}, \tag{39}$$

где $Q_{\det}$ – число обнаруженных ресурсоемких запросов, поступивших к базам данных; Q_{Σ} – число всех ресурсоемких запросов, поступивших к базам данных.

Таблица 1
Table 1

Исходные данные
Initial data

Величины	Значения
N	2500
n	5
α_1	0,1
$\Delta\alpha$	0,01
$\sigma_{\max}$	15
T	20
C	4

Для вычисления вероятности ошибочного обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных использовалось выражение:

$$P_{\text{err}} = \frac{Q_{\text{err}}}{Q_{\text{det}}}, \tag{40}$$

где Q_{err} – число поступивших к базам данных ресурсоемких запросов, ошибочно отнесенных к ресурсоемким.

Результаты экспериментальных исследований по оцениванию корректности обнаружения ресурсоемких запросов с помощью SOM-кластеризации представлены в таблице 2.

Таблица 2
Table 2

Результаты экспериментов
Experimental results

Величины	Значения
Среднее значение $E_{\min}$	1,214
Среднее значение σ^*	7,802
P_{det}	0,951
P_{err}	0,082

Кроме того, проведены многочисленные эксперименты по обнаружению ресурсоемких запросов с применением современных средств мониторинга и оптимизации запросов SQL Tuning Advisor и Oracle Cost-Based Optimizer. Полученные результаты исследований представлены в таблице 3.

Анализ данных, представленных в таблице 3, показывает, что предложенные алгоритмы, которые реализованы в виде программного обеспечения SOM-кластеризации, позволяют повысить вероятности обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных на 12,68 % – 15,27 % и снизить вероятность ошибочного обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных на 12,20 % – 24,39 % по сравнению с применяемыми на практике средствами настройки и оптимизации планов выполнения SQL-запросов.

Таблица 3
Table 3

Результаты оценивания корректности обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных
Results of evaluating the correctness of detection of resource-intensive database queries

Анализируемые средства	Значения P_{det}	Значения P_{err}
SQL Tuning Advisor	0,825	0,094
Oracle Cost-Based Optimizer	0,844	0,102
SOM-кластеризация	0,951	0,082

Заключение

Таким образом, в процессе обнаружения проблемных SQL-операторов предложено использовать до 9 значимых статистических параметров, характеризующих скорость обработки запроса, а также используемые для этого ресурсы. Исходный набор 32 анализируемых параметров, содержащихся в таблице DBA_HIST_SQLSTAT хранилища рабочей нагрузки СУБД Oracle, удалось сократить путем предварительного нормирования набора показателей с помощью сигмоидальной функции и последующего выбора конечного числа главных компонент на основе критерия Кеттелла. Кластеризация множества SQL-операторов на основе SOM дала возможность сформировать 4 основных подмножества запросов. При этом ресурсоёмкие запросы оказались сосредоточены в 2 кластерах. В результате данного исследования авторам удалось обосновать корректность использования сокращенного набора статистических параметров для обнаружения ресурсоемких запросов. Это позволило успешно выполнить нейросетевую кластеризацию анализируемых запросов.

При выполнении исследований получены результаты, обладающие научной новизной:

1. Разработан алгоритм обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных, который отличается использованием нейронной самоорганизующейся карты для обработки векторов параметров запросов. Применение алгоритма позволяет повысить вероятность корректного обнаружения ресурсоемких запросов и снизить вероятность их ошибочного обнаружения.

2. Разработан алгоритм поиска рекомендуемого значения радиуса топологической окрестности активных нейронов в самоорганизующейся карте, который учитывает характеристики параметров запросов обучающей и контрольной выборки. Применение алгоритма позволяет избежать переобучения нейронов в процессе настройки самоорганизующейся карты, предназначенной для обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных.

3. Разработан алгоритм разграничения кластеров самоорганизующейся карты, предназначенной для классификации запросов к базам данных. Новизна алгоритма состоит в использовании нечеткого вывода для вычисления обобщенных весов нейронов. Применение алгоритма позволяет обеспечить получение границ кластеров для последующего нейросетевого обнаружения ресурсоемких запросов к базам данных.

Выполнение экспериментов по оцениванию корректности обнаружения ресурсоемких запросов с помощью разработанных алгоритмов показало преимущество их использования по сравнению с другими специализированными программными средствами, что подтверждает целесообразность применения на практике результатов проведенных исследований.

References

1. Alghazali S.M.M., Polshchykov K., Hailan A.M., Svoykina L. 2021. Development of Intelligent Tools for Detecting Resource-intensive Database Queries. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 12(7): 32–36.

2. Bachhav A., Kharat V., Shelar M. 2021. An Efficient Query Optimizer with Materialized Intermediate Views in Distributed and Cloud Environment. Tehnički glasnik, 15: 105–111.

3. Belattar S., Abdoun O., El khatir H. 2020. New Learning Approach for Unsupervised Neural Networks Model with Application to Agriculture Field. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(5): 360–369.

4. Bodepudi H. 2020. Faster The Slow Running RDBMS Queries With Spark Framework. International Journal of Scientific and Research Publications, 10(11): 287–291.

5. Clovis L.R., Scapim C.A., Pinto R.J.B. et al. 2020. Yield stability analysis of maize hybrids using the self-organizing map of Kohonen. Euphytica, 216: 161.

6. Fattah S.M.A., Mahmoud M.A., Abd-Elmegid L.A.E. 2014. An Adaptive Hybrid Controller for DBMS Performance Tuning. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 5(5): 151–156.

7. Fernandez I. 2015. Beginning Oracle Database 12c Administration. From Novice to Professional. Apress: 384.

8. Kalmegh P., Babu S., Roy S. 2018. Analyzing Query Performance and Attributing Blame for Contentions in a Cluster Computing Framework. arXiv:1708.08435v2.

9. Lan H., Bao Z., Peng Y.A. 2021. Survey on Advancing the DBMS Query Optimizer: Cardinality Estimation, Cost Model, and Plan Enumeration. Data Sci. Eng., 6: 86–101.

10. Lekshmi B.G., Meyer-Wegener K. 2021. COPRAO: A Capability Aware Query Optimizer for Reconfigurable Near Data Processors. 2021 IEEE 37th International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW): 54-59.

11. Ma M., Yin Z., Zhang S. et al. 2020. Diagnosing Root Causes of Intermittent Slow Queries in Cloud Databases. PVLDB, 13(8): 1176–1189.

12. Miao Z., Chen T., Bendeck A. et al. 2020. I-Rex: an interactive relational query explainer for SQL. Proc. VLDB Endow, 13: 2997–3000.

13. Muniswamaiah M., Agerwala T., Tappert C.C. 2020. Approximate Query Processing for Big Data in Heterogeneous Databases. 2020 IEEE International Conference on Big Data: 5765–5767.

14. Polshchykov K.A., Lazarev S.A., Konstantinov I.S., Polshchykova O.N., Svoikina L.F., Igityan E.V., Balakshin M.S. 2020. Assessing the Efficiency of Robot Communication. Russian Engineering Research, 40: 936–938.

15. Polshchykov K., Lazarev S., Polshchykova 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 (11): 1831–1836.

16. Polshchykov K.O., Lazarev S.A., Zdorovtsov A.D. 2017. Neuro-Fuzzy Control of Data Sending in a Mobile Ad Hoc Network. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 9(2S): 1494–1501.

17. Polshchykov K.O., Zdorenko Y.M., Masesov M.O. 2014. Method of telecommunications channel throughput distribution based on linear programming and neuro fuzzy predicting. Elixir International Journal. Network Engineering, 75: 27327–27334.

18. Sakkari M., Zaied M. 2020. A convolutional deep self-organizing map feature extraction for machine learning. Multimedia Tools and Applications, 79: 19451–19470.

19. Sikdar S., Jermaine C. 2020. MONSOON: Multi-Step Optimization and Execution of Queries with Partially Obscured Predicates. Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD '20): 225–240.

20. Sinha S., Singh T.N., Singh V.K., Verma A.K. 2010. Epoch determination for neural network by self-organized map (SOM). Computational Geosciences, 14: 199–206.

21. Wang C., Cheungc A., Bodik R. 2017. Synthesizing highly expressive SQL queries from input-output examples. Proceedings of the 38th ACM SIGPLAN Conf. on Programming Language Design and Implementation: 452–466.

22. Zhou X., Ordonez C. 2020. Matrix Multiplication with SQL Queries for Graph Analytics. 2020 IEEE International Conference on Big Data (Big Data): 5872–5873.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хайлан Ахмад, PhD, преподаватель кафедры компьютерных наук и математики, Университет Ти-Кар, г. Ти-Кар, Ирак

Польщиков Константин Александрович, доктор технических наук, доцент, директор института инженерных и цифровых технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Алгазали Салах Махди Мадлол, соискатель кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Hailan Ahmad, PhD, lecturer of Department of Computer Science and Mathematics, Ti-Kar University, Ti-Kar, Iraq

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

Alghazali Salach, postgraduate of the Department of Applied Informatics and Information Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

УДК 004.41
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-594-609

Выбор облачного решения для автоматизации бизнес-коммуникаций компании методом анализа иерархий

Чикалова Е.В., Суханов М.Б.
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
Россия 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18
E-mail: 1808828@gmail.com, msukhanov@yandex.ru

Аннотация. Сложившаяся во всем мире ситуация с пандемией показала, как важно иметь инструмент для быстрого принятия обоснованных решений. Необходимость дистанцирования, обусловленная вирусом, поставила бизнес перед нетривиальной в большинстве случаев задачей – организации удаленной работы для сотрудников в минимальные сроки. Выбор комплексного решения для обеспечения непрерывности бизнес-коммуникаций с учетом различных предпочтений, выражающихся в субъективной оценке различных критериев, становится актуальным для компаний малого и среднего размера. В то же время весьма мало научных исследований посвящены проблеме обоснованного многокритериального выбора комплексных облачных решений для информатизации бизнес-коммуникаций, автоматизации удаленной работы сотрудников виртуальных офисов. Целью исследования является выбор программного решения для организации виртуального рабочего пространства и бизнес-коммуникаций для компаний малого и среднего размера. Выполнен краткий обзор рынка программного обеспечения, позволяющего организовывать для сотрудников компании виртуальный рабочий стол и базовые деловые коммуникации. В статье сформулированы требования к основным функциональным возможностям, которые необходимы для организации удаленной работы сотрудников компании, и выбраны альтернативы облачных решений для их сравнения. Рассмотрены основные критерии выбора комплексного облачного решения, наиболее важные с точки зрения организации дистанционной работы сотрудников компании малого и среднего бизнеса. Методом Саати Т.Л. выполнено ранжирование альтернатив по предпочтительности с учетом приоритетности критериев выбора. В рамках данного исследования определено, что наиболее подходящим комплексным облачным решением для автоматизации бизнес-коммуникаций и организации виртуального пространства в компаниях малого и среднего бизнеса, при существующей в настоящее время конъюнктуре рынка, является информационная система Битрикс 24. В качестве альтернатив для выбора оптимального решения рассматривались: Битрикс 24, Google Workspace, Microsoft Office 365, OnlyOffice. В качестве метода исследования был применен метод анализа иерархий, поскольку он допускает некоторую долю субъективности суждений. При этом критериями выбора из альтернатив были такие факторы, как: сервис работы с документами и виртуальное хранилище файлов, электронная почта, система мгновенных сообщений, видеозвонки, видеоконференции, система планирования (календари), удобный интерфейс, легкость администрирования, техническая поддержка, наличие мобильной версии.

Ключевые слова: облачные сервисы, виртуальное рабочее пространство, виртуальный офис, выбор наилучшего решения, критериальный анализ, принятие решений, автоматизация бизнес-коммуникаций.

Для цитирования: Чикалова Е.В., Суханов М.Б. 2021. Выбор облачного решения для автоматизации бизнес-коммуникаций компании методом анализа иерархий. Экономика. Информатика, 48 (3): 594–609. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-594-609.

Экономика. Информатика. 2021. Том 48, № 3 (594–609)
Economics. Information technologies. 2021. Vol. 48, No. 3 (594–609)

Choosing a cloud solution for automating a company's business communications by AHP (Analytical Hierarchy Process)

Ekaterina V. Chikalova, Mikhail B. Sukhanov
Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,
18 Bolshaya Morskaya St, Saint-Petersburg, 191186, Russia
E-mail: 1808828@gmail.com, msukhanov@yandex.ru

Abstract. The global pandemic situation has shown how important it is to have a tool for making informed decisions quickly. The need for distancing caused by the virus has put the business in front of a non-trivial task in most cases – the organization of remote work for employees in the shortest possible time. The choice of a comprehensive solution to ensure the continuity of business communications, taking into account various preferences expressed in the subjective assessment of various criteria, becomes relevant for small and medium-sized companies. At the same time, very few scientific studies are devoted to the problem of reasonable multi-criteria choice of complex cloud solutions for informatization of business communications, automation of remote work of employees of virtual offices. The aim of the study is to choose a software solution for organizing a virtual workspace and business communications for small and medium-sized companies. A brief overview of the software market that allows you to organize a virtual desktop and basic business communications for the company's employees is carried out. The article defines the requirements for the main functional capabilities that are necessary for the organization of remote work of the company's employees and selects alternatives to cloud solutions for their comparison. The main criteria for choosing a comprehensive cloud solution, the most important from the point of view of organizing the remote work of employees of small and medium-sized businesses, are considered. The method of Saati T. L. was used to rank alternatives by preference, taking into account the priority of the selection criteria. Within the framework of this scientific study, it has been determined that the most suitable integrated cloud solution for automating business communications and organizing virtual space in small and medium-sized companies, given the current market conditions, is the Bitrix 24 information system. the choice of the optimal solution was considered: Bitrix 24, Google Workspace, Microsoft Office 365, OnlyOffice. The method of analysis of hierarchies was used as a research method, since it allows for a certain amount of subjectivity in judgments. At the same time, the criteria for choosing from alternatives were such factors as: service for working with documents and virtual file storage; Email; instant messaging system, video calls, video conferencing; planning system (calendars); user-friendly interface; ease of administration, technical support; availability of a mobile version.

Key words: cloud services, virtual workspace, virtual office, choosing the best solution, criteria analysis, decision making, automation of business communications.

For citation: Chikalova E.V., Sukhanov M.B. 2021. Choosing a cloud solution for automating a company's business communica-tions by AHP (Analytical Hierarchy Process). Economics. Information technologies, 48 (3): 594–609 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-594-609.

Введение

Экономика в условиях пандемии диктует свои правила ведения бизнеса. Необходимость дистанцирования плотно вошла во все сферы жизни. Обусловленный ей переход на дистанционную работу – это один из аспектов, значительно повлиявший на востребованность индустрии информационных технологий. Бизнес, в той части, где он не связан с прямым предоставлением услуг населению, ввиду ограничений вынужден организовывать работу офисов в виртуальном пространстве сети и, следовательно, выбирать оптимальное для этого ИТ-решение. Выбор в пользу дистанционной работы будет обусловлен в том числе и экологическими факторами [Тронина, Зыбина, 2017]. При этом, как показывает статистика, в случае организации работы сотрудников из дома, выбор будет сделан скорее в пользу облачных решений, чем в пользу наращивания собственной инфраструктуры [Гапотченко, 2020]. Проведенные ранее исследования на тему организации виртуального офиса показали, что такое решение может быть принято еще и потому, что не каждая компания

может позволить себе содержать штат высококвалифицированных ИТ-специалистов для организации и сопровождения собственной инфраструктуры [Коньякова и др., 2020].

Первоочередного переноса в виртуальное пространство требуют функции, связанные с внутренними и внешними бизнес-коммуникациями компании. Это работа с документами, хранилище файлов, планирование и организация встреч, деловая переписка. При этом функции должны быть доступны и удобны в использовании.

Облачные сервисы (под ними здесь будем понимать набор решений для обеспечения бизнес-коммуникаций) наиболее эффективно работают для компаний небольшого и среднего размера (до 250 человек), динамично расширяющихся и географически распределенных [Ст. 4 ФЗ 209, 2007; Кайнер, 2020]. Крупные компании менее динамичны и, как правило, имеют собственную инфраструктуру, построенное на ней виртуальное рабочее пространство и штат ИТ-специалистов.

Облачные сервисы в настоящее время интенсивно рекламируются в качестве развивающихся моделей бизнеса [Moscoso-Zea, Saa, Paredes-Gualtor, & Sandoval, (2018)]. Эпоха Индустрии 4.0 привела к появлению ряда возможностей и проблем для малых и средних предприятий; такие технологии, как Интернет вещей (IoT), виртуальная реальность (VR) или облачные вычисления, коренным образом меняют бизнес-структуры [Cotrino, Sebastián; González-Gaya]. При этом современной стратегией развития малого и среднего бизнеса является сотрудничество субъектов бизнеса, важную роль в котором играет сервис-ориентированная архитектура облачных вычислений (SOCCA) наряду с такими моделями использования информационных технологий как системы управления рабочими процессами (WfMS), сервис-ориентированная архитектура (SOA) [Cvetanovic, Nedic, & Eric, 2014].

Как правило, лицом, принимающим решения (ЛПР) в компаниях малого и среднего размера, является директор, а часто по совместительству владелец бизнеса. Таким образом, метод, выбранный для ранжирования альтернатив, должен обладать гибкостью и допускать некоторую долю субъективности в суждениях.

Чтобы принять обоснованное взвешенное решение, лицо, его принимающее, может использовать различные подходы, но наиболее удобным, с точки зрения многокритериального анализа и не всегда формализованных значений выбранных параметров для сравнения нескольких альтернатив, а также с учетом субъективности суждений, будет метод анализа иерархий, разработанный Саати Т.Л. [Саати, 1993; Степаненко и др., 2018]. В ИТ-отрасли метод анализа иерархий был применен, например, при анализе качества чат-ботов [Amato, Marrone, Moscato, Piantadosi, Picariello & Sansone, 2017; Smutny & Schreiberova, 2020]. В статье [Astanti, Mbolla, & Ai, 2020] рассмотрен выбор поставщика сырья в производстве перчаток с применением как метода анализа иерархий, так и метода Саати с использованием нечетких множеств. При этом в качестве продолжения метода анализа иерархий Томасом Саати для иерархического анализа альтернатив также был разработан метод аналитических сетей, суть которого заключается в работе с системами, имеющими зависимости и обратные связи между элементами разных уровней иерархий, и более сложном алгоритме вычисления приоритетов [Саати, Кернс, 1991].

Преимущества метода аналитических сетей:

– выше степень обоснованности решения;
– больше возможностей – метод позволяет оценить устойчивость выбора;
– в отличие от классического метода Т. Саати, метод аналитических сетей позволяет учитывать связи между элементами на каждом уровне иерархии.

Однако, как будет видно далее, в рассматриваемой задаче были выбраны обособленные критерии, так как связи между элементами на одном уровне, а именно между критериями и связи между альтернативами отсутствуют либо являются слабыми. Поэтому было решено выбор облачного решения осуществлять классическим методом Т. Саати без применения метода аналитических сетей.

Заметим, что как классический метод Т. Саати, так и метод аналитических сетей применимы при небольшом количестве экспертов. В том случае, когда многие люди могут поделиться своим решением задачи многокритериального выбора без выполнения математических вычислений, а исходя из своих знаний, опыта и интуиции, для критериального анализа целесообразно применять другие подходы, основанные на интеллектуальном анализе данных и машинном обучении [Пименов и др., 2019; Наумов и др, 2020]. Мы также не стали применять для многокритериального выбора облачного решения метод рандомизированных коэффициентов [Колодко, 2020], так как он актуален при большом числе критериев и уровней иерархии.

Объектом исследования для данной статьи был выбран рынок программных средств для автоматизации деятельности компаний среднего размера, обеспечивающих единое виртуальное рабочее пространство для бизнес-коммуникаций компании.

Предметом исследования являются характеристики указанных программных решений, определяющие их соответствие требованиям компании и играющие роль при выборе конкретного решения.

Статья имеет следующую структуру. В первом разделе уточняются требования к облачным сервисам и проводится анализ рынка решений, выбираются альтернативы для дальнейшего рассмотрения, сравнения. Во втором разделе выбираются критерии для сравнения и выбора оптимальной альтернативы. В третьем разделе представлен алгоритм оценки альтернатив и критериев, приведены результаты расчетов. Заключение содержит выводы об оптимальном облачном решении при заданных критериях, о применимости выбранного способа поддержки принятия решений.

Обзор рынка программных решений и выбор альтернатив

Для детального анализа рынка и представленных на нем решений необходимо сформировать укрупненные требования по составу функционала, которым должны обладать искомые продукты. Специфика бизнеса, его направления деятельности не берутся в расчет, интересуют прежде всего основные функции, связанные с бизнес-коммуникациями – универсальные и обязательные для ведения любого бизнеса.

Облачный сервис, предоставляющий бизнесу услуги виртуализации бизнес-процессов, связанных с коммуникациями внутри компании и вне ее, должен обладать набором функционала, обеспечивающим бесперебойность этих коммуникаций.

Так как бизнес-коммуникации – это взаимодействие субъектов системы информатизации в процессе решения задач предпринимательства [Справочник по экономике, 2020], то основные функции, которые должны быть обеспечены средствами информатизации – быстрые и безопасные сообщения, звонки, электронная почта, работа с документами и их хранение в доступном для всех участников коммуникации месте. Для удобства работы элементы и услуги информатизации (сервисы) должны быть максимально интегрированы между собой, позволять быстро добавлять данные о планируемых мероприятиях в календарь из средства отправки быстрых сообщений, отправку уведомления о планируемом мероприятии по почте и т. д. Администрирование сервиса/решения должно быть понятным, логичным и не требующим очень высокой квалификации по узким областям знаний, так как компании малого и среднего размера не всегда имеют в штате высококвалифицированных ИТ-специалистов.

Современный рынок представлен различными решениями в области организации единого виртуального рабочего пространства для компаний [TAdviser, 2020]. Среди них есть комплексные, составные решения, и те, которые можно условно назвать гибридными. Комплексные решения – это решения от одного производителя, предоставляющие весь спектр услуг, соответствующих задачам, поставленным в рамках исследования [Google Workspace, 2020; Microsoft 365, 2020]. Эти решения обеспечивают максимальную интеграцию сервисов между собой и обладают единой логикой администрирования. Составные решения – это набор сервисов

от разных производителей, связанных между собой единым рабочим пространством в виде виртуального рабочего стола или не связанных (такие решения не рассматриваются далее в данной работе) [Cloud4Y, 2020; ВиДиАй Сервис, 2020; Oncloud, 2020; Облачныйофис.рф, 2020]. Интерес также представляют гибридные решения – это платформа, объединяющая сервисы различных производителей и интегрирующая их между собой [Битрикс 24, 2020; ONLYOFFICE Workspace, 2020].

Результаты поиска облачных решений для информатизации бизнес-коммуникаций по укрупненным требованиям к функционалу приведены в табл. 1.

Поскольку при постановке задачи одним из основных требований является удобство пользователей, выражающееся в максимальной интеграции сервисов между собой, в качестве альтернатив для выбора оптимального решения представляется целесообразным выбрать четыре из общего количества: Битрикс 24, Google Workspace, Microsoft Office 365, OnlyOffice.

Таблица 1
Table 1

Результаты поиска решений
Search results for solutions

Продукт	Облачное (не зависит от инфраструктуры компании)	Единое (комплексное интегрированное) решение	Электронная почта
Битрикс 24	✓	✓	✓
Google Workspace	✓	✓	✓
Microsoft Office 365	✓	✓	✓
OnlyOffice	✓	✓	✓
Cloud4you	✓		✓
VDIService	✓		✓
OnCloud	✓		✓
ОблачныйОфис.рф	✓		✓
Битрикс 24	✓	✓	✓
Google Workspace	✓	✓	✓
Microsoft Office 365	✓	✓	✓
OnlyOffice	✓	✓	✓
Cloud4you	✓	✓	✓
VDIService	✓	✓	✓
OnCloud	✓	✓	✓
ОблачныйОфис.рф	✓	✓	✓

Выбор критериев, представление иерархической структуры проблемы

Основными, и наиболее важными с точки зрения организации дистанционной работы сотрудников компании, являются следующие критерии:

- сервис работы с документами и виртуальное хранилище файлов;
- электронная почта;
- система мгновенных сообщений, видеозвонки, видеоконференции;
- система планирования (календари);
- удобный интерфейс;
- легкость администрирования, техническая поддержка;
- мобильная версия.

Последние три критерия характеризуют удобство, простоту использования и универсальность облачного сервиса.

При построении иерархической структуры проблемы, используемой в методе критериального анализа Саати Т.Л., за ее уровни принимаются цель, критерии и альтернативы. Целью является оптимальное, с точки зрения выбранных критериев, решение – облачный сервис. Промежуточный уровень отведен критериям, связывающим цель и альтернативы. На рис. 1 представлена иерархическая структура проблемы.

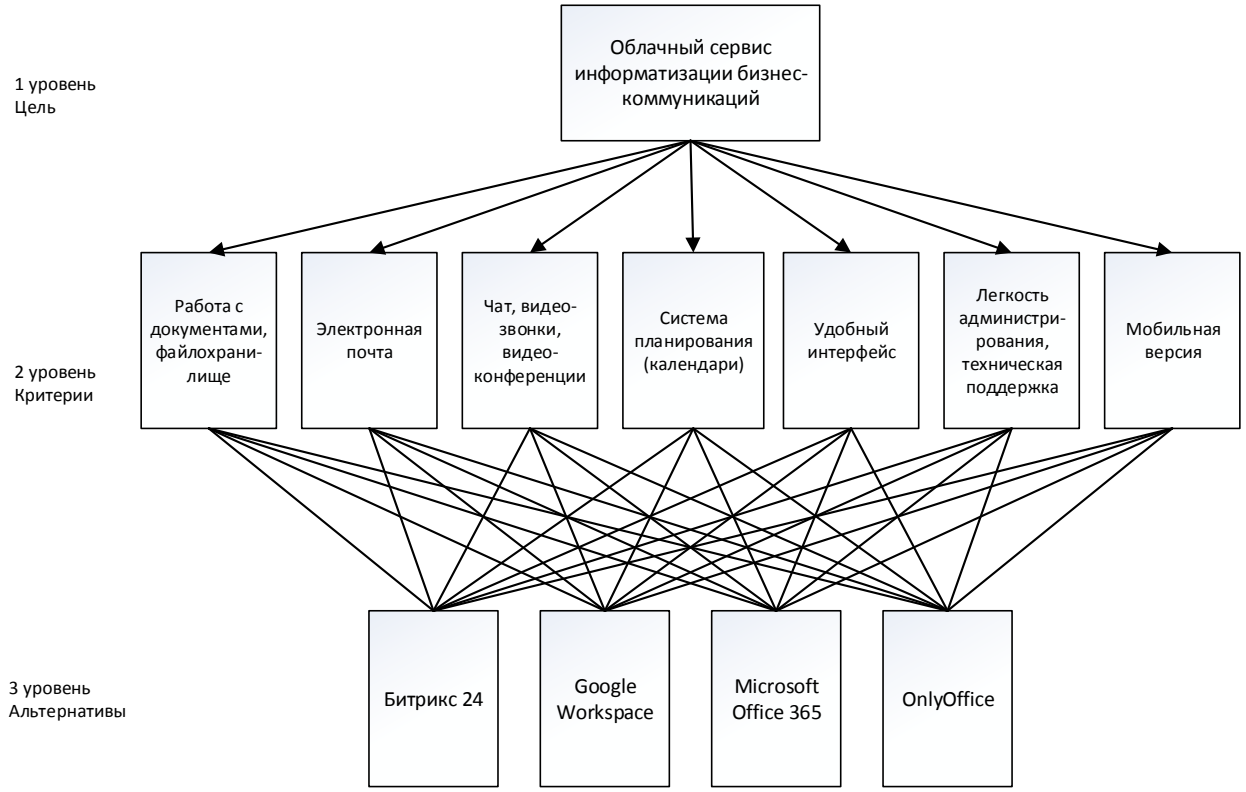

Рис. 1. Иерархическая структура проблемы
Fig. 1. Hierarchical structure of the problem

Определение приоритетов критериев, построение матриц парных сравнений

Метод анализа иерархий заключается в поэтапной приоритизации критериев и альтернатив по каждому из критериев, основываясь на шкале относительной важности или качественных сравнений. Шкала отражает интенсивность важности одного критерия по отношению к другому, а в случае парного сравнения альтернатив – уровень предпочтительности одной альтернативы относительно другой по выбранному критерию. В табл. 2 приведена шкала относительной важности и качественных сравнений [Харитонов и др., 2012].

Составление матриц парных сравнений выполняется с применением данной шкалы и с учетом правила записи обратно симметричной матрицы, имеющей свойство:

$$a_{ij} = {}^{1}/_{a_{ji}},$$

где первый индекс – номер строки, а второй – номер столбца.

При сравнении элементов матрицы с самими собой интенсивность будет равна 1.

Ниже, в таблицах 3–10 приведены матрица парных сравнений для критериев, а также матрицы парного сравнения альтернатив по выбранным критериям (сравнение альтернатив с точки зрения их предпочтительности по критерию).

Таблица 2
Table 2

Шкала относительной важности и качественных сравнений
Scale of relative importance and qualitative comparisons

Интенсивность	Определение для приоритизации критериев	Определение для качественных сравнений
1	Важность критериев одинакова (равна)	Качество двух альтернатив по определенному критерию одинаково (равно, одинаково предпочтительно)
3	Сравниваемый критерий немного (умеренно) важнее относительно другого	Качество сравниваемой альтернативы по определенному критерию немного лучше (предпочтительнее) относительно другой
5	Существенное или сильное превосходство сравниваемого критерия над другим	Качество сравниваемой альтернативы по определенному критерию существенно лучше (предпочтительнее) относительно другой
7	Значительное превосходство сравниваемого критерия относительно другого	Качество сравниваемой альтернативы по определенному критерию значительно лучше (предпочтительнее) относительно другой
9	Принципиальное превосходство сравниваемого критерия относительно другого	Качество сравниваемой альтернативы по определенному критерию принципиально лучше (предпочтительнее) относительно другой
2,4,6,8	Промежуточные значения применяются в тех случаях, когда невозможно определенно отнести оценку к одному из значений интенсивности	Промежуточные значения применяются в тех случаях, когда невозможно определенно отнести оценку к одному из значений интенсивности
Обратные величины	Обратная величина указывается в тех случаях, когда сравниваемый критерий по важности проигрывает другому	Обратная величина указывается в тех случаях, когда сравниваемая альтернатива по выбранному критерию проигрывает другой

Таблица 3
Table 3

Матрица парных сравнений критериев
Paired comparison matrix

	Док./ хран.	Эл. почта	Чат, видеозвонки	Календари	Интерфейс	Администри-рование	Моб. версия
Док./хран.	1	1/3	1	1	1/3	1	1/3
Эл. почта	3	1	3	3	1	1/3	1/7
Чат, видеозвонки	1	1/3	1	1	1/3	1	1/3
Календари	1	1/3	1	1	1/3	1	1/3
Интерфейс	3	1	3	3	1	1/3	1/5
Администри-рование	1	3	1	1	3	1	1/3
Моб. версия	3	7	3	3	5	3	1
СУММА	13	13	13	13	11	72/3	22/3

Таблица 4
Table 4

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Документы/хранилище»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the criterion "Documents / storage"

Документы/ хранилище	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	1/2	3	7
Google workspace	2	1	2	6
Microsoft Office 365	1/3	1/2	1	7
OnlyOffice	1/7	1/6	1/7	1
СУММА	31/2	21/6	61/7	21

Таблица 5
Table 5

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Электронная почта»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the criterion "Email"

Эл. почта	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	7	5	1
Google workspace	1/7	1	1/3	1/7
Microsoft Office 365	1/5	3	1	1/3
OnlyOffice	1	7	3	1
СУММА	21/3	18	91/3	21/2

Таблица 6
Table 6

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Чат и видеозвонки»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the criterion "Chat and video calls"

Чат и видеозвонки	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	1/2	1/5	3
Google workspace	2	1	1/3	5
Microsoft Office 365	5	3	1	7
OnlyOffice	1/3	1/5	1/7	1
СУММА	81/3	45/7	12/3	16

Таблица 7
Table 7

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Календари»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the "Calendars" criterion

Календари	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	1/3	1	2
Google workspace	3	1	2	5
Microsoft Office 365	1	1/2	1	2
OnlyOffice	1/2	1/5	1/2	1
СУММА	51/2	2	41/2	10

Таблица 8
Table 8

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Интерфейс»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the criterion "Interface"

Интерфейс	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	1	1/3	3
Google workspace	1	1	3	6
Microsoft Office 365	3	1/3	1	2
OnlyOffice	1/3	1/6	1/2	1
СУММА	51/3	21/2	45/6	12

Таблица 9
Table 9

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Администрирование»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the criterion "Administration"

Администрирование	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	3	6	1
Google workspace	1/3	1	5	3
Microsoft Office 365	1/6	1/5	1	1/5
OnlyOffice	1	1/3	5	1
СУММА	21/2	41/2	17	51/5

Таблица 10
Table 10

Матрица парных сравнений альтернатив по критерию «Мобильная версия»
Matrix of paired comparisons of alternatives by the criterion "Mobile version"

Моб. версия	Битрикс 24	Google workspace	Microsoft Office 365	OnlyOffice
Битрикс 24	1	3	3	7
Google workspace	1/3	1	1	1/3
Microsoft Office 365	1/3	1	1	2
OnlyOffice	1/7	3	1/2	1
СУММА	14/5	8	51/2	101/3

Расчет приоритетов

Следующим этапом необходимо по данным табл. 3 определить веса. Они будут являться приоритетами в векторе критериев. Расчет приоритетов осуществляется по формуле среднего геометрического:

$$\omega_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdots\cdots a_{in}}\ . \qquad (1)$$

Для матрицы критериев размерность n = 7, поэтому расчет будет следующим:

$$\omega_1 = \sqrt[7]{1 \cdot 0{,}33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}33 \cdot 1 \cdot 0{,}33} = 0{,}62,$$

$$\omega_2 = \sqrt[7]{3 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0{,}33 \cdot 0{,}14} = 1{,}04,$$

$$\omega_3 = \sqrt[7]{1 \cdot 0{,}33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}33 \cdot 1 \cdot 0{,}33} = 0{,}62,$$

$$\omega_4 = \sqrt[7]{1 \cdot 0{,}33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}33 \cdot 1 \cdot 0{,}33} = 0{,}62,$$

$$\omega_5 = \sqrt[7]{3 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0{,}33 \cdot 0{,}2} = 1{,}09,$$

$$\omega_6 = \sqrt[7]{1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0{,}33} = 1{,}17,$$

$$\omega_7 = \sqrt[7]{3 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 1} = 3{,}11.$$

Аналогично производятся расчеты для матриц парного сравнения альтернатив по выбранному критерию (табл. 4–10).

Нормализация результатов расчетов по формуле (1) выполняется с помощью множителя *r*:

$$r = \sum_{i=1}^{n} \omega_i.$$

Для построения вектора приоритетов необходимо каждый элемент полученного вектора разделить на нормирующий множитель *r*.

Для значений вектора q приоритетов критериев будет присваиваться индекс 2, соответствующий уровню иерархической структуры проблемы, к которому критерии относятся. Таким образом, вектор приобретет следующий вид:

$$q_2 = (q_{21}, q_{22}, q_{23} \ldots\ldots q_{2n}).$$

Результаты расчета вектора q представлены в табл. 11.

Таблица 11
Table 11

Результаты расчета вектора приоритетов для критериев
Results of calculating the priority vector for the criteria

Критерий	ω	q
Док./хран.	0,62	0,08
Эл. почта	1,04	0,13
Чат, видеозвонки	0,62	0,08
Календари	0,62	0,08
Интерфейс	1,09	0,13
Администрирование	1,17	0,14
Моб. версия	3,11	0,38
Нормирующий множитель *r*	**8,28**	

Аналогичные расчеты нормированных значений и вектора приоритетов выполняются для матриц парного сравнения альтернатив (см. табл. 4–10), а полученным векторам присваивается индекс 3 по номеру уровня в иерархической структуре.

Результаты расчетов сведены в единую таблицу и представлены ниже (табл. 12).

Таблица 12
Table 12

Результаты расчетов векторов приоритетов для альтернатив
по выбранным критериям
Results of calculating priority vectors for alternatives according to the selected criteria

	q_{31}	q_{32}	q_{33}	q_{34}	q_{35}	q_{36}	q_{37}
Битрикс 24	0,34	0,46	0,14	0,17	0,44	0,39	0,53
Google workspace	0,42	0,05	0,26	0,44	0,05	0,28	0,11
Microsoft Office 365	0,20	0,13	0,60	0,19	0,12	0,05	0,17
OnlyOffice	0,05	0,40	0,06	0,09	0,39	0,21	0,13

Согласованность приоритетов

Вероятность того, что любая матрица парных сравнений будет согласованной, крайне мала. Отчасти это происходит из-за искажений, которые возникают при субъективной оценке параметров (критериев или альтернатив) между собой [Чирухин, Прохоров 2020]. Для оценки применимости матрицы для анализа Саати добавил ограничения, в соответствии с которыми проверяется матрица – индекс согласованности, отношение согласованности и его пороговое значение – 0,10. Однако для оценки с высоким уровнем субъективности пороговое значение может быть до 0,2.

Для расчета индекса согласованности выполняется следующий порядок действий. Для матрицы парных сравнений вычисляются суммы столбцов S_j, которые в свою очередь умножаются на значения вектора приоритетов q. Полученные значения суммируются и результат используется при расчете индекса согласованности:

$$\text{ИС} = \frac{\lambda - n}{n - 1},$$

где λ – сумма произведений S_j и q.

Далее, для определения согласованности матрицы рассчитывается отношение согласованности ИС и СИ (случайный индекс). Значение ОС меньшее или равное 0,10 (а для субъективных оценок до 0,20) считается допустимым. СИ определяется по таблице значений в соответствии с размерностью матрицы, для которой производится расчет. Значения СИ приведены в табл. 13.

Таблица 13
Table 13

Значения СИ
Random index values

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значение СИ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Для матрицы 2-го уровня результаты расчетов параметров и отношения согласованности представлены в табл. 14.

Таблица 14
Table 14

Результаты расчета отношения согласованности для матрицы 2-го уровня
Results of calculating the consistency ratio for the 2nd level matrix

	Суммы по столбцам S_j	Вектор приоритетов q	$p=S_j*q$
Док./хран.	13,00	0,08	0,98
Эл. почта	13,00	0,13	1,63
Чат, видеозвонки	13,00	0,08	0,98
Календари	13,00	0,08	0,98
Интерфейс	11,00	0,13	1,44
Администрирование	7,67	0,14	1,08
Моб. версия	2,68	0,38	1,01
$\lambda=\sum p_j$	8,10		
ИС	0,18		
ОС	0,14 < 0,2		

Матрицу парных сравнений критериев можно считать согласованной с учетом высокого уровня субъективности оценки. Аналогичные процедуры производятся с матрицами 3-го уровня. Полученные результаты вычисления ОС приведены в табл. 15.

Таблица 15
Table 15

Результаты вычисления ОС для матриц сравнения альтернатив по критериям
Results of calculating OS for matrices of comparison of alternatives by criteria

Критерий	ОС
Документы/хранилище	0,09
Эл. почта	0,02
Критерий	ОС
Чат и видеозвонки	0,03
Календари	0,01
Интерфейс	0,20
Администрирование	0,21
Моб. версия	0,13

На основании результатов расчетов ОС для каждой матрицы принято решение о допустимости дальнейшего использования их в анализе.

Синтез альтернатив – определение вектора приоритетов с точки зрения достижения целей

Для определения вектора приоритетов альтернатив с точки зрения цели (выбора оптимального облачного решения) необходимо составить единую матрицу весов альтернатив по каждому критерию (составляется из полученных весовых столбцов) и выполнить операцию ее умножения на вектор приоритетов критериев. Таким образом, мы получаем следующее выражение, представленное на рис. 2.

Вектор приоритетов критериев

Матрица приоритетов альтернатив по критериям

0,34	0,44	0,13	0,19	0,21	0,41	0,57
0,42	0,05	0,24	0,50	0,44	0,30	0,12
0,20	0,12	0,57	0,21	0,26	0,06	0,18
0,05	0,39	0,06	0,10	0,09	0,23	0,14

*

0,08
0,13
0,08
0,08
0,13
0,14
0,38

=

Целевой вектор приоритетов решений

0,40
0,24
0,20
0,16

Рис. 2. Вычисление целевого вектора приоритетов решений
Fig. 2. Calculation of the target vector of decision priorities

По итогам вычислений на основе всех матриц парных сравнений критериев и альтернатив сформирован вектор приоритетов решений с точки зрения целевой задачи – определить оптимальное облачное решение для автоматизации бизнес-коммуникаций и организации работы сотрудников компании в дистанционном формате. Результаты расчета вектора приоритетов для сравниваемых альтернатив представлены на рис. 3. Из рис. 3 видно, что наиболее предпочтительным решением будет Битрикс 24, для MS Office и Google оценка приблизительно одинакова, и наименее предпочтителен OnlyOffice.

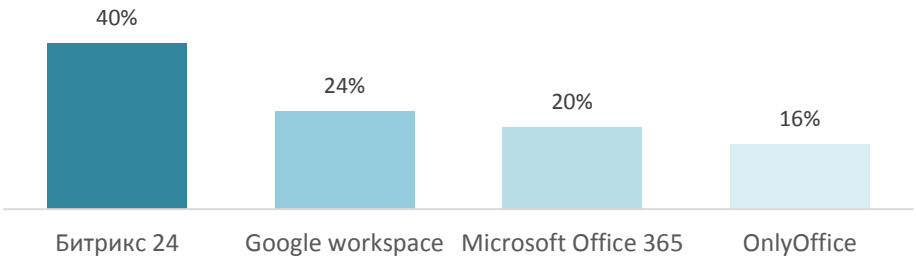

Рис. 3. Предпочтительность облачных решений
Fig. 3. Preference for cloud solutions

Заключение

В данной работе сформулированы основные требования к функционалу и особенностям программных решений для организации дистанционной работы сотрудников компании малого и среднего размера. Рассмотрены алгоритм и методика расчета методом анализа иерархий и сделан обоснованный выбор облачного сервиса Битрикс 24 для автоматизации бизнес-коммуникаций и организации виртуального рабочего пространства компании. Данный облачный сервис рекомендуется ЛПР для использования при организации работы виртуальных офисов в компаниях малого и среднего размера.

Стоит отметить, что перечень функций, востребованных при организации дистанционной работы сотрудников компании, не ограничивается рассмотренными в данном исследовании, поскольку в постановку задачи были включены только первоочередные функции, касающиеся автоматизации и обеспечения коммуникаций. В зависимости от направления деятельности каждого отдельного бизнеса могут быть необходимы также CRM-системы для ведения информации о клиентах, партнерах компании, системы бухгалтерского учета, специализированные производственные системы учета и т. д. Функционал таких систем редко включается в состав комплексных облачных решений, однако сами по себе они представлены на рынке в качестве облачных сервисов, что позволяет максимально эффективно осуществлять деятельность компании в дистанционном формате в тех случаях, когда она не касается непосредственного физического взаимодействия с потребителями и выпускаемой продукцией. Соответственно, выбор конкретного

специализированного решения для автоматизации также можно осуществить с помощью рассмотренного в данном исследовании метода анализа иерархий.

Таким образом, метод анализа иерархий применим при выработке решения об использовании различных сервисов для организации дистанционной работы сотрудников компании и обоснованном выборе одного из них.

Список литературы

1. ВиДиАй Сервис. [Электронный ресурс]. VDI Service: информационный ресурс. URL: https://www.vdi-service.ru/ (дата обращения 08.12.2020).

2. Гапотченко Д. Пейзаж в середине битвы. Как пандемия повлияла на ИТ-рынок [Электронный ресурс]. CNews: информ.-справочный портал. URL: https://www.cnews.ru/articles/ 2020-06-26_pejzazh_v_seredine_bitvykak_pandemiya (дата обращения 07.12.2020).

3. ИТ-продукты и онлайн-сервисы для удаленной работы. Статья [Электронный ресурс]. TAdviser: информационно-новостной ресурс. URL: https://clck.ru/SWoxj (дата обращения 08.12.2020).

4. Кайнер М. Сервисы Google в основе работы с корпоративным контентом в средней компании [Электронный ресурс]. ECM-Journal: электронный журнал. URL: https://ecm-journal.ru/docs/Servisy-Google-v-osnove-raboty-s-korporativnym-kontentom-v-srednejj-kompanii.aspx (дата обращения 07.12.2020).

5. Колодко Д.В. 2020. Иерархический метод рандомизированных сводных показателей и его применение для сравнения инвестиционной привлекательности проектов. Теоретическая и прикладная экономика. 1: 111–131. DOI: 10.25136/2409-8647.2020.1.32328 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32328

6. Коньякова А. В., Тимофеев В. И., Щеглов Д. К. 2020. Организационно-техническое обеспечение дистанционной работы сотрудников в условиях диверсификации промышленного производства. Управленческое консультирование. 10 (142): 91–108.

7. Наумов В.Н., Жиряева Е.В., Падерно П.И. 2020. Анализ данных и машинное обучение. Методы и инструментальные средства. Учебное пособие. РАНХиГС. Санкт-Петербург. 260 с.

8. Облачныйофис.рф. Рабочее место в облаке [Электронный ресурс]. Облачныйофис.рф: информационный ресурс. URL: https://xn--80abwdindf2a2a3a3c.xn--p1ai/ (дата обращения 08.12.2020).

9. Пименов В.И., Воронов М.В., Пименов И.В. 2019. Когнитивная визуализация классифицирующих правил, извлеченных из данных, на основе модели бинарной решающей матрицы. Информационно-управляющие системы, (6): 2–11. https://doi.org/10.31799/1684-8853-2019-6-2-11.

10. Саати Т.Л. 1993. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь.

11. Саати Т., Кернс К. 1991. Аналитическое планирование. Организация систем. Пер. с англ. М.: Радио и связь.

12. Справочник по экономике [Электронный ресурс]. Энциклопедия по экономике: информационно-справочный ресурс. URL: https://clck.ru/SWrSA (дата обращения 08.12.2020).

13. Статья 4 ФЗ от 24 июля 2007 г. N 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Гарант.ру: информационно-правовой портал. URL: http://www.garant.ru/news/639759/ (дата обращения 07.12.2020)

14. Степаненко Н.В., Алексеева Т.В., Губина Л.В. 2018. Применение метода анализа иерархий в выборе способа автоматизации компании. Журнал «Прикладная информатика». 6 (78).

15. Тронина И.А., Зыбина Д.Г. 2017. Виртуальный офис в контексте экологизации информационных технологий. В сборнике: Формирование устойчивого развития экономики на принципах экологического менеджмента. Материалы XIII международной научно-практической конференции. С. 196–201.

16. Харитонов С.В., Улитина Е.В., Дик В.В. 2012. Применение метода анализа иерархий при согласовании результатов оценки. Прикладная Информатика. 6 (42): 108–113.

17. Чирухин М., Прохоров В. О практике применения метода анализа иерархий в логистике [Электронный ресурс]. Customs Expert.ru: информационный портал. URL: https://customsexpert.ru/articles/o-praktike-primeneniya-met.htm (дата обращения 08.12.2020).

18. Bitrix 24. Сайт программного продукта [Электронный ресурс]. Битрикс 24: информационный ресурс. URL: https://www.bitrix24.ru/features/company.php (дата обращения 08.12.2020).

19. Cloud4Y. [Электронный ресурс]. Cloud4Y: информационный ресурс. URL: https://www.cloud4y.ru/ (дата обращения 08.12.2020).

20.Google Workspace. Удобные инструменты для решения любых рабочих задач собраны в едином интерфейсе [Электронный ресурс]. Google Workspace: информационный ресурс. URL: https://workspace.google.ru/ (дата обращения 08.12.2020).

21.Microsoft 365. Облачное решение для эффективной работы в офисе и личной жизни [Электронный ресурс]. Microsoft 365: информационный ресурс. URL: https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365 (дата обращения 08.12.2020).

22.Oncloud [Электронный ресурс]. Oncloud.ru: информационный ресурс. URL: https://oncloud.ru/services/vdi/ (дата обращения 08.12.2020).

23.ONLYOFFICE Workspace. [Электронный ресурс]. ONLYOFFICE: информационный ресурс. URL: https://www.onlyoffice.com/ru/workspace.aspx (дата обращения 08.12.2020).

24.Amato F., Marrone S., Moscato V., Piantadosi G., Picariello A., & Sansone C. 2017. Chatbots meet ehealth: Automatizing healthcare. CEUR Workshop Proceedings, 1982, 40–49.

25.Astanti R.D., Mbolla S.E., & Ai T.J. 2020. Raw material supplier selection in a glove manufacturing: Application of AHP and fuzzy AHP. Decision Science Letters, 9 (3): 291–312. https://doi.org/10.5267/j.dsl.2020.5.005

26.Cotrino A.; Sebastián M.A.; González-Gaya C. Industry 4.0 Roadmap: Implementation for Small and Medium-Sized Enterprises. Appl. Sci. 2020, 10, 8566. https://doi.org/10.3390/app10238566

27.Cvetanovic S., Nedic V., & Eric M. 2014. Information technology as a determinant of smes collaboration and innovativeness. International Journal for Quality Research, 8 (4), 465–480.

28.Moscoso-Zea O., Saa P., Paredes-Gualtor J., & Sandoval F. 2018. Moving the IT Infrastructure to the Cloud. Enfoque UTE, 9(1), pp. 79–89. https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n1.219

29.Smutny P., & Schreiberova P. 2020. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. Computers and Education, 151(June 2019), 103862. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103862

References

1. ViDiAi Service. [Electronic resource]. VDI Service: information resource. URL: https://www.vdi-service.ru/.

2. Gapotchenko D. Landscape in the middle of the battle. How the pandemic affected the IT market [Electronic resource]. CNews: information and reference portal. URL: https://www.cnews.ru/articles/2020-06-26_pejzazh_v_seredine_bitvykak_pandemiya (date of treatment 12/07/2020).

3. IT products and online services for remote work. Article [Electronic resource]. TAdviser: information and news resource. URL: https://clck.ru/SWoxj (date of treatment 12/08/2020).

4. Kayner M. Google services as a basis for working with corporate content in a medium-sized company [Electronic resource]. ECM-Journal: electronic journal. URL: https://ecm-journal.ru/docs/Servisy-Google-v-osnove-raboty-s-korporativnym-kontentom-v-srednejj-kompanii.aspx (date of access 07.12.2020).

5. Kolodko D.V. Hierarchical method of randomized summary indicators and its application for comparing the investment attractiveness of projects. Theoretical and Applied Economics. 2020. 1: 111–131. DOI: 10.25136 / 2409-8647.2020.1.32328 URL: https://nbpublish.com/library_read_ article.php?id=32328

6. Konyakova A.V., Timofeev V.I., Shcheglov D.K. 2020. Organizational and technical support for remote work of employees in the context of diversification of industrial production. Management consulting. 10(142): 91–108.

7. Naumov V.N., Zhiryaeva E.V., Paderno P.I. 2020. Data analysis and machine learning. Methods and tools. Tutorial. RANEPA. St. Petersburg, 260 p.

8. Cloud office.rf. Workplace in the cloud [Electronic resource]. Cloudy-fis.rf: information resource. URL: https: //xn--80abwdindf2a2a3a3c.xn--p1ai/ (date of treatment 12/08/2020).

9. Pimenov, V.I., Voronov, M.V., Pimenov, I.V. 2019. Cognitive visualization of classification rules extracted from data based on a binary decision matrix model. Information management systems, 6: 2–11. https://doi.org/10.31799/1684-8853-2019-6-2-11

10. Saati T.L. 1993. Decision making. Hierarchy analysis method. M .: Radio and communication,

11. Saaty T., Kerns K. 1991. Analytical planning. Organization of systems. Per. from English. M.: Radio and communication.

12. Reference book on economics [Electronic resource]. Encyclopedia on Economics: information and reference resource. URL: https://clck.ru/SWrSA (date of treatment 12/08/2020).

13. Article 4 of the Federal Law of July 24, 2007 N 209-FZ "On the development of small and medium-sized businesses in the Russian Federation" [Electronic resource]. Garant.ru: information and legal portal. URL: http://www.garant.ru/news/639759/ (date of appeal 07.12.2020)

14. Stepanenko N.V., Alekseeva T.V., Gubina L.V. 2018. Application of the method of analysis of hierarchies in choosing a method of automating a company. Journal "Applied Informatics". 6(78).

15. Tronina I.A., Zybina D.G. 2017. Virtual office in the context of the greening of information technologies. In the collection: Formation of sustainable development of the economy on the principles of environmental management. Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference. S. 196–201.

16. Kharitonov S.V., Ulitina E.V., Dick V.V. 2012. Application of the method of analysis of hierarchies in the coordination of assessment results. Applied Informatics. 6 (42): 108–113.

17. Chirukhin M., Prokhorov V. On the practice of applying the method of analysis of hierarchies in logistics [Electronic resource]. Customs Expert.ru: information portal. URL: https://customsexpert.ru/articles/o-praktike-primeneniya-met.htm (date of access 12/08/2020).

18. Bitrix 24. Site of the software product [Electronic resource] // Bitrix 24: information resource. URL: https://www.bitrix24.ru/features/company.php (date of access 12/08/2020).

19. Cloud4Y. [Electronic resource]. Cloud4Y: information resource. URL: https://www.cloud4y.ru/ (date of treatment 12/08/2020).

20. Google Workspace. Convenient tools for solving any work tasks are collected in a single interface [Electronic resource]. Google Workspace: information resource. URL: https://workspace.google.ru/ (date of treatment 12/08/2020).

21. Microsoft 365. Cloud solution for efficient office work and personal life [Electronic resource]. Microsoft 365: information resource. URL: https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365 (date of treatment 12/08/2020).

22. Oncloud. [Electronic resource]. Oncloud.ru: information resource. URL: https://oncloud.ru/services/vdi/ (date of treatment 12/08/2020).

23. ONLYOFFICE Workspace. [Electronic resource]. ONLYOFFICE: information resource. URL: https://www.onlyoffice.com/ru/workspace.aspx (date of treatment 12/08/2020).

24. Amato F., Marrone S., Moscato V., Piantadosi G., Picariello A., & Sansone C. 2017. Chatbots meet ehealth: Automatizing healthcare. CEUR Workshop Proceedings, 1982, 40–49.

25. Astanti, R. D., Mbolla, S. E., & Ai, T. J. 2020. Raw material supplier selection in a glove manufacturing: Application of AHP and fuzzy AHP. Decision Science Letters, 9(3), 291–312. https://doi.org/10.5267/j.dsl.2020.5.005

26. Cotrino, A.; Sebastián, M.A.; González-Gaya, C. Industry 4.0 Roadmap: Implementation for Small and Medium-Sized Enterprises. Appl. Sci. 2020, 10, 8566. https://doi.org/10.3390/app10238566

27. Cvetanovic, S., Nedic, V., & Eric, M. 2014. Information technology as a determinant of smes collaboration and innovativeness. International Journal for Quality Research, 8(4), 465–480.

28. Moscoso-Zea, O., Saa, P., Paredes-Gualtor, J., & Sandoval, F. 2018. Moving the IT Infrastructure to the Cloud. Enfoque UTE, 9(1), pp. 79 - 89. https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n1.219

29. Smutny, P., & Schreiberova, P. 2020. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. Computers and Education, 151 (June 2019), 103862. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103862

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чикалова Екатерина Владиславовна, магистрант кафедры информационных систем и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия

Суханов Михаил Борисович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государствен-ного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina V. Chikalova, Master's student of the Department of Applied Informatics and Information Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Mikhail B. Sukhanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES

УДК 621.397
DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-610-620

Об устойчивости субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе субполосных матриц косинус-преобразования

Черноморец А.А., Болгова Е.В., Урсол Д.В., Голощапова В.А.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: chernomorets@bsu.edu.ru, bolgova_e@bsu.edu.ru, ursol@bsu.edu.ru, vgoloschapova@bsu.edu.ru

Аннотация. В статье рассмотрен один из подходов решения актуальной задачи защиты авторских прав на изображения, хранящиеся в современных информационно-телекоммуникационных сетях, на основе скрытного внедрения идентифицирующей автора информации непосредственно в защищаемые файлы. Приведены основные положения метода субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе относительного изменения проекций изображения-контейнера на собственные векторы субполосных матриц косинус-преобразования. На основе вычислительных экспериментов исследована устойчивость к внешнему разрушающему воздействию в виде аддитивного случайного шума данных, внедренных на основе данного метода. Результаты вычислительных экспериментов показали, что метод субполосного скрытного внедрения имеет преимущество по сравнению с рассмотренными известными методами скрытного внедрения с позиций устойчивости восстановления внедренных данных к воздействию аддитивного случайного шума.

Ключевые слова: скрытное внедрение, косинус-преобразование, субполосные матрицы, проекции изображения-контейнера, собственные векторы, аддитивный шум.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00657.

Для цитирования: Черноморец А.А., Болгова Е.В., Урсол Д.В., Голощапова В.А. 2021. Об устойчивости субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе субполосных матриц косинус-преобразования. Экономика. Информатика, 48 (3): 610–620. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-610-620.

On the stability of subband hidden embedding data into images based on cosine transform subband matrices

Andrey A. Chernomorets, Evgeniya V. Bolgova, Denis V. Ursol, Vera A. Goloschapova
Belgorod National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: chernomorets@bsu.edu.ru, bolgova_e@bsu.edu.ru, ursol@bsu.edu.ru, vgoloschapova@bsu.edu.ru

Abstract. We considered one of the approaches to solving the urgent problem of copyright protection for images stored in modern information and telecommunications networks, based on the hidden embedding of the author identifying information directly into the protected files in this article. The main provisions of the method of sub-band hidden data embedding in images based on the relative change of the container image projections on the cosine transform sub-band matrices eigenvectors were presented. On the basis of computational experiments, the resistance to external destructive effects in the form of additive random noise

of data embedded on the basis of this method was investigated. When conducting the computational experiments, we used three images containing a different number of large and small objects. The embedded data was presented in bit form. Additive random noise was generated using a Matlab function. The results of computational experiments have shown that the method of sub-band hidden embedding has an advantage over the considered known methods of hidden embedding from the standpoint of the embedded data recovery stability to the effects of additive random noise.

Keywords: hidden embedding, cosine transform, subband matrices, container image projections, eigenvectors, additive random noise.

Acknowledgements: the reported study was partially supported by RFBR, research project No. 19-07-00657.

For citation: Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Ursol D.V., Goloschapova V.A. 2021. On the stability of subband hidden embedding data into images based on cosine transform subband matrices. Economics. Information technologies, 48 (3): 610–620 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-3-610-620.

Введение

В информационно-телекоммуникационных сетях в настоящее время хранится и передается значительный объем информации в виде изображений, многие из которых являются авторскими работами. В связи с этим актуальной является разработка методов защиты авторских прав данных изображений. Одним из направлений решения данной проблемы является разработка методов стеганографического (скрытного) внедрения [Zhao, Koch, 1995; Smith, Comisky, 1996; Конахович, Пузыренко, 2006; Аграновский, 2009; Грибунин, Оков, Туринцев, 2016] идентифицирующей автора и пользователей информации непосредственно в защищаемые файлы изображений, которые позволяют размещать в файлах необходимую информацию, не нарушая их визуальное качество.

В процессе распространения файлов, содержащих скрытно внедренные данные, важной является возможность извлечения (восстановления) внедренных данных в условиях внешних воздействий, разрушающих эти данные. Во многих случаях таким воздействием является случайный шум, накладываемый на изображение-контейнер. Ряд известных методов скрытного внедрения данных, например, метод замены наименее значащих бит [Конахович, Пузыренко, 2006; Аграновский, 2009; Грибунин, Оков, Туринцев, 2016;], является не устойчивым к внешним воздействиям, что несколько сокращает их область применения. Под устойчивостью скрытного внедрения обычно понимают возможность восстановления внедренных данных без искажений при наличии некоторого внешнего разрушающего воздействия на изображение-контейнер. Достаточно широко распространенные методы, основанные на изменении коэффициентов различных ортогональных преобразований, например, метод Коха-Жао, а также методы расширения спектра [Zhao, Koch, 1995; Smith, Comisky, 1996; Конахович, Пузыренко, 2006; Аграновский, 2009; Грибунин, Оков, Туринцев, 2016], являются более устойчивыми к воздействию аддитивного случайного шума, однако, ввиду их универсальности они не в полной мере учитывают различные свойства изображений, что несколько снижает эффективность их применения.

Авторами был предложен метод субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе относительного изменения проекций изображения-контейнера на собственные векторы субполосных матриц косинус-преобразования, позволяющий с высоким уровнем скрытности осуществлять внедрение данных, достаточно устойчивое к аддитивному случайному шуму [Жиляков и др., 2014; Жиляков и др., 2015; Болгова, Черноморец, 2018; Черноморец и др., 2020].

Основные положения метода субполосного скрытного внедрения данных в изображения

Рассмотрим основные положения разработанного метода субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе относительного изменения проекций изображения-контейнера на собственные векторы субполосных матриц косинус-преобразования. Изображение-контейнер Ф, размерности $N_1 \times N_2$ пикселей, в которое осуществляется скрытное внедрение, представим в виде вещественной матрицы значений пикселей $\Phi = (f_{ik})$, $i = 1,2,...,N_1$, $k = 1,2,...,N_2$. Внедряемые данные представляются в битовой форме.

В результате анализа субполосных (частотных) свойств изображения-контейнера при разбиении области определения косинус-преобразования на $R_1 \times R_2$ подобластей пространственных частот (ППЧ) для скрытного внедрения выбирается некоторая подобласть $V_{r_1 r_2}$ следующего вида:

$$V_{r_1 r_2} = \{(u,v) \mid u_{r_1,1} \le u < u_{r_1,2}, \quad v_{r_2,1} \le v < v_{r_2,2}\}, \tag{1}$$

$$u_{r_1,1} = (r_1 - 1)\frac{\pi}{R_1}, \quad u_{r_1,2} = r_1 \frac{\pi}{R_1}, \quad v_{r_2,1} = (r_2 - 1)\frac{\pi}{R_2}, \quad v_{r_2,2} = r_2 \frac{\pi}{R_2}, \tag{2}$$

где u, v – нормированные пространственные частоты (ПЧ),

$$0 \le u, v < \pi,$$

в которой вычисляются проекции $\gamma_{ik}^{r_1 r_2}$, $i = 1,2,...,N_1$, $k = 1,2,...,N_2$, изображения-контейнера Ф на собственные векторы $\vec{q}_i^{\,r_1}$, $i = 1,2,...,N_1$, и $\vec{u}_k^{\,r_2}$, $k = 1,2,...,N_2$, субполосных матриц G_{r_1} и H_{r_2} косинус-преобразования [Болгова, Черноморец, 2018; Черноморец, Болгова, Черноморец, 2019; Черноморец и др., 2019]:

$$\gamma_{ik}^{r_1 r_2} = (\vec{q}_i^{\,r_1})^T \Phi \vec{u}_k^{\,r_2}. \tag{3}$$

На рисунке 1 схематично представлена подобласть пространственных частот $V_{r_1 r_2}$.

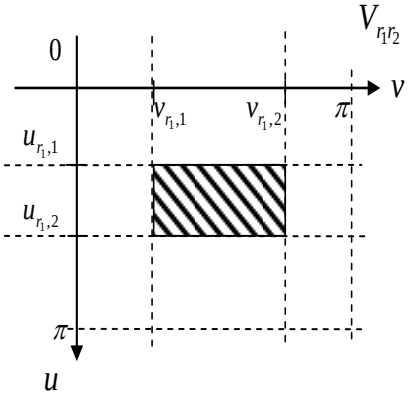

Рис. 1. Схематичное представление подобласти пространственных частот
Fig. 1. The schematic representation of the spatial frequency subdomain

Элементы субполосных матриц косинус-преобразования $G_{r_1} = (g_{i_1 k_1}^{r_1})$, $i_1, k_1 = 1,2,...,N_1$, и $H_{r_2} = (h_{i_2 k_2}^{r_2})$, $i_2, k_2 = 1,2,...,N_2$, соответствующих подобласти пространственных частот $V_{r_1 r_2}$, вычисляются на основании следующих соотношений [Zhilyakov at al., 2018; Болгова, Черноморец, 2018; Черноморец, Болгова, Черноморец, 2019]:

– элементы $g_{i_1 k_1}^{r_1}$, $i_1, k_1 = 1,2,...,N_1$, субполосной матрицы G_{r_1} вычисляются следующим образом:

$$g_{i_1 k_1}^{r_1} = a_{i_1 k_1}^{r_1} + \tilde{g}_{i_1 k_1}^{r_1}, \tag{4}$$

где

$$a_{i_1k_1}^{r_1} = \begin{cases} \dfrac{\sin(u_{r_1,2}(i_1-k_1)) - \sin(u_{r_1,1}(i_1-k_1))}{\pi(i_1-k_1)}, i_1 \neq k_1, \\ \dfrac{u_{r_1,2}-u_{r_1,1}}{\pi}, i_1 = k_1, \end{cases} \quad (5)$$

$$\tilde{g}_{i_1k_1}^{r_1} = \frac{\sin(u_{r_1,2}(i_1+k_1-1)) - \sin(u_{r_1,1}(i_1+k_1-1))}{\pi(i_1+k_1-1)};$$

– элементы $h_{i_2k_2}^{r_2}$, $i_2, k_2 = 1,2,...,N_2$, субполосной матрицы H_{r_2} вычисляются на основании соотношений (4) и (5) при подстановке соответствующих значений частот $v_{r_2,1}$, $v_{r_2,2}$.

Выбор пар проекций вида (3), используемых для скрытного внедрения, осуществляется в результате разбиения множества всех проекций в заданном ППЧ на подмножества, исходя из условия, что нормированная сумма квадратов проекций в выбранных подмножествах не превосходит значение $1-T_\delta$, где T_δ – интерактивно задаваемое пороговое значение значимости подмножеств проекций [Болгова, Черноморец, 2018; Черноморец, Болгова, 2020]. Для внедрения значения «0» заданная пара исходных проекций $\gamma_{ik}^{r_1r_2}$ и $\gamma_{i,k+1}^{r_1r_2}$ вида (3) изменяется так, чтобы выполнялось условие:

$$\left|\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1r_2}\right| \geq \left|\tilde{\gamma}_{i,k+1}^{r_1r_2}\right| + T_\gamma,$$

для внедрения значения «1» заданная пара исходных проекций изменяется так, что выполнялось следующее условие:

$$\left|\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1r_2}\right| \leq \left|\tilde{\gamma}_{i,k+1}^{r_1r_2}\right| - T_\gamma,$$

где $\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1r_2}$ и $\tilde{\gamma}_{i,k+1}^{r_1r_2}$ – модифицированные в процессе внедрения значения проекций,

T_γ – пороговое значение относительного отличия модифицированных проекций в заданном подмножестве проекций:

$$T_\gamma = t_\gamma \gamma_{cp},$$

t_γ – параметр внедрения, адаптивно выбираемый для определения степени скрытности и устойчивости результатов внедрения,

$$t_\gamma \geq 0,$$

γ_{cp} – среднее значение проекций, входящих в заданное подмножество проекций.

Непосредственно модификация изображения-контейнера при внедрении одного бита данных на основании изменения заданной пары проекций $\gamma_{ik}^{r_1r_2}$ и $\gamma_{i,k+1}^{r_1r_2}$ осуществляется следующим образом:

$$\tilde{\Phi} = \Phi + (T_\Phi \tilde{\gamma}_{ik}^{r_1r_2} - \gamma_{ik}^{r_1r_2})\vec{q}_i^{r_1}(\vec{u}_k^{r_2})^T + (T_\Phi \tilde{\gamma}_{i,k+1}^{r_1r_2} - \gamma_{i,k+1}^{r_1r_2})\vec{q}_i^{r_1}(\vec{u}_{k+1}^{r_2})^T,$$

где T_Φ – параметр, задаваемый для повышения скрытности внедрения данных, извлечение соответствующего бита данных $\tilde{b}_m$ выполняется следующим образом:

$$\tilde{b}_m = \begin{cases} 0, \ \left|\tilde{\gamma}_{ik}^{r_1r_2}\right| \geq \left|\tilde{\gamma}_{i,k+1}^{r_1r_2}\right|, \\ 1, \textit{ в противном случае}. \end{cases}$$

Данный метод в результате учета субполосных свойств изображения-контейнера позволяет внедрить данные с высокой степенью скрытности и достаточной устойчивостью к аддитивному случайному шуму.

Вычислительные эксперименты

Целью проведения вычислительных экспериментов является оценивание устойчивости разработанного метода субполосного скрытного внедрения к внешнему воздействию в виде аддитивного случайного шума по сравнению с известными методами скрытного внедрения Коха-Жао и расширения спектра.

Аддитивный шум η_{ik}, $i = 1,2,...,N_1$, $k = 1,2,...,N_2$, с заданным отношением μ шум-сигнал генерировался на основе псевдослучайной последовательности ζ_{ik}, $i = 1,2,...,N_1$, $k = 1,2,...,N_2$, созданной с помощью функции rand в среде Matlab:

$$\eta_{ik} = \mu \frac{\|\Phi\|}{\|Z\|} \zeta_{ik},$$

где

$$\|\Phi\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} f_{ik}^2}, \quad \|Z\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} \zeta_{ik}^2},$$

$$\mu = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} \eta_{ik}^2} / \|\Phi\|.$$

В качестве изображений-контейнеров И1, И2 и И3 были использованы изображения (рисунок 2а, 2б, 2в), размерности 512×512 пикселей, находящиеся в открытом доступе в сети интернет (изображения заданы в оттенках серого). Данные изображения содержат различное количество крупных и мелких деталей. Для создания внедряемых данных в битовой форме были использованы значения пикселей фрагментов изображения, приведенного на рисунке 2г. Величина искажений изображения-контейнера с внедренными данными при отсутствии искажающих воздействий оценивалась на основе следующего соотношения:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} (\tilde{f}_{ik} - f_{ik})^2 / \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} f_{ik}^2},$$

где $\tilde{f}_{ik}$, $i = 1,2,...,N_1$, $k = 1,2,...,N_2$, – значения пикселей модифицированного изображения-контейнера.

Вероятность $P_{извл}$ правильного извлечения внедренных данных в условиях наличия искажающих воздействий оценивалась на основе следующего соотношения:

$$P_{извл} = N_{прав} / (N_{бит} N_{эксп}),$$

где $N_{прав}$ – количество правильно определенных извлеченных бит внедренных данных при осуществлении заданного количества $N_{эксп}$ вычислительных экспериментов, $N_{бит}$ – количество бит данных, скрытно внедряемых в отдельном вычислительном эксперименте.

В ходе вычислительных экспериментов осуществлялось внедрение 4096 бит данных, так как в изображения заданной размерности метод Коха-Жао позволяет внедрить не более указанного количества бит.

При внедрении данных на основании метода субполосного скрытного внедрения было использовано разбиение области определения косинус-преобразования на 16×16 подобластей ПЧ. При проведении вычислительных экспериментов в методе Коха-Жао применены рекомендуемые в литературных источниках [Koch, Zhao, 1995; Конахович, Пузыренко, 2006] значения порога P относительного изменения коэффициентов ДКП: P ={0,5; 25}. В методе расширения спектра [Smith, Comisky, 1996; Конахович, Пузыренко, 2006] базисные функции построены на основании соответствующих блоков пикселей, содержащих 4×4 и 8×8 элементов (B_S ={4; 8}). Следует

отметить, что выбор параметров внедрения, используемых в анализируемых методах, не снижает общности полученных результатов.

Предварительно перед наложением шума на изображения-контейнеры в них были внедрены данные. В таблице 1 приведены значения искажений изображений-контейнеров И1, И2 и И3 при внедрении 4096 бит данных при отсутствии воздействия аддитивного шума на основании анализируемых методов.

а

б

в

г

Рис. 2. Исходные данные:
а – изображение-контейнер И1, б – изображение-контейнер И2,
в – изображение-контейнер И3, г – внедряемые данные
Fig. 2. Source data: a – image-container I1, b – image-container I2,
c – image-container I3, d – embedded data

Следует отметить, что при проведении вычислительных экспериментов, результаты которых приведены в таблице 1, для метода субполосного внедрения параметры внедрения выбраны таким образом (таблица 2), чтобы искажения изображений-контейнеров не превосходили искажения изображений-контейнеров, получаемых в результате применения методов Коха-Жао и расширения спектра.

При внедрении данных при отсутствии искажающих воздействий (таблица 1) на основе метода субполосного скрытного внедрения были применены параметры, приведенные в таблице 2.

В ходе вычислительных экспериментов наложение шума осуществлялось на изображения-контейнеры, величины искажений которых в результате внедрения 4096 бит данных в условиях отсутствия аддитивного шума приведены в таблице 1.

В таблице 3 приведены вероятности правильного извлечения данных объемом 4096 бит, внедренных (таблица 1) в изображение-контейнер И1 с последующим наложением аддитивного шума с различным отношением шум-сигнал μ.

Таблица 1
Table 1

Искажения изображений-контейнеров И1, И2 и И3 при внедрении 4096 бит данных при отсутствии воздействия аддитивного шума
Distortions of container images I1, I2 and I3 when embedding the 4096 bits in the absence of additive noise

Метод \ Изображение-контейнер	И1	И2	И3
Метод субполосного внедрения, индексы ППЧ			
(16,16)	0,036	0,046	0,039
(12,12)	0,042	0,035	0,038
Метод Коха-Жао, *P*			
0,5	0,084	0,332	0,04
25	0,099	0,392	0,055
Метод расширения спектра, B_S			
4	0,092	0,112	0,124
8	0,049	0,047	0,058

Таблица 2
Table 2

Параметры внедрения на основе метода субполосного скрытного внедрения
Embedding parameters of the sub-band hidden embedding method

Изображение-контейнер	Индексы ППЧ	Параметр T_δ	Параметр T_Φ	Параметр t_γ
И1	(16,16)	0,997	0,02	8,5
И1	(12,12)	0,9982	0,0075	12,5
И2	(16,16)	0,9993	0,065	11,5
И2	(12,12)	0,0005	0,05	12
И3	(16,16)	0,9977	0,015	8,5
И3	(12,12)	0,9972	0,009	8

Таблица 3
Table 3

Вероятности правильного извлечения данных при их внедрении в изображение-контейнер И1 и последующем наложении аддитивного шума
The probabilities of correct data extraction after they were embedded in the container image I1 and the additive noise was applied subsequently

Метод \ Шум	μ=0	μ=0,02	μ=0,04	μ=0,06	μ=0,08	μ=0,1
1	2	3	4	5	6	7
Метод субполосного внедрения, индексы ППЧ						
(16,16)	1	1	1	1	1	1
(12,12)	1	1	1	1	1	1
Метод Коха-Жао, *P*						
0,5	0,789	0,747	0,715	0,694	0,674	0,657
25	1	1	1	1	0,9993	0,995

Окончание таблицы 3
End of the table 3

1	2	3	4	5	6	7
Метод расширения спектра, B_S						
4	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1

В таблице 4 приведены вероятности правильного извлечения данных объемом 4096 бит, внедренных (таблица 1) в изображение-контейнер И2 с последующим наложением аддитивного шума с различным отношением шум-сигнал μ.

Таблица 4
Table 4

Вероятности правильного извлечения данных при их внедрении в изображение-контейнер И2 и последующем наложении аддитивного шума
The probabilities of correct data extraction after they were embedded in the container image I2 and the additive noise was applied subsequently

Шум / Метод	μ=0	μ=0,02	μ=0,04	μ=0,06	μ=0,08	μ=0,1
Метод субполосного внедрения, индексы ППЧ						
(16,16)	1	1	1	1	1	1
(12,12)	1	1	1	1	1	1
Метод Коха-Жао, *P*						
0,5	0,71	0,697	0,684	0,665	0,648	0,632
25	1	1	1	1	1	1
Метод расширения спектра, B_S						
4	1	1	1	0,9999	0,9998	0,9998
8	1	1	1	1	1	1

В таблице 5 приведены вероятности правильного извлечения данных объемом 4096 бит, внедренных (таблица 1) в изображение-контейнер И3 с последующим наложением аддитивного шума с различным отношением шум-сигнал μ.

Таблица 5
Table 5

Вероятности правильного извлечения данных при их внедрении в изображение-контейнер И3 и последующем наложении аддитивного шума
The probabilities of correct data extraction after they were embedded in the container image I3 and the additive noise was applied subsequently

Шум / Метод	μ=0	μ=0,02	μ=0,04	μ=0,06	μ=0,08	μ=0,1
1	2	3	4	5	6	7
Метод субполосного внедрения, индексы ППЧ						
(16,16)	1	1	1	1	1	1
(12,12)	1	1	1	1	1	1

Окончание таблицы 5
End of the table 5

1	2	3	4	5	6	7
Метод Коха-Жао, *P*						
0,5	0,747	0,712	0,679	0,657	0,639	0,62
25	1	1	1	1	0,9999	0,9985
Метод расширения спектра, B_S						
4	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0,9998	0,9997	0,9997

Результаты, приведенные в таблицах 3–5, при внедрении 4096 бит данных в изображения-контейнеры И1, И2 и И3 демонстрируют, что при наложении случайного шума с отношением шум-сигнал μ {0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1} метод субполосного скрытного внедрения, а также методы Коха-Жао и расширения спектра при определенных параметрах данных методов позволяют извлекать внедренные данные без искажений, что указывает на их устойчивость к примененным шумам. Однако при отдельных параметрах внедрения методы Коха-Жао и расширения спектра не обеспечивают восстановление данных без искажений при наложении рассмотренных шумов, при этом в результате внедрения в условиях отсутствия шума на основании метода Коха-Жао и метода расширения спектра с рассмотренными параметрами изображения-контейнеры И1, И2 и И3 имеют более существенные искажения, чем при применении метода субполосного внедрения.

Таким образом, результаты вычислительных экспериментов проиллюстрировали, что предложенный метод субполосного скрытного внедрения данных в изображения на основе относительного изменения проекций изображения-контейнера на собственные векторы субполосных матриц косинус-преобразования имеет преимущества с позиций устойчивости к воздействию случайного шума по сравнению с известными методами Коха-Жао и расширения спектра: при наложении аддитивного случайного шума, с отношением шум-сигнал не более 0,1, метод субполосного скрытного внедрения позволяет безошибочно извлекать внедренные данные при всех рассмотренных параметрах внедрения в отличие от методов Коха-Жао и расширения спектра.

Список литературы

1. Аграновский А.В. 2009. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ. М.: Вузовская книга, 220 с.

2. Болгова Е.В, Черноморец А.А. 2018. О методе субинтервального скрытного внедрения данных в изображения. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 45 (1): 192–201.

3. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. 2016. Цифровая стеганография. М.: Солон-пресс, 262 с.

4. Жиляков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В., Гахова Н.Н. 2014. О субполосном внедрении информации в подобласти пространственных частот изображения-контейнера. Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 9: 85–87.

5. Жиляков Е.Г., Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А. 2015. Оценка устойчивости субполосного внедрения данных в изображения. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 3(7–4 (18–4)): 164–168.

6. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. 2006. Компьютерная стеганография. Теория и практика. Киев: «МК–Пресс», 288 с

7. Черноморец А.А., Болгова Е.В. 2020. Об увеличении объема скрытно внедряемых данных в изображения. Вестник Воронежского института МВД России. 3: 36–45.

8. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А. 2019. О квазисубполосных матрицах косинус-преобразования. Научный результат. Информационные технологии. 4 (3): 11–19.

9. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Черноморец Д.А., Кривчиков В.С. 2020. О субинтервальном скрытном внедрении данных в изображения в рамках косинус преобразования. Информационные технологии. Проблемы и решения. 3 (12): 63–69.

10. Черноморец Д.А., Болгова Е.В., Черноморец А.А., Барсук А.А. 2019. Представление изображений на основе базиса собственных векторов субполосных матриц косинус-преобразования. Научный результат. Информационные технологии. 4 (1): 3–8.

11. Koch E., Zhao J. 1995. Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling. IEEE Workshop on NonLinear Signal and Image Processing, Greece, June 20-22: 123–132.

12. Smith J., Comisky B. 1996. Modulation and Information Hiding in Image. Information Hiding: First Int. Workshop “InfoHiding’96”, Springer as Lecture Notes in Computing Science. 1174: 207–227.

13. Zhao J., Koch E. 1995. Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection. Proceedings of the Int. Congress on Intellectual Property Rights for Specialized Information, Knowledge and New Techniques, Munich-Vienna, Verlag, Aug.: 242–251.

14. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Oleynik I.I., Chernomorets D.A. 2018. Hidden data embedding method based on the image projections onto the eigenvectors of subinterval matrices. International Journal of Engineering & Technology. 7 (3.19): 72–80.

References

1. Agranovskiy A.V. 2009. Steganografiya, tsifrovyye vodyanyye znaki i steganoanaliz [Steganography, digital watermarks and steganoanalysis]. M.: Vuzovskaya kniga, 220 p.

2. Bolgova E.V., Chernomorets A.A. 2018. On the method of subinterval data hidden embedding in images. Belgorod State University Scientific Bulletin Economics Information technologie. 45 (1): 192–201.

3. Gribunin V.G., Okov I.N., Turintsev I.V. 2016Tsifrovaya steganografiya [Digital steganography]. M.: Solon-press, 262 p.

4. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Gahova N.N. 2014, About information subband embedding into space frequencies subareas of image-container. Journal Neurocomputers. 9: 85–87.

5. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Chernomorets D.A. 2015. Otsenka ustoychivosti subpolosnogo vnedreniya dannykh v izobrazheniya [Assessment of the stability of subband data embedding in images.]. Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika [Actual directions of scientific research in the XXI century: theory and practice]. 3(7–4 (18–4)): 164–168.

6. Konakhovich G.F., Puzyrenko A.YU. 2006. Komp'yuternaya steganografiya. Teoriya i praktika [Computer steganography. Theory and practice]. Kiev: «MK–Press», 288 p.

7. Chernomorets A.A., Bolgova E.V. 2020. About increasing the amount of the hidden embedded data into images. The bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 3: 36–45.

8. Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Chernomorets D.A. 2019. On quasi-subband matrices of cosine transform. Research result. Information technologies. 4 (3): 11–19.

9. Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Chernomorets D.A., Krivchikov V.S. 2020. O subinterval'nom skrytnom vnedrenii dannykh v izobrazheniya v ramkakh kosinus preobrazovaniya [On subinterval data hidden embedding in images within the cosine transform]. Informatsionnyye tekhnologii. Problemy i resheniya [Information technologies. Problems and solutions]. 3 (12): 63–69.

10. Chernomorets D.A., Bolgova E.V., Chernomorets A.A., Barsuk A.A. 2019. Images presentation based on subband cosine transform matrix eigenvectors basis. Research result. Information technologies. 4 (1): 3–8.

11. Koch E., Zhao J. 1995. Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling. IEEE Workshop on NonLinear Signal and Image Processing, Greece, June 20–22: 123–132.

12. Smith J., Comisky B. 1996. Modulation and Information Hiding in Image. Information Hiding: First Int. Workshop “InfoHiding’96”, Springer as Lecture Notes in Computing Science. 1174: 207–227.

13. Zhao J., Koch E. 1995. Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection. Proceedings of the Int. Congress on Intellectual Property Rights for Specialized Information, Knowledge and New Techniques, Munich-Vienna, Verlag, Aug.: 242–251.

14. Zhilyakov E.G., Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Oleynik I.I., Chernomorets D.A. 2018. Hidden data embedding method based on the image projections onto the eigenvectors of subinterval matrices. International Journal of Engineering & Technology. 7 (3.19): 72–80.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Черноморец Андрей Алексеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Болгова Евгения Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Урсол Денис Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Голощапова Вера Анатольевна, старший преподаватель кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Andrey A. Chernomorets, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Evgeniya V. Bolgova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Denis V. Ursol, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunications Systems and Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Vera A. Goloschapova, Senior Lecturer of the Department of Information and Telecommunications Systems and Technologies of the Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia