

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Экономические
науки**

Том 14, № 6, 2021

Санкт-Петербург
2021

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акаев А.А., иностр. член РАН, д-р физ.-мат. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (г. Москва); *Барабанер Ханон*, д-р экон. наук, профессор, Русское академическое общество Эстонии (г. Таллинн, Эстония); *Квинт В.Л.*, иностр. член РАН, д-р экон. наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (г. Москва); *Клейнер Г.Б.*, чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН (г. Москва); *Окрепилов В.В.*, академик РАН, д-р экон. наук, профессор, Институт проблем региональной экономики РАН (Санкт-Петербург); *Смешко О.Г.*, д-р экон. наук, Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Глухов В.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

Заместитель главного редактора – Бабкин А.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

Басарева В.Г., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (г. Новосибирск);

Беккер Йорг, профессор, Вестфальский университет им. Вильгельма (г. Мюнстер, Германия);

Булатова Н.Н., д-р экон. наук, профессор, Восточно-Сибирский гос. университет технологий и управления (г. Улан-Удэ);

Буркальцева Д.Д., д-р экон. наук, профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского;

Бухвальд Е.М., д-р экон. наук, профессор, Институт экономики РАН (г. Москва);

Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор, Юго-Западный федеральный университет;

Ергер Юргин, д-р наук, профессор, Университет Регенсбурга (Германия);

Ильина И.Е., д-р экон. наук, Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере (г. Москва);

Качалов Р.М., д-р экон. наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН (г. Москва);

Козлов А.В., д-р экон. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

Корягин С.И., д-р техн. наук, профессор, Инженерно-

технический институт Балтийского федерального университета имени И. Канта (г. Калининград);

Мальшев Е.А., д-р экон. наук, профессор, Забайкальский гос. университет (г. Чита);

Мамраева Д.Г., канд. экон. наук, Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова (г. Караганда, Казахстан);

Махмудова Г.Н., д-р экон. наук, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека (г. Ташкент, Узбекистан);

Мерзликина Г.С., д-р экон. наук, профессор, Волгоградский гос. технический университет (г. Волгоград);

Нехорошева Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Белорусский гос. экономический университет;

Писарева О.М., канд. экон. наук, Институт информационных систем, Государственный университет управления (г. Москва);

Пищеничников В.В., канд. экон. наук, доцент, Воронежский гос. аграрный университет им. Императора Петра I (г. Воронеж);

Тронина И.А., д-р экон. наук, доцент, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (г. Орел);

Тицелинский Стефан, Технологический университет (г. Познань, Польша);

Устинова Л.Н., д-р экон. наук, профессор, Российская государственная академия интеллектуальной собственности (г. Москва);

Чупров С.В., д-р экон. наук, профессор, Байкальский гос. университет (г. Иркутск);

Юдина Т.Н., д-р экон. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (г. Москва).

Журнал с 2002 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, где публикуются основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Сведения о публикациях представлены в Реферативном журнале ВИНТИ РАН, в международной справочной системе «Ulrich`s Periodical Directory», в базах данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), Google Scholar, EBSCO, ProQuest, ROAD.

ISSN 2304-9774

ISSN online 2618-8678

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-52146 от 11 декабря 2012 г.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION



**ST. PETERSBURG STATE
POLYTECHNIC UNIVERSITY
JOURNAL**

Economics

Vol. 14, no. 6, 2021

Saint Petersburg

2021

ST. PETERSBURG STATE POLYTECHNICAL UNIVERSITY JOURNAL. ECONOMICS

EDITORIAL COUNCIL

A.A. Akaev – foreign member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sc. (phys.-math.);
Hanon Barabaner – Dr.Sc. (econ.), prof. (Estonia);
G.B. Kleiner – corresponding member of the Russian Academy of Sciences;
V.L. Kvint – foreign member of the Russian Academy of Sciences (USA);
V.V. Okrepilov – full member of the Russian Academy of Sciences;
O.G. Smeshko – Dr.Sc. (econ.), St. Petersburg University of Management Technologies and Economics.

EDITORIAL BOARD

V.V. Gluhov – Dr.Sc. (econ.), prof., head of the editorial board;
A.V. Babkin – Dr.Sc. (econ.), prof., deputy head of the editorial board;
V.G. Basareva – Dr.Sc. (econ.), prof.;
Jörg Becker – Dr.Sc., prof. (Germany);
E.M. Buhval'd – Dr.Sc. (econ.), prof.;
N.N. Bulatova – Dr.Sc. (econ.), prof.;
D.D. Burkaltceva – Dr.Sc. (econ.);
S.V. Chuprova – Dr.Sc. (econ.), prof.;
I.E. Ilina – Dr.Sc. (econ.);
Jürgen Jerger – Dr.Sc., prof. University of Regensburg (Germany);
R.M. Kachalov – Dr.Sc. (econ.), prof.;
S.I. Koryagin – Dr.Sc. (tech.), prof.;
A.V. Kozlov – Dr.Sc. (econ.), prof.;
G.N. Makhmudova – Dr.Sc. (econ.);
E.A. Malyshev – Dr.Sc. (econ.), prof.;
D.G. Mamraeva – Assoc. Prof. Dr., PhD;
G.S. Merzlikina – Dr.Sc. (econ.), prof.;
L.N. Nehorosheva – Dr.Sc. (econ.), prof. (Republic of Belarus);
O.M. Pisareva – Assoc. Prof. Dr.;
V.V. Pshenichnikov – Assoc. Prof. Dr.;
I.A. Tronina – Dr.Sc. (econ.);
Stefan Trzcielinski – Dr.Sc. (econ.), prof. (Poland);
L.N. Ustinova – Dr.Sc. (econ.), prof.;
U.V. Vertakova – Dr.Sc. (econ.), prof.;
T.N. Yudina – Dr.Sc. (econ.).

The journal is included in the List of Leading Peer-Reviewed Scientific Journals and other editions to publish major findings of PhD theses for the research degrees of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences.

The publications are presented in the VINITI RAS Abstract Journal and Ulrich's Periodical Directory International Database, EBSCO, ProQuest, Google Scholar, ROAD.

The journal was published since 2008 as part of the periodical edition *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU* (ISSN 1994-2354)

The journal is registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Tech-

nologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR). Certificate ПИ № ФС77-52146 issued December 11, 2012

The journal is on the Russian Science Citation Index (RSCI) data base

© Scientific Electronic Library (<http://elibrary.ru/>).

No part of this publication may be reproduced without clear reference to the source.

The views of the authors can contradict the views of the Editorial Board.

© Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University, 2021

Содержание

Теоретические основы экономики и управления

- Лычагин М.В., Лычагин А.М.** Экосистемы в научной литературе по бизнесу и экономике с позиции многомерного библиометрического анализа..... 7
- Насырова С.И.** Основные положения функционирования человеко-ориентированной экономики в категориях универсальной схемы взаимодействия..... 29
- Устинова Л.Н., Аракелова А.О.** Технологии управления человеческими ресурсами на основе цифрового подхода..... 40

Региональная и отраслевая экономика

- Николаев М.А., Махотаева М.Ю.** Факторы устойчивого развития неурбанизированных территорий..... 53
- Кваша Н.В., Бондарь Е.Г.** Распределенная и цифровая энергетика как инновационные элементы четвертого энергоперехода..... 67

Экономика и менеджмент предприятия

- Бабкин А.В., Лошаков А.С.** Формирование направлений совершенствования экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации..... 78

Экономико-математические методы и модели

- Милёхина О.В.** Системометрический подход к управлению: разработка математической модели кадровой структуры персонала..... 89
- Гришунин С.В., Пищалкина И.Ю., Сулоева С.Б.** Оценка киберрисков в проектах интернета вещей..... 102
- Долгова О.И., Крюков С.В.** Имитационное моделирование бизнес-процессов сервисной поддержки продуктов эквайринга в программной среде Anylogic..... 117

Contents

Theoretical bases of economics and management

- Lychagin M.V., Lychagin A.M.** Ecosystems in scientific literature on business and economics from the perspective of multidimensional bibliometric analysis..... 7
- Nasyrova S.I.** Basic provisions of the functioning of a human-oriented economy in the categories of a universal scheme of interaction..... 29
- L.N. Ustinova, A.O. Arakelova,** Human resource management technologies based on a digital approach..... 40

Regional and branch economy

- Nikolaev M.A., Makhotaeva M.U.** Factors of sustainable development of non-urbanized territories..... 53
- Kvasha N.V., Bondar' E.G.** Distributed and digital energy as innovative elements of the fourth energy transition..... 67

Economy and management of the enterprise

- Babkin A.V., Loshakov A.S.** Ways to improve enterprise economic security in the conditions of digital transformation..... 78

Economic & mathematical methods and models

- Milekhina O.V.** Systemometric approach to management: development of the mathematical model of the personnel structure..... 89
- Grishunin S.V., Pishchalkina I.Yu., Suloeva S.B.** Assessing cyber risks in the internet of things projects..... 102
- Dolgova O.I., Kryukov S.V.** Simulation of business processes of service support of acquiring products in the AnyLogic software environment..... 117

Теоретические основы экономики и управления Theoretical bases of economics and management

Обзорная статья

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14601>

ЭКОСИСТЕМЫ В НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ПО БИЗНЕСУ И ЭКОНОМИКЕ С ПОЗИЦИИ МНОГОМЕРНОГО БИБЛИОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

М.В. Лычагин¹  , А.М. Лычагин²

¹ Новосибирский государственный университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация;

² АНО «Институт прикладных проектов»,
Москва, Российская Федерация

 lychagin@nsu.ru

Аннотация. Анализ публикаций, индексируемых в системе Scopus, показал быстрый рост работ с термином ecosystem в названии. Все чаще в качестве инструмента для выявления и анализа тенденций научных исследований используется библиометрия. Изучение доступных публикаций, посвященных экосистемному подходу в разных электронных ресурсах, показывает, что становится все более актуальной научная задача систематизации их тематики, более полного учета внутренних и внешних межпредметных взаимосвязей, различных аспектов исследований и выявления значимых тенденций. Цель исследования – оценить степень и агрегированную динамику экосистемного подхода в публикациях, индексируемых в EconLit и в Scopus (по бизнесу и экономике), с выделением основных тенденций исследований и примеров примечательных работ. В качестве инструмента выступает методика многомерного библиометрического анализа научной литературы по бизнесу и экономике. Она включает в себя общую схему на основе модели N-мерной спирали, взаимосвязанное представление вариантов анализа публикационной активности, терминологического и лексического анализа и структурно-морфологического анализа на основе наиболее авторитетных предметных классификаций JEL и ASJC, и использование программ типа VOSviewer. Анализ публикаций показал, что с конца XX в. происходили существенные количественные и структурные изменения в составе экосистемных исследований. С каждым годом происходит все большее переплетение различных аспектов, как внутри областей знаний «Бизнес» и «Экономика», так и за счет расширения связей с другими областями знаний. Сделан вывод о том, что предложенный вариант библиометрического анализа расширяет рамки осмысления как экосистемного подхода в научной литературе по бизнесу и экономике, так и по ряду других актуальных проблем. Вместе с тем возможности библиометрического анализа, как любого метода, использующего статистическую обработку массивов данных, которые становятся все больше благодаря процессам цифровизации, нельзя абсолютизировать. В качестве направлений дальнейших исследований указано расширение применения эконометрии для обработки временных рядов с числом публикаций, использование нескольких взаимодополняющих вариантов морфологического анализа, вовлечение других баз данных (SSRN, Elibrary) и некоторые другие.

Ключевые слова: экосистема, бизнес, экономическая наука, цифровой, библиометрический анализ, новые исследования

Для цитирования: Лычагин М.В., Лычагин А.М. Экосистемы в научной литературе по бизнесу и экономике с позиции многомерного библиометрического анализа // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 7–28. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14601>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Review article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14601>

ECOSYSTEMS IN SCIENTIFIC LITERATURE ON BUSINESS AND ECONOMICS FROM THE PERSPECTIVE OF MULTIDIMENSIONAL BIBLIOMETRIC ANALYSIS

M.V. Lychagin¹  , A.M. Lychagin²

¹ Novosibirsk State University,
Novosibirsk, Russian Federation;

² Institute of Applied Projects,
Moscow, Russian Federation

 lychagin@nsu.ru

Abstract. Analysis of publications indexed in the Scopus system showed rapid growth of works with the term “ecosystem” in the title. The role of bibliometrics as a tool for identifying and analyzing research trends is increasing constantly. A study of the available publications on the ecosystem approach in various electronic resources shows that the scientific task of systematizing their topics, more fully taking into account internal and external interdisciplinary relationships, various aspects of research and identifying significant trends is becoming more and more urgent. The purpose of the study is to assess the degree and aggregated dynamics of the ecosystem approach in publications indexed in EconLit and Scopus (on business and economics), highlighting the main research trends and examples of notable works. The method of multidimensional bibliometric analysis of scientific literature on business and economics acts as a tool. It includes a general scheme based on the model of N-Tuple of Helices, an interrelated presentation of options for the analysis of publication activity, terminological and lexical analysis and structural-morphological analysis based on the most authoritative subject classifications JEL and ASJC, and the use of programs such as VOSviewer. Analysis of publications showed that since the end of the XX century there had been significant quantitative and structural changes in the composition of ecosystem studies. Every year various aspects get increasingly interweaved, both within the areas of “Business” and “Economics”, and through the ties with other areas of knowledge. The experience showed that the proposed version of bibliometric analysis expands the framework of understanding both the ecosystem approach in the scientific literature on business and economics, and on a number of other pressing problems. At the same time, we should not render the possibilities of bibliometric analysis absolute, just like with any method involving statistical processing of data arrays ever growing due to digitalization processes. The directions for further research include the expansion of econometrics for processing time series with the number of publications, the use of several complementary options for morphological analysis, the involvement of other databases (SSRN, Elibrary) and some others.

Keywords: ecosystem, business, economics, digital, bibliometric analysis, new research

Citation: M.V. Lychagin, A.M. Lychagin, Ecosystems in scientific literature on business and economics from the perspective of multidimensional bibliometric analysis, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 7–28. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14601>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Расширенный поиск при помощи системы Scopus с последующим экспортом найденных данных и их обработкой при помощи авторских модулей на базе MS Excel и Visual Basic показал, что первый документ с термином ecosystem (далее ES) в названии зафиксирован в системе Scopus в 1953 г. и посвящен почве и другим условиям окружающей среды, которые влияют на растения в одном из районов Калифорнии. До 1967 г. мы видим в Scopus не более пяти работ в год с термином ecosystem в названии. Но потом происходит все более быстрое распространение экосистемного подхода как по общему числу документов, так и по отраслям знаний: 1970 г. — 24 документа,

1980 г. – 173, 1990 г. – 380, 2000 г. – 873, 2010 г. – 2569, 2020 г. – 6236 публикаций. По состоянию на 18 октября 2021 г. подобных документов можно найти уже более 77 тысяч. Из них 28,4% относятся к наукам об окружающей среде, 25,2% к сельскохозяйственным и биологическим наукам. Область знаний «Бизнес, менеджмент и учет» находится на восьмом месте (2924 публикации и 2,1%), а область «Экономика, эконометрия и финансы» на 12 месте (2236 работ и 1,6%). Далее для краткости будем ссылаться на эти области по первому слову в их названиях: «бизнес» и «экономика».

По состоянию на 09.12.2021 отношения числа документов с термином ecosystem в названии в процентном отношении к общему публикаций в по макрокатегориям предметной классификации ASJC издательства Elsevier существенно различаются: 23 Наука об окружающей среде – 0,984; 11 Сельскохозяйственные и биологические науки – 0,653%; 19 Науки о Земле и планетах – 0,391%; 18 Науки о принятии – 0,239%; 10 Многопрофильные издания – 0,189%; 20 Экономика, эконометрика и финансы – 0,179%; 14 Бизнес, менеджмент и учет – 0,158%.

Впервые термин ecosystem в литературе Scopus по бизнесу и экономике встретился в 1975 г. в статье [1] «Роль желаемых переменных в кейнсианской экосистеме: предварительный подход». В ней целесообразность использования «экологических» терминов объясняется тем, что в кейнсианскую систему явно и неявно включены психологические, нормативные и субъективные факторы [1, p. 213].

Данные Scopus красноречиво свидетельствуют о бурном росте числа публикаций по бизнесу и экономике как в целом, так и относящихся к экосистемному подходу. Из общего числа 2 669 082 документов с кодами ASJC 14 или 20 97,1% издано с 1975 г., а 51,4% с 2011 г. Если найти процентные отношения числа работ с термином ecosystem в названии к сумме работ по бизнесу и экономике для каждого года с 1975 г. по 2022 г., то до 2010 г. эти значения не будут превышать 0,1%. Потом происходит постоянный рост: 2013 г. – 0,2%, 2019 г. – 0,37%, 2021 г. – 0,48%. В результате из 4471 документов по бизнесу и экономике 86,2% изданы после 2010 г.

По мере увеличения ежегодного количества научных публикаций происходит и рост числа обзорных работ по бизнесу и экономике. Как правило, они имеют термин review (обзор) в названии. Это может быть обзор результатов деятельности ферм по выращиванию фруктов, который публикуется в выпусках журнала для владельцев земли и «сельских джентльменов» [2]. Но постепенно все чаще появляются обзоры концепций и методов в разных областях знаний: теории организаций [3], исследований активности работников [4] и других. Доля обзорных работ в общем числе публикаций по бизнесу и экономике, учтенных в Scopus, только пять раз была больше 4% в 1920–1950 гг. Потом до 1995 г. это отношение в большинстве случаев находилось в пределах одного-двух процентов. В 1996–2013 гг. значения составляли 0,6–0,9%. С 2014 г. наблюдается постоянный рост: 2015 г. – 1,2%, 2018 г. – 1,6%, 2020 г. – 2,2%, 2021 г. – 2,6%. За весь период учета работ в Scopus среднее отношение для публикаций по всем 27 макрокатегориям знаний составило 1,08%, в том числе для работ по бизнесу 1,31% и по экономике 0,89%.

Подобная тенденция с некоторым запаздыванием проявилась и при анализе 68 обзоров в Scopus в областях бизнеса и экономики, посвященных экосистемному подходу: 2007 г. – две работы (2,7% от 74 документов с термином ecosystem в названии), 2010 и 2011 гг. – по одной работе, 2013 г. – 4 (1,8%), 2015 г. – 6 (2,5%), 2016 г. – 5 (1,9%), 2017–2019 гг. – 9 (1,7–2,4%), 2020 г. – 10 (1,9%), 2021 г. – 12 (1,8%).

На начальном этапе эти обзоры были посвящены природным экосистемам и их сохранению [5], в том числе лесных [6] и морских [7]. В 2011 г. появился критический обзор экосистем программного обеспечения (software ecosystems) [8], а в 2013 г. экосистемы общества, основанного на знаниях [9].

В 2015 г. в Scopus зафиксированы обзоры литературы по трем новым видам экосистем: 1) инноваций [10], 2) культуры с учетом ее влияния на здоровье и благосостояние [11], 3) связанных (coherent) (со стратегическим менеджментом) [12].

В обзорах 2017 г. процесс появления новых разновидностей экосистем продолжился. В названии статьи [13] в качестве определения выступает слово «бизнес», в ее реферате слово «платформа», а в ключевых словах автора термин «технология». В структурированном обзоре [14] рассмотрены индустриальные экосистемы при помощи карт материальных потоков. В публикации [15] экосистемы связаны с таким популярным в последние годы направлением исследований, как «цепь поставок» (supply chain). В [16] дан старт обзорам исследований по предпринимательским экосистемам.

Примечательным трендом является все более частое использование в экосистемных обзорах статистических данных о публикациях. Это сближает подобные обзоры с публикациями, которые в названиях имеют термин «библиометрический». Приведем несколько примеров.

В систематическом обзоре литературы «Блокчейн как средство охраны экосистем Интернета Вещей» [17] приведена схема процесса поиска необходимых журнальных статей в нескольких базах данных [17, р. 1377] и результирующие таблицы возможных угроз [17, pp. 1381–1382].

В статье «Цифровая бизнес экосистема» [18] (DBE) предпринята попытка найти ответы на следующие четыре вопроса относительно исследований DBE: 1) темы, 2) методология и методы, 3) теории, модели и рамки, 4) нерешенные проблемы и направления будущих исследований [18, р. 52]. Представлена схема из пяти стадий проведения систематического литературного обзора (рис. 1 [18, р. 54]), частотное распределение статей из научных журналов и материалов конференций (табл. 1 [18, р. 55]), ключевые слова по четырём основным темам (табл. 2 [18, р. 56]), характеристики 23 теорий (сетевой, эволюционной и др.) (табл. 4 [18, р. 59]), агрегированная схема DBE исследований (рис. 3 [18, р. 60]).

Предметом обзора [19] являются «цифровые платформы экосистем». Здесь мы видим определение платформы с разных сторон [19, р. 331], поиск и извлечение статей из семи баз данных [19, р. 332], график распределения 76 статей по трем параметрам для периода 2010–2017 гг. [19, р. 333], частотное распределение восьми используемых методов (кейсы, эксперименты и др.) (табл. I [19, р. 334]), восемь теорий и концепций, используемых для изучения руководства экосистемами (табл. II [19, р. 334]), схема пяти модельных аспектов (рис. 2 [19, р. 337]), четыре измерения экосистемных платформ на метауровне (табл. III [19, р. 338]), шесть ключевых тем создания стоимости (табл. IV [19, р. 341]).

В «Систематическом обзоре литературы по предпринимательским экосистемам в развитых и формирующихся экономиках» со ссылкой на 10 статей, опубликованных в 2011–2018 гг., отмечается, что «концепция предпринимательских экосистем в последнее десятилетие привлекла значительное внимание ученых, политиков и практиков» [20, р. 75]. На основе анализа 200 публикаций авторы приводят перечень 68 ключевых исследований по предпринимательским экосистемам с фокусом на развитые экономики (табл. 6 [20, р. 99–100]). На примере 16 определений показано изменение трактовок этих экосистем с 1996 г. по 2017 г. (табл. 7 [20, р. 101–102]). Концептуальная модель динамики этих систем отображена как взаимосвязь трех логик: правительственной, ресурсной и интерактивной. Интересен перечень 19 ключевых эмпирических исследований по предпринимательским экосистемам в формирующихся экономиках [20, р. 103]. Предметом для обсуждения может служить теоретическая модель динамики предпринимательских экосистем в формирующихся экономиках (табл. 9 [20, р. 104]).

Благодаря процессам цифровизации все чаще в качестве инструмента для выявления и анализа тенденций научных исследований библиометрия – статистическая обработка данных о научных публикациях. О масштабах и темпах применения данного метода красноречиво свидетельствуют следующая информация из системы Scopus, полученная путем расширенного поиска при помощи формулы TITLE(bibliometr*).

По состоянию на 07.12.2021 имелось 10389 документов, которые исходя из содержания названия имели отношение к библиометрии. Первая подобная публикация зафиксирована в 1969 г. Рубеж в 100 единиц в год был преодолен в 2007 г., а 1000 единиц в 2019 г. С 2019 г. учтено 5214 до-

кументов, что составляет 50,2% от общего количества. На долю публикаций по бизнесу пришлось 1282 работы (12,3%), а по экономике 354 документа (3,4%).

С 2014 г. происходит постоянный рост удельного веса работ с использованием библиометрии в общем числе публикаций по бизнесу и экономике: 2014 г. – 0,03%, 2015 г. – 0,04%, 2016 г. – 0,05%, 2017 г. – 0,08%, 2018 г. – 0,1%, 2019 г. – 0,12%, 2020 г. – 0,18%, 2021 г. – 0,3%, 2022 г. – 0,35%.

Используя поисковую формулу TITLE (ecosystem AND bibliometr*) можно найти 33 документа, в которых библиометрия выступала в качестве инструмента анализа публикаций, посвященных экосистемному подходу. Из них к областям бизнеса и экономики отнесено по одной работе в 2018 и 2019 гг., и 8 публикаций в 2020 г. Если учесть употребление термина библиометрический в реферате и ключевых словах, то окажется 27 публикаций для бизнеса и 6 для экономики.

В статье [21] рассматриваются публикации, посвященные социальному взаимодействию индивидов и групп при извлечении природных ресурсов и сохранении экосистем. Описана методика поиска и извлечения документов из баз данных Scopus, WoS и EBSCO, распределение работ по годам, странам и ключевым словам, и авторам. Представлены карты взаимосвязей, построенные при помощи программы VOSviewer. Работа [22] интересна библиометрическим и контент анализом публикаций, в которых обсуждаются концепции экосистем бизнеса и инноваций. Используются данные Web of Science. В статье [23] библиометрический анализ, подкрепленный обзором литературы, используется для выяснения вопросов организации устойчивых умных (smart) городских экосистем. Выделены основные кластеры понятий и представлены карты взаимосвязей между ними.

Рассмотрение публикаций, посвященных применению библиометрии и библиометрического анализа к публикациям по бизнесу и экономике показывает, что недостаточно проработаны вопросы поиска и сопоставления их результатов по доступным базам данных (в частности, EconLit и Scopus). Нам удалось найти в Scopus только 7 работ, использующих классификацию ASJC для выборки данных. База данных EconLit и классификация JEL только в 10 случаях применены для простейшего структурно-морфологического анализа. На фоне широкого использования анализа публикационной активности и лексико-терминологического анализа при помощи программ типа VOSviewer очень мало внимания уделяется структурно-морфологическому анализу для выявления новых направлений исследований при помощи предметных классификаций JEL и ASJC.

В результате анализа обзорных и библиометрических работ, отраженных в системе и электронной библиографии EconLit, в различной степени затрагивающих тематику экосистемного подхода в литературе по бизнесу и экономике, авторы данной статьи пришли к выводу об отсутствии исследований, в которых данная проблематика была проанализирована при помощи совокупности современных методов библиометрии. Все это убеждает в необходимости развития используемых методик в направлении комплексности и многомерности.

Приведенные предпосылки обусловили цель, задачи, используемые методы и элементы новизны представленного исследования.

Цель исследования – оценить степень и агрегированную динамику экосистемного подхода в публикациях, индексированных в EconLit и в Scopus (по бизнесу и экономике), с выделением основных тенденций исследований и примеров примечательных работ.

Для реализации поставленной цели авторами поставлены и решены следующие четыре задачи.

1. В рамках концепции системно-инновационного библиометрического анализа и картографирования экономической литературы [24] и вариантов, представленных в [25, 26], предложена, а затем и проиллюстрирована на примере работ, посвященных экосистемному подходу, методика многомерного (или N-мерного) библиометрического анализа научной литературы по бизнесу и экономике. Отправным этапом движения в направлении многомерности является модификация и апробация базовой методики к классификациям JEL для EconLit и ASJC для Scopus.

2. На основе данных EconLit выявлены тенденции исследований по экосистемной проблематике с позиции всех макро-, мезо- и микрокатегорий классификации JEL.

3. Используя публикации Scopus, отнесенные к областям бизнеса и экономики, показаны тенденции исследований по экосистемной проблематике как в целом, так в разрезе 15 соответствующих микрокатегорий ASJC.

4. Отдельной задачей, неразрывно связанной с решением двух предыдущих задач, является разработка и иллюстрация методических приемов по выявлению публикаций, примечательных по разным критериям (пионерности, множественности аспектов и др.).

Базовые объекты исследования – публикации, отраженные в электронной библиографии EconLit, и в системе Scopus, которые отнесены к областям бизнеса и экономики. *Предмет исследования* – публикации, у которых в названии присутствует термин ecosystem.

Методы исследования

Новым элементом, для комбинирования баз данных и вариантов библиометрического анализа, является использование модели N-мерной спирали (helix). Лейдесдорфф Л., один из авторов этой модели, в названии статьи [27] после слов «тройная спираль, четверная спираль», применил выражение «N-Tuple of Helices». Если обратиться к словарю Lingvo, то термин “tuple” переведен как «кортеж, многокомпонентный объект данных». В «Математическом энциклопедическом словаре» термин «кортеж» определен как «конечная последовательность (допускающая повторения) элементов какого-нибудь множества X» [28, с. 297]. Напомним, что «тройная спираль» может быть представлена как в виде трех связанных спиралей на плоскости (например, «кельтский узел»), рядом способов в трехмерном пространстве (сферическая спираль, пружины, ряд молекул и т.п.). Поэтому и в трактовке «N-Tuple of Helices», и говоря об N кортежах в математическом понимании, можно считать, что множества X принадлежат к разным физическим и понятийным пространствам с несколькими измерениями. На рис. 1 приведена одна из иллюстраций предлагаемого метода.

Рассмотрим взаимосвязи используемых объектов и методов исследования, начиная с базовых конструкций.

1. В начальном варианте исследования будут использоваться электронная библиография EconLit и система цитирования Scopus. В каждой базе данных на первом этапе производится поиск по всем видам записей (в EconLit) и документов (в Scopus), у которых в названии присутствует термин ecosystem. На втором этапе производится поиск публикаций, в которых термин ecosystem в названиях сочетается с другими наиболее часто встречающимися словами. В рамках терминологического и лексического анализа рассчитывались относительные показатели в процентах, показывающие долю публикаций со словосочетанием со словом ecosystem (например, digital ecosystem) к общему числу документов с базовым термином (в нашем случае с ecosystem). Подобные относительные показатели помечаются буквой “D”.

2. Важными характеристиками всех вариантов поиска являются год издания документа (Y) и число записей (документов) искомого вида в году Y – N(Y). В каждой базе данных извлечение сведений производится с года Y0 – первого года фиксации публикации с заданным признаком (например, термином ecosystem) до наличия данных на день последнего поиска, который приходится на период с 15.10.2021 по 01.11.2021. Поскольку многие издания могут приводить данные о статьях, которые уже приняты к публикации, но еще официально не изданы, то в Scopus извлекаются и нами учитывались и доступные сведения за 2021 и 2022 гг.

3. Отличительным моментом многомерного библиометрического анализа является активное использование структурно-морфологического анализа на основе предметных классификаций каждого электронного ресурса. EconLit создана и пополняется Американской экономической ассоциацией (АЕА) и работы в ней индексируются согласно трехуровневой предметной класси-

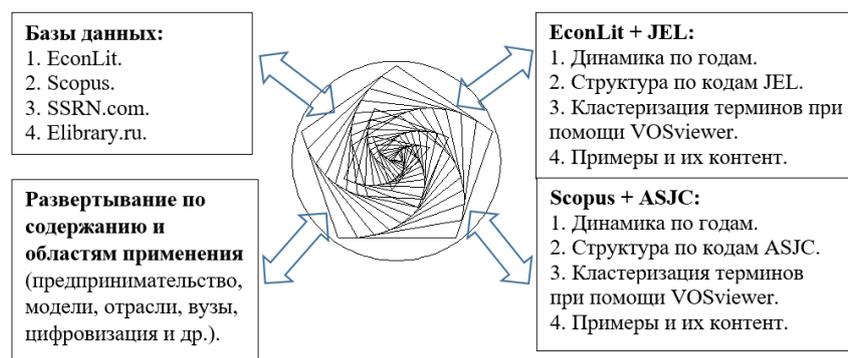


Рис. 1. Иллюстрация методологии многомерного библиометрического анализа
 Fig 1. The illustration of multidimensional bibliometric analysis methodology for this paper

фикацией JEL (<https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php>). Принято считать, что коды всех категорий JEL (на конец 2020 г. было 20 макрокатегорий, 152 мезокатегории и 859 микрокатегорий) и записи EconLit все относятся к экономической науке, в том числе менеджмента (макрокатегория M) и экономическая экология (макрокатегория Q) (см. [29]).

В Scopus используется предметная классификация издательства Elsevier, в которой есть 27 макрокатегорий (областей знаний) с кодами от 10** до 36**, которые подразделяются на 334 микрокатегории с кодами из четырех цифр. Исходя из целей представляемого исследования, для извлечения документов, относящихся только к бизнесу и экономике, использовалось ограничение в виде функции `SUBJMAIN(14** OR 20**)`. Соответственно, из 334 микрокатегорий мы проводили анализ для 11 категорий бизнеса с кодами 1400÷1410 и четырех категорий экономики с кодами 2000÷2003 (обозначим их через XXXX) при помощи функции `SUBJTERMS(XXXX)`. В процессе анализа рассчитывались наборы относительных показателей для оценки изменений структуры публикаций по различным предметным категориям, пионерные работы на пересечениях предметных категорий и т.д.

4. В последние годы в библиометрическом анализе все чаще стала применяться программа VOSviewer для кластерного анализа библиографических данных и просто текстов, извлекаемых из систем Scopus, Web of Science и других источников (www.vosviewer.com). Программа показывает силу связей между различными терминами и их словосочетаниями и визуализирует эти связи на цветных картах. На наш взгляд, в представленном исследовании впервые произведено опробование описанного инструмента на данных, извлеченных из EconLit.

5. В качестве еще одной «спирали» или «ветвью» предыдущих является подключение различных вариантов контент-анализа текстов примечательных публикаций, найденных как при помощи библиометрии, так и посредством экспертного просмотра рефератов и самих текстов работ. При этом предпринимается попытка включить наиболее важные определения, схемы, модели, примеры расчетов в электронный учебно-исследовательский комплекс в виде обобщающих сопоставительных таблиц, схем, гиперссылок и т.п. для углубления понимания. Например, при изучении предпринимательских экосистем нельзя оставить без внимания публикуемые свыше 20 лет ежегодные отчеты по глобальному мониторингу предпринимательства, в которых упоминается и «Составной индекс качества предпринимательских экосистем» (Entrepreneurial Ecosystem Quality Composite Index) [30, p. 9]. Также полезно сделать ряд ссылок на материалы, доступные на сайте «Ресурсного центра малого предпринимательства» (www.rcsme.ru).

Результаты на основе данных EconLit и их обсуждение. По состоянию на 30.10.2021 в EconLit было найдено 1875 публикаций с термином ecosystem в названии. Среди них 67 книг, две книжные

рецензии, 579 статей в сборниках научных трудов, 24 диссертации на соискание ученой степени «Доктор философии», которые были защищены в университетах США, 1116 статей в научных журналах и 87 препринтов (working papers). Первая работа с заглавием «Экосистема как критерий государственной земельной политики» датирована 1970 г. [31]. Она отнесена к предметными микрокатегориям «Развитие и использование земли; ирригационная политика» и «Природные ресурсы (общее)». К появлению современной версии классификации JEL (до 1991 г.) насчитывалась только 31 работа. О быстрых темпах распространения экосистемного подхода свидетельствует тот факт, что 51% от общего числа публикаций увидели свет в 2013–2021 гг.

В табл. 1. показано, как существенно изменялась структура публикаций в разрезе макрокатегорий JEL при подсчете нарастающим итогом по шести пятилетиям, начиная с 1991 г. (D85 – на конец 1995 г., и т.д.). В строке NLS приведены данные о числе охваченных микрокатегорий JEL на конец соответствующего периода. Заметим, что часто одна запись EconLit может включать более одной микрокатегории.

Мы видим, что доля публикаций, посвященных природным экосистемам, за рассматриваемые 30 лет уменьшилась на 37%. Это нашло свое отражение и в снижении удельных весов макрокатегорий A и B. Удельные веса других макрокатегорий либо устойчиво росли (E, H, L, M, P и Z, помечено курсивом), либо изменялись волнообразно. Впечатляет рост в 37 раз количества задействованных микрокатегорий JEL.

Для более точной характеристики изменений публикационной активности следует перейти на уровень мезо- и микрокатегорий JEL. Это сделано в табл. 2, в которой представлены только категории, чей удельный вес превышает 0,5%, и которые не относятся к макрокатегории Q. Ранжирование проведено по D20, то есть по уровню на конец 2020 г.

Для указания на общую тенденцию роста рассчитан показатель $DR = (D10 + D15 + D20) - (D95 + D00 + D05)$. Он больше нуля во всех случаях, кроме категорий D6 и O15. В тех случаях, когда происходило увеличение всех удельных весов, соответствующие значения выделены курсивом.

Данные табл. 2 свидетельствуют о переносе экосистемного подхода из областей знаний, изучающих вопросы природопользования в области, посвященные бизнесу, предпринимательству и инновациям с учетом отраслевых и региональных аспектов. О применении принципов природных экосистем к экосистемам программного обеспечения говорится в статье [32]. Не может оставить равнодушным журнальная статья с названием «Создание стоимости в экосистемах: преодоление пропасти между знаниями и бизнес экосистемами», которая основана на уникальной базе данных 138 инновационных стартапов и имеет по одному коду из четырех макрокатегорий JEL [33]. Связь экосистем с процессами управления знаниями и инновационными проектами рассмотрена в статье [34].

В 2018-2020 гг. экосистемный подход был вовлечен в 26 микрокатегорий (в 22 случаях лишь с единичной интенсивностью). Рассмотрим некоторые примечательные связи и соответствующие им журнальные статьи.

B11 История экономической мысли до 1925 г. Доклассический период (древность, средние века, меркантилисты, физиократы). В статье [35] предпринята попытка проследить корни определения термина “ecosystem”, начиная от древнегреческих ‘oikos’ («ойкос» или «эко») в 700 г. до н.э. и связывая их ключевые элементы с экономическим, технологическими и социальными аспектами современных предпринимательских фирм.

C45 Нейронные сети и смежные темы. Статья [36] имеет интересное название: «Пересмотр теории инновационных экосистем: искусственный интеллект в Китае». Взаимодействие правительства, промышленности и исследовательских институтов и возникающие при этом проблемы рассматриваются с привлечением количественных исследований, интервьюирования экспертов и модели тройной спирали.

Таблица 1. Изменения структуры работ с термином ecosystem в названии в разрезе макрокатегорий классификации JEL, %
Table 1. The changes in structure of publications with the term “ecosystem” in the title according to the JEL macro categories

| DE* | D91 | D95 | D00 | D05 | D10 | D15 | D20 |
|-----|-------|------|------|------|------|-------|------|
| A | 0 | 3,13 | 1,77 | 1,02 | 0,84 | 0,49 | 0,38 |
| B | 0 | 0,78 | 0,20 | 0,23 | 0,19 | 0,17 | 0,20 |
| C | 0 | 0,78 | 1,57 | 0,90 | 0,70 | 0,61 | 0,95 |
| D | 0 | 0,78 | 3,73 | 3,05 | 2,69 | 3,56 | 4,21 |
| E | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 0,28 | 0,30 | 0,36 |
| F | 0 | 0 | 0,79 | 0,56 | 0,93 | 0,83 | 0,90 |
| G | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,37 | 0,36 | 1,02 |
| H | 0 | 0 | 0,20 | 0,56 | 0,93 | 0,76 | 0,83 |
| I | 0 | 3,91 | 1,38 | 1,13 | 1,30 | 1,95 | 2,05 |
| J | 0 | 2,34 | 0,98 | 0,79 | 1,02 | 0,78 | 0,90 |
| K | 0 | 0 | 0,39 | 0,34 | 0,46 | 0,38 | 0,41 |
| L | 0 | 0 | 0,79 | 1,13 | 4,50 | 6,09 | 8,54 |
| M | 0 | 0 | 0,20 | 0,34 | 1,16 | 1,63 | 2,42 |
| N | 0 | 0 | 0,39 | 0,23 | 0,23 | 0,38 | 0,31 |
| O | 6,67 | 7,03 | 5,89 | 7,34 | 8,26 | 10,16 | 11,7 |
| P | 0 | 0 | 0,20 | 0,68 | 1,95 | 2,06 | 2,56 |
| Q | 93,33 | 78,1 | 79,2 | 78,3 | 69,1 | 63,4 | 56,1 |
| R | 0 | 3,13 | 2,36 | 2,94 | 3,39 | 4,03 | 4,18 |
| Y | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,16 | 1,08 | 0,95 |
| Z | 0 | 0 | 0 | 0,23 | 0,60 | 0,93 | 1,05 |
| NLS | 10 | 31 | 75 | 114 | 213 | 309 | 372 |

* Коды макрокатегорий JEL: А – Экономика в целом и обучение. В – История экономической мысли, методология и неортодоксальные подходы. С – Математические и количественные методы. D – Микроэкономика. E – Макроэкономика и монетарная экономика. F – Международная экономика. G – Финансовая экономика. H – Экономика общественного сектора. I – Здоровье, образование и благосостояние. J – Экономика труда и демография. K – Право и экономика. L – Индустриальная организация. M – Деловое администрирование и экономика бизнеса, маркетинг, учет. N – Экономическая история. O – Экономическое развитие, технологические изменения и рост. P – Экономические системы. Q – Экономика сельского хозяйства и природных ресурсов, экологическая экономика и экономика окружающей среды. R – Экономика города, села, регионов, недвижимости и транспорта. Y – Смешанные категории (данные, вводные материалы и т.п.). Z – Другие специальные темы (экономика культуры, спорта, туризма).

Таблица 2. Изменение структуры работ с термином “ecosystem” в названии по наиболее значимым мезо- и микрокатегориям JEL, %
Table 2. The changes in structure of publications with the term “ecosystem” in the title according to the most significant JEL meso and micro categories

| DE* | D95 | D00 | D05 | D10 | D15 | D20 | DR |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| L2 | 0 | 0 | 0,11 | 1,07 | 1,4 | 3,35 | 5,71 |
| L26 | 0 | 0 | 0 | 0,56 | 0,64 | 2,24 | 3,44 |
| R1 | 1,56 | 1,57 | 1,69 | 1,76 | 2,12 | 2,07 | 1,13 |
| M1 | 0 | 0 | 0,23 | 0,93 | 1,17 | 1,96 | 3,83 |

Окончание таблицы 1

| DE* | D95 | D00 | D05 | D10 | D15 | D20 | DR |
|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
| P2 | 0 | 0 | 0,45 | 1,44 | 1,44 | 1,72 | 4,15 |
| L8 | 0 | 0,39 | 0,45 | 0,84 | 1,55 | 1,56 | 3,11 |
| R5 | 0 | 0 | 0,45 | 0,88 | 1,31 | 1,34 | 3,08 |
| L1 | 0 | 0 | 0 | 0,74 | 1,1 | 1,15 | 2,99 |
| D2 | 0 | 0,98 | 0,79 | 0,79 | 0,64 | 1,14 | 0,8 |
| R11 | 0 | 0,39 | 0,68 | 0,65 | 1,02 | 1,12 | 1,72 |
| D6 | 0 | 1,77 | 1,36 | 0,88 | 0,93 | 1,02 | -0,3 |
| M13 | 0 | 0 | 0,11 | 0,09 | 0,25 | 1,02 | 1,25 |
| O31 | 0 | 0,2 | 0,11 | 0,23 | 0,36 | 0,99 | 1,27 |
| O18 | 0 | 0,2 | 0,23 | 0,65 | 0,98 | 0,96 | 2,16 |
| I2 | 0,78 | 0,2 | 0,23 | 0,65 | 0,61 | 0,92 | 0,97 |
| Z1 | 0 | 0 | 0,23 | 0,6 | 0,85 | 0,89 | 2,11 |
| L9 | 0 | 0 | 0,11 | 0,79 | 0,81 | 0,84 | 2,33 |
| L86 | 0 | 0 | 0,23 | 0,28 | 0,76 | 0,8 | 1,61 |
| D8 | 0,78 | 0,2 | 0,23 | 0,32 | 0,78 | 0,77 | 0,66 |
| I23 | 0 | 0 | 0 | 0,46 | 0,47 | 0,77 | 1,7 |
| L14 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0,64 | 0,74 | 1,98 |
| O30 | 0,78 | 0,2 | 0,34 | 0,65 | 0,91 | 0,74 | 0,98 |
| I3 | 0 | 0 | 0 | 0,23 | 0,83 | 0,7 | 1,76 |
| O15 | 1,56 | 0,39 | 0,56 | 0,6 | 0,68 | 0,67 | -0,56 |
| D61 | 0 | 0,79 | 0,56 | 0,51 | 0,59 | 0,64 | 0,39 |
| O14 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 0,17 | 0,64 | 0,9 |
| L6 | 0 | 0,2 | 0,11 | 0,37 | 0,36 | 0,58 | 1 |
| P3 | 0 | 0,2 | 0,11 | 0,28 | 0,3 | 0,58 | 0,85 |
| R58 | 0 | 0 | 0,11 | 0,32 | 0,53 | 0,58 | 1,32 |
| D22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 0,57 | 0,7 |
| G3 | 0 | 0 | 0 | 0,14 | 0,21 | 0,55 | 0,9 |
| O33 | 0 | 0 | 0,11 | 0,09 | 0,19 | 0,55 | 0,72 |
| L5 | 0 | 0 | 0,11 | 0,28 | 0,45 | 0,54 | 1,16 |
| L25 | 0 | 0 | 0 | 0,23 | 0,28 | 0,51 | 1,02 |

* Названия приведенных кодов классификации JEL: D2 – Микроэкономика: производство и организации. D22 – Поведение фирмы: эмпирический анализ. D6 Микроэкономика: экономика благосостояния. D61 – Распределенная эффективность; анализ «затраты–выгода». D8 – Информация, знания и неопределенность. G3 – Корпоративные финансы и руководство. I2 – Образование и исследовательские институты. I23 – Высшее образование; исследовательские институты. I3 – Благосостояние, материальное благополучие и бедность. L1 – Рыночная структура, стратегия фирмы и функционирование рынка. L14 – Транзакционные отношения; контракты и репутация; сети. L2 – Цели фирмы, организация и поведение. L25 – Эффективность деятельности фирмы: размер, диверсификация и масштаб. L26 – Предпринимательство. L5 – Регулирование и промышленная политика. L6 – Отраслевые исследования: обрабатывающая промышленность. L8 – Отраслевые исследования: услуги. L86 – Информация и интернет услуги; программное обеспечение. L9 – Отраслевые исследования: транспорт и коммунальное хозяйство. M1 – Деловое администрирование. M13 – Предпринимательство (до 2006 г.). Новые фирмы; начало деятельности. O14 – Индустриализация; обрабатывающая промышленность и сфера услуг; выбор технологии. O15 – Человеческие ресурсы; развитие человека; распределение дохода; миграция. O18 – Городской, сельский, региональный и транспортный анализ; жилье; инфраструктура. O30 – Технологические изменения; исследования и разработки; права на интеллектуальную собственность (общее). O3 – Инновации и изобретения: процессы и стимулы. O33 – Технологические изменения: выборы и следствия; процессы распространения. P2 – Социалистические системы и транзитивные экономики. P3 – Социалистические институты и их трансформация. R1 – Региональная экономика в целом. R5 – Региональный правительственный анализ. R58 – Планирование и политика регионального развития. Z1 – Экономика культуры; экономическая социология; экономическая антропология.

C55 Моделирование с большими массивами данных + G28 Финансовые институты: государственная политика и регулирование + G51 Домашние хозяйства: сбережения, долги, богатство. Официально код C55 был введен в классификацию JEL в 2013 г., а код G51 в 2019 г. Эти три кода в 2020 г. в рамках экосистемного подхода впервые объединились между собой и еще с четырьмя кодами JEL в статье [37], посвященной юридическому регулированию личной информации потребителей финансовых услуг в Китае на основе больших данных.

G15 Международные финансовые рынки. В работе [38] встречается новое сочетание терминов “bitcoin ecosystem”. Появление криптовалюты, как и любой другой финансовой инновации, как правило, влечет за собой и махинации в целях быстрого обогащения. Как показано в рассматриваемой статье, не может не вызвать подозрения ситуация, когда курс обмена за два месяца вырос более чем в шесть раз.

G33 Банкротства; ликвидации. Эмпирическая база статьи [39] содержит сведения о 8171 предпринимателе из 35 стран, кто потерпел банкротство, но потом снова начал свою деятельность. Авторы обнаружили существенное в этой области глубокое расхождение, обусловленное полом предпринимателя. Это расхождение меняется и зависит от отношения общества к фактам банкротства и от различных взаимодействий между предпринимателями и институтами.

G35 Политика дивидендов и других выплат. В реальной жизни часто природные экосистемы самым тесным образом переплетаются с предпринимательством. Это видно на примере организации контроля со стороны специальных «предпринимательских предприятий» за вечнозеленым растением *Lantana samara* [40]. Это растение необходимо для сохранения биологического разнообразия, но если он выйдет из-под контроля, то превращается в сорняк, с которым трудно бороться. И поэтому возникает вопрос о нахождении «оптимального компенсационного механизма», который позволяет найти компромисс между финансовыми возможностями местных сообществ и получением средств «менеджерами лесов» в суммах, достаточных для предотвращения их банкротств.

L67 Другие потребительские товары недолговечного пользования: одежда, текстиль, обувь и кожгалантерея + O36 Открытые инновации. Микрокатегория O36 введена в классификацию JEL в 2018 г. И в том же году она соединилась с L67 в статье [41] в которой на примере обувной промышленности Индонезии сопоставляются два способа разработки стратегий открытых инноваций: «карты инновационных экосистем» (Map Innovation Ecosystem) и «построение карт потоков стоимости» (Value Stream Mapping).

M16 Международное бизнес-администрирование. Эта микрокатегория впервые оказалась связана экосистемами в двух статьях в журнале «Азиатский бизнес и менеджмент» в 2018 г. Исследование [42] вносит свой вклад в литературу как по бизнес экосистемам, так и по управлению знаниями. На примере дочерних предприятий компаний Южной Кореи в Китае показано, что связи между менеджерами для иностранных фирм могут быть как симбиотическими (ресурсами), так и паразитическими (ограничениями). В работе [43] бизнес экосистемы (BE) определяются как этап изучения внутриорганизационных отношений после уровня фирм, цепи поставок и платформ. В качестве примеров рассматриваются успешные ведущие интернет-компании в Азии, такие, как *such as Alibaba* в Китае, *Naver* в Южной Корее, *Baharti Airtel* в Индии и *Rakuten* в Японии. Предложены три ключевых направления исследований в рамках BE: динамизм, включенность и интернационализация.

Z11 Экономика искусства и литературы. Три статьи с кодом Z11, опубликованные в 2019 г., дают для размышлений несколько интересных направлений исследований. В [44] мы видим в названии «культурная экосистема» или «экосистема культуры» и ее услуги. Предлагается добавить цифровые фотографии, привязанные к точкам земной поверхности, к традиционным исследованиям, в которых фокус делается на эстетической оценке охраняемых территорий или природных ландшафтов. К ним добавляются многочисленные данные, характеризующие изменения в пото-

ках посетителей, в инфраструктуре, урожаях и других факторах. В статье [45] в центре внимания находится инновационная экосистема, в которой при создании инноваций большую роль играют малые и средние предприятия, вовлеченные в систему взаимоотношений с территориальными органами, университетами и правительством. В статье [46] для определения экосистемы использован термин «стартап» (Start-Up). Подчеркивается, что для успеха инноваций, наряду с новыми технологиями, агломерациями и сетями, необходимо более широко вовлекать передовую культуру управления.

Углубление анализа при помощи программы VOSviewer. Из всех публикаций с термином ecosystem в названии числом 1875 были извлечены тексты с названиями. Поскольку некоторые препринты были идентичны, но размещены на разных сайтах, то была произведена очистка с тем, чтобы не было повторения названий. Общая выборка была разбита на два одинаковых массива по 898 записей в каждом. Массив M1 содержал записи с первой работы по 2012 г. включительно плюс 24 записи за 2013 г. Массив M2 включал записи с 2014 г. по 2021 г. плюс 143 записи за 2013 г. Каждый массив был преобразован в формат обычного текста MS DOS и затем обработан при помощи программы VOSviewer в варианте установления полных связей и с минимальными частотами отсечения две единицы. В результате в массиве M1 оказалось 2166 терминов после первичной обработки и 373 терминов и их сочетаний в итоговой таблице кластеризации. Для массива M2 соответствующие показатели составили 2464 и 368 единиц.

После сопоставления наименований терминов и их сочетаний в итоговых таблицах для массивов M1 и M2 получилось три массива для последующего анализа публикационной активности. Массив «Базовые», в который вошли термины из массива M1. Массив «Новые» с терминами только из массива M2. Массив «Общие», в котором были термины из обоих исходных массивов. Далее в каждом из трех последних массивов мы выделили три подгруппы: 1) типы экосистем, 2) экосистемные услуги, 3) прочие значимые термины. Итогом явилось ранжирование терминов в порядке уменьшения значения TLS (Total link strength – общая сила связи в программе VOSviewer). Далее после названия термина в круглых скобках приводится значение TLS, а за ним значение частоты O (Occurrence). Для терминов из массива «Общие» в круглых скобках сначала идут TLS и O по результатам расчетов для массива M1, а потом отклонения от этих значений при расчетах по массиву M2. Ранжирование по отклонениям TLS. Все расчеты проводились для слов на английском языке. Но здесь для краткости и удобства даются только их русскоязычные эквиваленты.

Природные ES. Базовые: лесные (27, 17), мангровые (24, 8), великих равнин (13, 5), заболоченных территорий (9, 5), средиземноморские (8, 2), земные (8, 4), лесов умеренного климата (7, 2), горные (6, 2), Великого Йеллоунстоуна (6, 3), тропические (4, 2), хрупкие (3, 2), чистой воды (1, 2). Общие: морские (10, 10, 13, 1), мобильные (1, 2, 6, 1), агро (13, 6, 5, 0), кораллового рифа (7, 2, 3, 0), локальные (4, 2, -3, 0), устойчивые к внешним воздействиям (resilience) (8, 4, -4, -2), акваторические (10, 4, -5, -2), прибрежные (15, 5, -11, -3), природные (13, 5, -11, -3). Новые: зависящие от подземных вод (2, 2).

Нематериальные ES. Базовые: устойчивого менеджмента (5, 3), новых информационно-коммуникативных технологий (4, 2), оптимального управления (3, 2), защитные (3, 2), глобального менеджмента (3, 3), модель общего равновесия ES (2, 2), городские (1, 2), цифрового бизнеса (1, 5). Общие: индустриальные (19, 7, 9, 4), предпринимательства (20, 9, -1, 3). Новые: предпринимательская (125, 74), инновационная (33, 27), бизнеса (20, 14), университета (8, 4), программного обеспечения (6, 8), цифровая (6, 4), региональная инновационная (5, 2), локальная инновационная (4, 2), интернета (4, 3), платформы (2, 3), финансовая (1, 2).

Таким образом, и результаты терминологического анализа показывают относительное смещение интереса исследователей в областях бизнеса и экономики от природных экосистем к идеальным экосистемам разного вида (бизнеса, предпринимательским, цифровым и т.п.).

Результаты на основе данных Scopus и их обсуждение

В рамках терминологического анализа и анализа публикационной активности далее для каждого словосочетания с термином ecosystem после наименования дополнительного термина в круглых скобках приведены: 1) год появления первой работы анализируемого вида; 2) общее число работ по 2022 год включительно; 3) среднее отношение числа работ по ES к общему числу работ с по бизнесу и экономике за весь период, %; 4) то же, что и п. 2, но за 2016–2022 гг.; 5) то же, что и п. 4, но за 2016–2022 гг. (прирост выделен жирным шрифтом). В результате получились следующие виды экосистем: услуг (1998; 1255; 29; 683; 24,9), предпринимательские (2006; 546; 12,6; 503; **18,3**), инновационные (1996; 510; 11,8; 405; **14,8**), управленческие (1993; 449; 10,4; 221; 8,1), бизнеса (1998; 327; 7,5; 236; **8,6**), модели (1991; 274; 6,3; 181; **6,6**), цифровые (2005; 209; 4,8; 152; **5,5**), индустриальные (1995; 191; 4,4; 107; 3,9), региональные (2001; 161; 3,7; 122; **4,4**), технические и технологические (2003; 160; 3,7; 109; 4), платформы (2010; 152; 3,5; 127; **4,6**), программного обеспечения (2004; 92; 2,1; 49; 1,8), информационные (2006; 70; 1,6; 42; 1,5), финансов (2008; 58; 1,34; 45; **1,64**), локальные (2004; 55; 1,3; 32; 1,2), обучения (2007; 44; 1,0; 25; 0,9). Анализ показателей для каждого года показал, что экосистемы, связанные с услугами, управлением, инновациями, индустрией, моделями и регионами появились в публикациях в последнем десятилетии XX века, и соответствующие относительные показатели имеют волнообразный характер. В последние 15 лет наиболее ярко выражен рост относительных показателей для работ в сочетании с терминами предпринимательский, цифровой, платформа, технологии. С 2018 г. резко выросла связь с терминами «знание» и «интеллект» (человека и искусственный).

В результате анализа в разрезе микрокатегорий классификации ASJC получено следующее распределение: 1400 Бизнес, менеджмент и учет в целом (2004; 717; 0,135; 411; **0,142**). 1401 То же, что и 1400, но смешанное (2007; 125; 0,12; 100; **0,22**). 1402 Бухгалтерский учет (2007; 55; 0,05; 43; **0,08**). 1403. Бизнес и международный менеджмент (1996; 852; 0,21; 650; **0,31**). 1404 Информационные системы управления (1998; 325; 0,28; 218; **0,33**). 1405 Управление технологиями и инновациями (1996; 2005; 0,62; 1232; **0,74**). 1406 Маркетинг (1993; 774; 0,24; 592; **0,35**). 1407 Организационное поведение и управление человеческими ресурсами (2005; 109; 0,07; 90; **0,12**). 1408 Стратегия и менеджмент (1995; 948; 0,19; 761; **0,3**). 1409 Управление в сфере туризма, отдыха и гостиничного хозяйства (1982; 163; 0,194; 107; **0,2**). 1410 Индустриальные отношения (2008; 61; 0,1; 43; **0,17**). 2000 Экономика (экономическая наука), эконометрика и финансы (2003; 613; 0,17; 327; 0,13). 2001 То же, что и 2000, но смешанное (2007; 111; 0,13; 85; **0,17**). 2002 Экономика и эконометрика (1985; 1487; 0,19; 777; **0,21**). 2003 Финансы (2007; 65; 0,03; 48; **0,04**). Из приведенных показателей видно, что во всех категориях, кроме 2000, с 2016 г. усилился интерес к проблематике экосистем. Напомним, что в отличие от классификации JEL, в которой проблематика экологии и окружающей среды входит в макрокатегорию Q экономической науки, в классификации ASJC это отдельная макрокатегория. Вместе с тем, как показывает серия докладов «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (URL: www.millenniumassessment.org), международная классификация услуг экосистем [47] и обзорные работы типа [48], с каждым годом тематика природных экосистем становится все сильнее связана с промышленными, предпринимательскими, цифровыми и другими экосистемами и их разделение идет все сложнее.

Кластерный анализ и построение карт взаимосвязей терминов и их сочетаний при помощи программы VOSviewer. Для анализа использовались различные выборки и текстов названий, рефератов и ключевых слов публикаций. Приведем фрагмент результатов для выборки из 208 документов, которые имели в названиях термины digital (цифровой) и ecosystem. Расчет проводился по варианту «полные связи» и с частотой отсечения пять единиц. Всего было отобрано более 300 терминов. Далее после названия термина в круглых скобках дается оценка силы суммарных связей (первое число) и частота термина: ecosystem (7317; 353), цифровая ES (4419; 303), технология (3083; 104), индустрия (2567; 88), инновация (2554; 90), платформа (2443; 109), услуга (2266; 99),

стоимость (1976; 70), организация (1951; 70), компания (1898; 53), данные (1639; 48), цифровая технология (1611; 61), предпринимательская ES (1267; 55), инновационная ES (807; 24), цифровая платформа (767; 47), бизнес ES (666; 28), информационная система (482; 26), создание стоимости (428; 22), цепь поставок (419; 14), цифровой двойник (201; 9), цифровая предпринимательская ES (191; 10), риск (138; 7), циркулярная экономика (98; 6), стратегический менеджмент (87; 6), машинное обучение (65; 5).

Примеры содержательного краткого анализа публикаций. При развитии содержательного анализа можно найти интересные исследования на пересечениях с цифровыми, модельными, инновационными и другими аспектами: сложность и нематериальность цифровых продуктов в экосистемах цифровых фирм [49], «обычное» предпринимательство в цифровых платформах экосистем на основе модели обучения программных проектов [50], компоновка экосистемных стратегий для цифровых инновационных процессов для поставщиков промышленного оборудования [51], экосистемная модель для малых и средних предприятий [52], динамическая модель жизненного цикла для предпринимательских экосистем [53].

Заключение

1. В статье впервые комплексно представлена методика многомерного (или N-мерного) библиометрического анализа научных публикаций по бизнесу и экономике, которая включает в себя общую схему (рис. 1), взаимосвязанное представление вариантов анализа публикационной активности, терминологического и лексического анализа и структурно-морфологического анализа на основе наиболее авторитетных предметных классификаций JEL и ASJC. Способы реализации разработанной методики проиллюстрированы на одном и том же базовом наборе терминов, но для таких разных информационно-программных комплексах как EconLit и Scopus. Показано усиление методики за счет кластерного анализа и визуализации при помощи программ типа VOSviewer и контент-анализа примечательных публикаций.

2. В рамках решения второй задачи исследования анализ более 1800 публикаций, индексированных в электронной библиографии EconLit, и четырех тысяч документов, индексированных в Scopus, которые входили в категории знаний бизнес и экономика, и которые имели в названии термин ecosystem, показал следующее.

2.1. С конца XX в. происходили существенные количественные и структурные изменения в составе указанных исследований. Появился ряд новых направлений на пересечениях экосистемного подхода с предпринимательским, инновационным, цифровым, модельным и другими аспектами. Значительное внимание уделяется индустриальным, региональным и локальным аспектам.

2.2. Среди 15 микрокатегорий ASJC по бизнесу и экономике отмечается усиление внимания к новому подходу с 2016 г. в большинстве категорий. Пока еще слабо представлены финансовый аспект и вопросы обучения.

2.3. Обобщение результатов анализа по различным терминам и их сочетаниям показало, что с каждым годом происходит все большее переплетение различных аспектов, как внутри областей знаний «Бизнес» и «Экономика», так и расширением связей с другими областями знаний. Примерами могут служить искусственный интеллект и управление знаниями.

В целом представляется возможным сделать вывод о том, что предложенный вариант библиометрического анализа расширяет рамки осмысления как экосистемного подхода в научной литературе по бизнесу и экономике, так и по ряду других актуальных проблем. Вместе с тем возможности библиометрического анализа, как любого метода, использующего статистическую обработку массивов данных, которые становятся все больше благодаря процессам цифровизации, нельзя абсолютизировать. Лишь гармоничное сочетание формально-логических методов и вдумчивого содержательного анализа с учетом признанной ведущими психологами мира уникальности пси-



хофизических характеристика индивида дает надежду на ускорение решения все усложняющихся проблем в разных областях жизни на планете Земля.

Направления дальнейших исследований

В сжатом виде дальнейшее развитие видится по направлениям детализации библиометрического и содержательного анализа, более широкого использования многомерного управления знаниями, а также путем привлечения других авторитетных электронных ресурсов. Также перспективно расширение и углубление информационно-программных и содержательных аспектов с разной степенью агрегирования. Эти общие положения можно детализировать следующим образом.

1. В научной литературе пока нет единого мнения о том, какие именно части библиографической записи брать для частотного анализа. Представляется, что в качестве отправного массива надо использовать фрагменты текста в названиях публикаций, поскольку именно в них, по-видимому, представлена квинтэссенция произведения. Именно так сделано в настоящей статье. Вместе с целесообразно на этом не останавливаться, а привлекать тексты рефератов и ключевые слова. При просмотре последних публикаций нельзя не рассмотреть статью, название которой имеет непосредственное отношение к названию конференции ЭКОПРОМ-2021: «Исследовательский библиометрический анализ рождения и появления индустрии 5.0» [54]. Эта статья может быть использована как в качестве примера проведения современного библиометрического анализа, так и для освещения отличительных черт нашей статьи, посвященной экосистемному подходу.

2. Для детального анализа публикационной активности можно получить динамические ряды количества публикаций в каждом году рассматриваемого периода. Рамки научной статьи, как правило, ограничивают представление результатов их эконометрической обработки. В ряде научных журналов подобные результаты присутствуют. Вместе с тем, всегда возникает вопрос о том, насколько коэффициенты корреляции правильно отражают процессы обновления, как в случае экосистем. Поэтому в настоящей статье мы ограничились простейшими показателями, не исключая в дальнейшем применение более сложных инструментов.

3. Проблема предметной классификации в науках, в том числе и экономической, остается нерешенной. В классификации ASJC финансы сконцентрированы в единственной микрокатегории с кодом 2003. В классификации JEL их несколько десятков с тенденцией увеличения. По-видимому, полезно использовать варианты структурно-морфологического анализа с разной степенью агрегирования, обязательно сочетая их с соответствующим лексико-терминологическим анализом.

4. Несмотря на быстрые темпы цифровизации для ознакомления с публикациями по бизнесу и экономике приходится обращаться к разным электронным ресурсам. В EconLit и Scopus индексируются статьи в научных журналах, но если сопоставить перечни этих журналов (в Scopus только по бизнесу и экономике), то они совпадают примерно на одну треть. Различаются массивы книг и труды научных конференций. Отличительной чертой EconLit являлось представление препринтов (working papers). В 1991 г. рядом ведущих ученых-экономистов была создана электронная библиотека для препринтов SSRN.com (Social Science Research Network) с примечательным лозунгом «Завтрашние исследования сегодня». В первые годы своей деятельности основную часть фондов SSRN составляли работы по экономике и менеджменту. В 2016 г. SSRN объединило свои усилия с издательством Elsevier, создателем системы Scopus. Это подтверждает высокий уровень публикаций по бизнесу и экономике в SSRN. Поэтому на рис. 1 SSRN указана как третья база данных для расширения библиометрического анализа, поскольку в ней не менее 700 работ с термином ecosystem в названии.

5. В качестве четвертой «спиралью» из группы баз данных, которую мы оставили как полигон для дальнейших исследований, можно рекомендовать Научную электронную библиотеку eLibrary.

ги. Даже краткий поиск по названиям дал примечательный набор. Это парадигма экосистемы применительно к крупнейшим банкам [55] и «Экосистема ПАО Сбербанк» с рядом продуктов [56]. Необычно сочетание «Экосистема в экосистеме» с позиции развития финансовых технологий в России [57]. Развитие теоретических представлений при переходе от экосистем в целом к подмножеству инновационных экосистем содержится в статье [58].

6. Ранее в статье мы отмечали, что термин экосистема все чаще встречается в сочетании с терминами «искусственный интеллект» и «управление знаниями». Сначала в по последним двум направлениям преобладал программно-технический аспект, но потом постепенно стало все больше приходить понимание того, что надо переходить к более глубокому освоению знаний о том, что собой представляет интеллект человека. На наш взгляд, полезно прислушаться к мнению многих ведущих психологов мира, отрицающих возможность измерить уровень интеллекта с помощью однозначного коэффициента IQ. Все чаще полагают, что у человека есть несколько видов интеллекта (вербальный, визуальный, логико-математический и др.), и предлагаются различные методы оценки этих интеллектов. Таким образом, возникает еще она «спираль» для анализа литературы при помощи библиометрии или других методов. Тогда с позиции появления новых идей можно не ограничиваться определением «научная», а попробовать переосмыслить решение проблем создания бизнес экосистем в романах Ивановича, Злотникова и других писателей-фантастов. Говоря о знаниях и управления ими полезно помнить об иерархии понятий «данные – информация – знания» и о наличии мудрости, которая есть в произведениях древности. Она призывает, в случае большой неопределенности пути, остановиться в движении и еще раз подумать. Как ни странно, понятие «экосистема», если использовать образы фантастики, и может служить своеобразной станцией для перехода в разные пространства.

Благодарности

Авторы признательны Американской экономической ассоциации за разрешение проводить библиометрический анализ на данных EconLit и публиковать результаты этого анализа на английском и русском языках. Авторы также благодарны консультантам издательства Elsevier за разъяснения особенностей поиска данных в системе Scopus. Импульсом для подготовки статьи и зарядом бодрости продолжения исследований в области библиометрического анализа экономической литературы были и продолжают оставаться наши неоднократные участия в конференциях ЭКОПРОМ и ИНПРОМ в 2010–2021 гг. Поэтому говорим: «Большое спасибо!» организаторам этих замечательных научных форумов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Young W.L.** The role of desired variables in the keynesian ecosystem: a preliminary approach. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 1975, vol. 46 (3), pp. 213–232.
2. **Quarles van Ufford J.K.W.** Fruit farm review and land record. *A journal for land owners, country gentlemen and others. De Economist*, 1890, vol. 39 (1), pp. 162–165.
3. **Hertz D.B., Livingston R.T.** *Contemporary Organizational Theory: A Review of Current Concepts and Methods.* Human Relations, 1950, vol. 3 (4), pp. 373–394.
4. **Locke E.A., Hulin C.L.** A review and evaluation of the validity studies of activity vector analysis. *Personnel Psychology*, 1962, vol. 15 (1), pp. 25–42.
5. **Egoh B. et al.** Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics*, 2007, vol. 63 (4), pp. 714–721.
6. **van Kooten G.C., Sohngen B.** Economics of forest ecosystem carbon sinks: A review. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2007, vol. 1 (3), pp. 237–269.
7. **Curtin R., Prellezo R.** Understanding marine ecosystem based management: A literature review. *Marine Policy*, 2010, vol. 34 (5), pp. 821–830.

8. **Jayaraman K.** Making sense of software ecosystems: A critical review. Proceedings of the International Conference on Electronic Business (ICEB), 2011, pp. 314–320.
9. **Bakry S.H., Al-Ghamdi A.** Cultural pluralism in the context of the knowledge society ecosystem: Reviews and views. Governance, Communication, and Innovation in a Knowledge Intensive Society, 2013, pp. 1–14.
10. **Koslosky M.A.N. et al.** Innovation ecosystems – A systematic review of the literature [Ecosystemas de inovação – Uma revisão sistemática da literatura]. *Espacios*, 2015, vol. 36 (3), art. no. 13.
11. **Pröbstl-Haider U.** Cultural ecosystem services and their effects on human health and well-being – A cross-disciplinary methodological review. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 2015, vol. 10, pp. 1–13.
12. **Tsujimoto M. et al.** Designing the coherent ecosystem: Review of the ecosystem concept in strategic management. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2015-September, art. no. 7273192, pp. 53–63.
13. **Jarvi K., Kortelainen S.** Taking stock of empirical research on business ecosystems: A literature review. *International Journal of Business and Systems Research*, 2017, vol. 11 (3), pp. 215–228.
14. **Guedes G.B., Paganin L.B.Z., Borsato M.** Material flow mapping and industrial ecosystems: A literature structured review. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 2017, vol. 5, pp. 774–781.
15. **Daniel A.U., Sunmola F.T., Khoudian P.** A systematic literature review on visibility in sustainable supply chain ecosystems. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2017 (JUL), pp. 867–878.
16. **Brown R., Mason C.** Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems. *Small Business Economics*, 2017, vol. 49 (1), pp. 11–30.
17. **El-Masri M., Hussain E.M.A.** Blockchain as a mean to secure Internet of Things ecosystems – a systematic literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 2021, vol. 34 (5), pp. 1371–1405.
18. **Senyo P.K., Liu K., Effah J.** Digital business ecosystem: Literature review and a framework for future research. *International Journal of Information Management*, 2019, vol. 47, pp. 52–64.
19. **Mukhopadhyay S., Bouwman H.** Orchestration and governance in digital platform ecosystems: a literature review and trends. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 2019, vol. 21 (4), pp. 329–351.
20. **Cao Z., Shi X.** A systematic literature review of entrepreneurial ecosystems in advanced and emerging economies. *Small Business Economics*, 2021, vol. 57 (1), pp. 75–110.
21. **Zárate-Rueda R., Beltrán-Villamizar Y.I., Murallas-Sánchez D.** Social representations of socio-environmental dynamics in extractive ecosystems and conservation practices with sustainable development: a bibliometric analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 2021, vol. 23, no 11, pp. 16428–16453.
22. **Foguesatto C.R. et al.** What is going on recently in the innovation ecosystem field? A bibliometric and content-based analysis. *International Journal of Innovation Management*, 2021, vol. 25, no. 7, pp. 1–15.
23. **Palumbo R., Manesh M.F., Pellegrini M.M., Caputo A., Flamini G.** Organizing a sustainable smart urban ecosystem: Perspectives and insights from a bibliometric analysis and literature review. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 297, art. no. 126622.
24. **Лычагин М.В., Мкртчян Г.М., Суслов В.И.** Концепция системно-инновационного библиометрического анализа и картографирования экономической литературы // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. 2014. № 2(14). С. 127–141.
25. **Лычагин М.В., Лычагин А.М.** Взаимосвязь цифрового и индустриального аспектов в экономических исследованиях с позиции библиометрического анализа на основе EconLit // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. т. 14, № 2(14). С. 50–62.
26. **Лычагин М.В., Бабкин А.В.** «Цифровая экономика» с позиции внутренних и внешних взаимосвязей предметных областей. *Цифровизация экономических систем: теория и практика* : монография / под редакцией А.В. Бабкина. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. § 2.1. С. 81–98.
27. **Leydesdorff L.** The triple helix, quadruple helix, . . . , and an N-Tuple of helices: Explanatory models for analyzing the knowledge-based economy? *Journal of the Knowledge Economy*, 2012, vol. 3, no. 1, pp. 25–35.
28. Математический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1988. 847 с.

29. Atlas of New Research Based on EconLit (2006–2013). JEL Category Q / [Lychagin M.V., Mkrtychyan G.M., Suslov V.I., Tagaeva T.O., eds.] [Electronic resource]: with 19 vol. Novosibirsk: Novosibirsk State University Press, 2018. (Innovative Bibliometric Analysis in Economics series). (In English, with fragments in Russian). 2018, 1844 p. URL: <https://lib.nsu.ru/xmlui/handle/nsu/15263>.
30. Global Entrepreneurship Monitor 2020/2021 Global Report. London: Global Entrepreneurship Research Association, London Business School, 2021. 214 p. URL: <https://www.gemconsortium.org/reports/latest-global-report>.
31. **Caldwell L.K.** The Ecosystem as a criterion for public land policy. *Natural Resources Journal*, 1970, vol. 10, no. 2, pp. 203–221.
32. **Dhungana D. et al.** Guiding principles of natural ecosystems and their applicability to software ecosystems. *Software ecosystems: analyzing and managing business networks in the software industry*. UK: Elgar, 2013, pp. 43–58.
33. **Bart C. et al.** Creating value in ecosystems: crossing the chasm between knowledge and business ecosystems. *Research Policy*, 2014, vol. 43, no. 7, pp. 1164–1176.
34. **Sjodin D.** Knowledge processing and ecosystem co-creation for process innovation: managing joint knowledge processing in process innovation projects. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 2019, vol. 15, no. 1, pp. 135–162.
35. **Audretsch D. et al.** entrepreneurial ecosystems: economic, technological, and societal impacts. *Journal of Technology Transfer*, 2019, vol. 44, no. 2, pp. 313–325.
36. **Arenal A. et al.** Innovation ecosystems theory revisited: the case of artificial intelligence in China. *Telecommunications Policy*, 2020, vol. 44, no. 6, pp.
37. **Li S., Hao Yu.** Big data and financial information analytics ecosystem: strengthening personal information under legal regulation. *Information Systems and e-Business Management*, 2020, vol. 18, no. 4, pp. 891–909.
38. **Gandal N. et al.** Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem. *Journal of Monetary Economics*, vol. 95, no. 0, pp. 86–96.
39. **Simmons Sh. et al.** Gender gaps and reentry into entrepreneurial ecosystems after business failure. *Small Business Economics*, 2019, vol. 53, no. 2, pp. 517–531.
40. **Ranjan R.** Deriving double dividends through linking payments for ecosystem services to environmental entrepreneurship: The case of the invasive weed *Lantana camara*. *Ecological Economics*, 2019, vol. 164, art. no. 106380.
41. **Nafizah U.Y., Adhya Rare T.** Value Stream Mapping in Indonesia's shoe industry: an alternative tool to Map Innovation Ecosystem. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 113–130.
42. **Rong Ke et al.** Business ecosystem research agenda: more dynamic, more embedded, and more internationalized. *Asian Business and Management*, 2018, vol. 17, no. 3, pp. 167–182.
43. **Li Jingxun et al.** Managerial ties and knowledge transfer in business ecosystems: evidence from Korean subsidiaries in China. *Asian Business and Management*, 2018, vol. 17, no. 3, pp. 183–207.
44. **Sottini V.A. et al.** The use of crowdsourced geographic information for spatial evaluation of cultural ecosystem services in the agricultural landscape: The case of Chianti Classico (Italy). *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 2019, vol. 18, no. 2, pp. 105–118.
45. **Imanto Yu., Prijadi R., Kusumastuti R.D.** Innovation ecosystem for SMEs in the creative industry. *International Journal of Business*, 2019, vol. 24, no. 4, pp. 345–268.
46. **Lavcak M., Hudec O., Sincakova Z.** Local and institutional factors of start-up ecosystems: common and inherited attributes. *Journal of the Knowledge Economy*, 2019, vol. 10, no. 4, pp. 1765–1783.
47. **Haines-Young R., Potschin M.B.** Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. UK: Fabis Consulting Ltd, 2018. URL: www.cices.eu
48. **VanderWilde C.P., Newell J.P.** Ecosystem services and life cycle assessment: A bibliometric review. *Resources, Conservation and Recycling*, 2021, vol. 169, art. no. 105461, pp. 1–15.
49. **Rahmati P., Tafti A., Westland J.C., Hidalgo C.** When all products are digital: Complexity and intangible value in the ecosystem of digitizing firms. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 2021, vol. 45, no. 3, pp. 1025–1058.
50. **Fan T., Schwab A., Geng X.** Habitual entrepreneurship in digital platform ecosystems: A time-contingent model of learning from prior software project experiences. *Journal of Business Venturing*, 2021, vol. 36, no. 5, art. no. 106140.



51. **Kamalaldin A., Sjödin D., Hullova D., Parida V.** Configuring ecosystem strategies for digitally enabled process innovation: A framework for equipment suppliers in the process industries. *Technovation*, 2021, vol. 105, art. no. 102250.
52. **Squires C., Markou H.** An ecosystem model of small and medium sized enterprises publisher 'tiers': publisher size, sustainability and cultural policy. *Publishing Research Quarterly*, 2021, vol. 37, no. 3, pp. 420–438.
53. **Cantner U., Cunningham J.A., Lehmann E.E., Menter M.** Entrepreneurial ecosystems: a dynamic lifecycle model. *Small Business Economics*, 2021, vol. 57, no 1, pp. 407–423.
54. **Madsen D.Ø., Berg T.** An exploratory bibliometric analysis of the birth and emergence of industry 5.0. *Applied System Innovation*, 2021, vol. 4, no. 4, art. no. 87.
55. **Трушина К.В., Смагин А.В.** Тренд на развитие крупнейших банков в парадигме экосистемы (к вопросу о понятии «Экосистема») // *Банковские услуги*. 2019. № 12. С. 7–11.
56. **Иванович М.Н.** Экосистема ПАО Сбербанк. Продукты экосистемы для юридических лиц // *Достижения науки и образования*. 2020. № 14 (68). С. 49–51.
57. **Королёва Е.В., Солган Л.А.** Экосистема в экосистеме: развитие финансовых технологий в России // *Финансы и кредит*. 2021. Т. 27. № 5 (809). С. 1116–1131.
58. **Фадеекина Н.В., Малина С.С.** Развитие теоретических представлений на категории «Экосистема» и «Инновационная экосистема» // *Сибирская финансовая школа*. 2021. № 2 (142). С. 103–111.

REFERENCES

1. **W.L. Young**, The role of desired variables in the keynesian ecosystem: a preliminary approach. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 1975, vol. 46 (3), pp. 213–232.
2. **J.K.W. Quarles van Ufford**, Fruit farm review and land record. *A journal for land owners, country gentlemen and others*. *De Economist*, 1890, vol. 39 (1), pp. 162–165.
3. **D.B. Hertz, R.T. Livingston**, *Contemporary Organizational Theory: A Review of Current Concepts and Methods*. *Human Relations*, 1950, vol. 3 (4), pp. 373–394.
4. **E.A. Locke, C.L. Hulin**, A review and evaluation of the validity studies of activity vector analysis. *Personnel Psychology*, 1962, vol. 15 (1), pp. 25–42.
5. **B. Egoh et al.**, Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics*, 2007, vol. 63 (4), pp. 714–721.
6. **G.C. van Kooten, B. Sohngen**, Economics of forest ecosystem carbon sinks: A review. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2007, vol. 1 (3), pp. 237–269.
7. **R. Curtin, R. Prellezo**, Understanding marine ecosystem based management: A literature review. *Marine Policy*, 2010, vol. 34 (5), pp. 821–830.
8. **K. Jayaraman**, Making sense of software ecosystems: A critical review. *Proceedings of the International Conference on Electronic Business (ICEB)*, 2011, pp. 314–320.
9. **S.H. Bakry, A. Al-Ghamdi**, Cultural pluralism in the context of the knowledge society ecosystem: Reviews and views. *Governance, Communication, and Innovation in a Knowledge Intensive Society*, 2013, pp. 1–14.
10. **M.A.N. Koslosky et al.**, Innovation ecosystems - A systematic review of the literature [Ecosystemas de inovação – Uma revisão sistemática da literatura]. *Espacios*, 2015, vol. 36 (3), art. no. 13.
11. **U. Pröbstl-Haider**, Cultural ecosystem services and their effects on human health and well-being – A cross-disciplinary methodological review. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 2015, vol. 10, pp. 1–13.
12. **M. Tsujimoto et al.**, Designing the coherent ecosystem: Review of the ecosystem concept in strategic management. *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 2015-September, art. no. 7273192, pp. 53–63.
13. **K. Jarvi, S. Kortelainen**, Taking stock of empirical research on business ecosystems: A literature review. *International Journal of Business and Systems Research*, 2017, vol. 11 (3), pp. 215–228.
14. **G.B. Guedes, L.B.Z. Paganin, M. Borsato**, Material flow mapping and industrial ecosystems: A literature structured review. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 2017, vol. 5, pp. 774–781.

15. **A.U. Daniel, F.T. Sunmola, P. Khoudian**, A systematic literature review on visibility in sustainable supply chain ecosystems. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2017 (JUL), pp. 867–878.
16. **R. Brown, C. Mason**, Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems. *Small Business Economics*, 2017, vol. 49 (1), pp. 11–30.
17. **M. El-Masri, E.M.A. Hussain**, Blockchain as a mean to secure Internet of Things ecosystems – a systematic literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 2021, vol. 34 (5), pp. 1371–1405.
18. **P.K. Senyo, K. Liu, J. Effah**, Digital business ecosystem: Literature review and a framework for future research. *International Journal of Information Management*, 2019, vol. 47, pp. 52–64.
19. **S. Mukhopadhyay, H. Bouwman**, Orchestration and governance in digital platform ecosystems: a literature review and trends. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 2019, vol. 21 (4), pp. 329–351.
20. **Z. Cao, X. Shi**, A systematic literature review of entrepreneurial ecosystems in advanced and emerging economies. *Small Business Economics*, 2021, vol. 57 (1), pp. 75–110.
21. **R. Zárate-Rueda, Y.I. Beltrán-Villamizar, D. Murallas-Sánchez**, Social representations of socio-environmental dynamics in extractive ecosystems and conservation practices with sustainable development: a bibliometric analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 2021, vol. 23, no 11, pp. 16428–16453.
22. **C.R. Foguesatto et al.**, What is going on recently in the innovation ecosystem field? A bibliometric and content-based analysis. *International Journal of Innovation Management*, 2021, vol. 25, no. 7, pp. 1–15.
23. **R. Palumbo, M.F. Manesh, M.M. Pellegrini, A. Caputo, G. Flamini**, Organizing a sustainable smart urban ecosystem: Perspectives and insights from a bibliometric analysis and literature review. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 297, art. no. 126622.
24. **M.V. Lychagin, G.M. Mkrtchyan, V.I. Suslov**, Kontseptsiya sistemno-innovatsionnogo bibliometricheskogo analiza i kartografirovaniya ekonomicheskoy literatury // *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsialno-ekonomicheskiye nauki*. 2014. № 2(14). S. 127–141.
25. **M.V. Lychagin, A.M. Lychagin**, Vzaimosvyaz tsifrovogo i industrialnogo aspektov v ekonomicheskikh issledovaniyakh s pozitsii bibliometricheskogo analiza na osnove EconLit // *Nauchno-tehnicheskkiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki*. 2021. t. 14, № 2 (14). S. 50–62.
26. **M.V. Lychagin, A.V. Babkin**, «Tsifrovaya ekonomika» s pozitsii vnutrennikh i vneshnikh vzaimosvyazey predmetnykh oblastey. *Tsifrovizatsiya ekonomicheskikh sistem: teoriya i praktika : monografiya / pod redaktsiyey A.V. Babkina. Sankt-Peterburg : POLITEKh-PRESS, 2020. § 2.1. S. 81–98.*
27. **L. Leydesdorff**, The triple helix, quadruple helix, . . . , and an N-Tuple of helices: Explanatory models for analyzing the knowledge-based economy? *Journal of the Knowledge Economy*, 2012, vol. 3, no. 1, pp. 25–35.
28. *Matematicheskiiy entsiklopedicheskiy slovar. M.: Sov. entsiklopediya, 1988. 847 s.*
29. *Atlas of New Research Based on EconLit (2006–2013). JEL Category Q / [Lychagin M.V., Mkrtchyan G.M., Suslov V.I., Tagaeva T.O., eds.] [Electronic resource]: with 19 vol. Novosibirsk: Novosibirsk State University Press, 2018. (Innovative Bibliometric Analysis in Economics series). (In English, with fragments in Russian). 2018, 1844 p. URL: <https://lib.nsu.ru/xmlui/handle/nsu/15263>.*
30. *Global Entrepreneurship Monitor 2020/2021 Global Report. London: Global Entrepreneurship Research Association, London Business School, 2021. 214 p. URL: <https://www.gemconsortium.org/reports/latest-global-report>.*
31. **L.K. Caldwell**, The Ecosystem as a criterion for public land policy. *Natural Resources Journal*, 1970, vol. 10, no. 2, pp. 203–221.
32. **D. Dhungana et al.**, Guiding principles of natural ecosystems and their applicability to software ecosystems. *Software ecosystems: analyzing and managing business networks in the software industry*. UK: Elgar. 2013, pp. 43–58.
33. **C. Bart et al.**, Creating value in ecosystems: crossing the chasm between knowledge and business ecosystems. *Research Policy*, 2014, vol. 43, no. 7, pp. 1164–1176.
34. **D. Sjodin**, Knowledge processing and ecosystem co-creation for process innovation: managing joint knowledge processing in process innovation projects. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 2019, vol. 15, no. 1, pp. 135–162.
35. **D. Audretsch et al.**, entrepreneurial ecosystems: economic, technological, and societal impacts. *Journal of Technology Transfer*, 2019, vol. 44, no. 2, pp. 313–325.

36. **A. Arenal et al.**, Innovation ecosystems theory revisited: the case of artificial intelligence in China. *Telecommunications Policy*, 2020, vol. 44, no. 6, pp.
37. **S. Li, Yu. Hao**, Big data and financial information analytics ecosystem: strengthening personal information under legal regulation. *Information Systems and e-Business Management*, 2020, vol. 18, no. 4, pp. 891–909.
38. **N. Gandal et al.**, Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem. *Journal of Monetary Economics*, vol. 95, no. 0, pp. 86–96.
39. **Sh. Simmons et al.**, Gender gaps and reentry into entrepreneurial ecosystems after business failure. *Small Business Economics*, 2019, vol. 53, no. 2, pp. 517–531.
40. **R. Ranjan**, Deriving double dividends through linking payments for ecosystem services to environmental entrepreneurship: The case of the invasive weed *Lantana camara*. *Ecological Economics*, 2019, vol. 164, art. no. 106380.
41. **U.Y. Nafizah, T. Adhya Rare**, Value Stream Mapping in Indonesia's shoe industry: an alternative tool to Map Innovation Ecosystem. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 113–130.
42. **Ke Rong et al.**, Business ecosystem research agenda: more dynamic, more embedded, and more internationalized. *Asian Business and Management*, 2018, vol. 17, no. 3, pp. 167–182.
43. **Li Jingxun et al.**, Managerial ties and knowledge transfer in business ecosystems: evidence from Korean subsidiaries in China. *Asian Business and Management*, 2018, vol. 17, no. 3, pp. 183–207.
44. **V.A. Sottini et al.**, The use of crowdsourced geographic information for spatial evaluation of cultural ecosystem services in the agricultural landscape: The case of Chianti Classico (Italy). *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 2019, vol. 18, no. 2, pp. 105–118.
45. **Yu. Imanto, R. Prijadi, R.D. Kusumastuti**, Innovation ecosystem for SMEs in the creative industry. *International Journal of Business*, 2019, vol. 24, no. 4, pp. 345–268.
46. **M. Lavcak, O. Hudec, Z. Sincakova**, Local and institutional factors of start-up ecosystems: common and inherited attributes. *Journal of the Knowledge Economy*, 2019, vol. 10, no. 4, pp. 1765–1783.
47. **R. Haines-Young, M.B. Potschin**, Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. UK: Fabis Consulting Ltd, 2018. URL: www.cices.eu
48. **C.P. VanderWilde, J.P. Newell**, Ecosystem services and life cycle assessment: A bibliometric review. *Resources, Conservation and Recycling*, 2021, vol. 169, art. no. 105461, pp. 1–15.
49. **P. Rahmati, A. Tafti, J.C. Westland, C. Hidalgo**, When all products are digital: Complexity and intangible value in the ecosystem of digitizing firms. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 2021, vol. 45, no. 3, pp. 1025–1058.
50. **T. Fan, A. Schwab, X. Geng**, Habitual entrepreneurship in digital platform ecosystems: A time-contingent model of learning from prior software project experiences. *Journal of Business Venturing*, 2021, vol. 36, no. 5, art. no. 106140.
51. **A. Kamalaldin, D. Sjödin, D. Hullova, V. Parida**, Configuring ecosystem strategies for digitally enabled process innovation: A framework for equipment suppliers in the process industries. *Technovation*, 2021, vol. 105, art. no. 102250.
52. **C. Squires, H. Markou**, An ecosystem model of small and medium sized enterprises publisher 'tiers': publisher size, sustainability and cultural policy. *Publishing Research Quarterly*, 2021, vol. 37, no. 3, pp. 420–438.
53. **U. Cantner, J.A. Cunningham, E.E. Lehmann, M. Menter**, Entrepreneurial ecosystems: a dynamic lifecycle model. *Small Business Economics*, 2021, vol. 57, no 1, pp. 407–423.
54. **D.Ø. Madsen, T. Berg**, An exploratory bibliometric analysis of the birth and emergence of industry 5.0. *Applied System Innovation*, 2021, vol. 4, no. 4, art. no. 87.
55. **K.V. Trushina, A.V. Smagin**, Trend na razvitiye krupneyshikh bankov v paradigme ekosistemy (k voprosu o ponyatii «Ekosistema») // *Bankovskiyeh uslugi*. 2019. № 12. S. 7–11.
56. **M.N. Ivanovich**, Ekosistema PAO Sberbank. Produkty ekosistemy dlya yuridicheskikh lits // *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*. 2020. № 14 (68). S. 49–51.
57. **Ye.V. Koroleva, L.A. Solgan**, Ekosistema v ekosisteme: razvitiye finansovykh tekhnologiy v Rossii // *Finansy i kredit*. 2021. T. 27. № 5 (809). S. 1116–1131.
58. **N.V. Fadeykina, S.S. Malina**, Razvitiye teoreticheskikh predstavleniy na kategorii «Ekosistema» i «Innovatsionnaya ekosistema» // *Sibirskaya finansovaya shkola*. 2021. № 2 (142). S. 103–111.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

ЛЫЧАГИН Михаил Васильевич

E-mail: lychagin@nsu.ru

LYCHAGIN Mikhail V.

E-mail: lychagin@nsu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3040-4332>

ЛЫЧАГИН Антон Михайлович

E-mail: anton@lychagin.ru

LYCHAGIN Anton M.

E-mail: anton@lychagin.ru

Статья поступила в редакцию 09.11.2021; одобрена после рецензирования 13.12.2021; принята к публикации 14.12.2021.

The article was submitted 09.11.2021; approved after reviewing 13.12.2021; accepted for publication 14.12.2021.

Научная статья

УДК 330.46, 332.012.2

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14602>

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЭКОНОМИКИ В КАТЕГОРИЯХ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СХЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

С.И. Насырова ✉ 

Институт развития образования Республики Башкортостан,
г. Уфа, Российская Федерация;
Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация

✉ svitland1@rambler.ru

Аннотация. В настоящее время человек с его потребностями становится центральным звеном многочисленных исследований и занимает в них ключевую роль. Экономические науки в данном направлении не являются исключением. Современная действительность такова, что актуализируется вопрос рассмотрения экономики, ориентированной на человека. В данной статье автором предпринята попытка проанализировать данную экономику как системный объект с его взаимодействующими элементами. Представление человеко-центричной экономики в данном контексте дает возможность формирования целостной интерпретации изучаемого феномена. Цель данного исследования – построение универсальной схемы взаимодействия элементов в экономике, ориентированной на человека, через понимание ее как системного объекта. Методология исследования основана на применении высокопродуктивного категориального метода «Универсальная схема взаимодействия». Результаты исследования: человеко-центричная экономика представлена в виде системного объекта; построена развернутая универсальная схема взаимодействия элементов в рамках данной экономической системы с выделением источника энергии (потребности организма как биологического существа, потребности в материальных товарах, потребности в услугах, потребности в социальном взаимодействии, потребности в информации, потребности в цифровых продуктах, потребности в идеях, потребности в новых знаниях), взаимодействующих ресурсов (человеческих, материальных, информационных), процесса взаимодействия в соответствующих сферах деятельности (природная сфера, материальная сфера, сфера услуг, социальная сфера, инфосфера, цифровая сфера, креатосфера, когнитивная сфера), результата этого взаимодействия (товары, услуги, идеи), конечного эффекта (удовлетворение потребностей) и формирования объекта (формирование и функционирование человеко-ориентированной экономики); выделены преобладающие потоки в процессе удовлетворения многообразных потребностей в человеко-центричной экономике; подтверждено центральное место человека в данной экономической системе; доказана ключевая роль креатосферы и когнитивной сферы в процессе формирования, функционирования и развития экономики, ориентированной на человека. Перспективными направлениями исследования представляются следующие: оценка уровня развития человеко-центричной экономики и выработка направлений управляющего воздействия на отдельные элементы и экономическую систему в целом.

Ключевые слова: человеко-центричная экономика, универсальная схема взаимодействия, экономическая система, человек, потребности

Для цитирования: Насырова С.И. Основные положения функционирования человеко-ориентированной экономики в категориях универсальной схемы взаимодействия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 29–39. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14602>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14602>

BASIC PROVISIONS OF THE FUNCTIONING OF A HUMAN-ORIENTED ECONOMY IN THE CATEGORIES OF A UNIVERSAL SCHEME OF INTERACTION

S.I. Nasyrova ✉ 

Institute of Education Development of the Republic of Bashkortostan,
Ufa, Russian Federation;
Bashkir State University,
Ufa, Russian Federation

✉ svitland1@rambler.ru

Abstract. Nowadays, human is becoming the central link in numerous studies and occupies a key role in them. Economics is no exception. The modern reality is such that the issue of considering a human-oriented economy is being actualized. In this article, the author attempts to analyze this economy as a system object with its interacting elements. The representation of a human-centered economy in this context makes it possible to form a holistic interpretation of the phenomenon under study. The purpose of this study is to build a universal scheme for the interaction of elements in a human-oriented economy through understanding it as a system object. The research methodology is based on the application of the highly productive categorical method “Universal scheme of interaction”. As a result, human-centered economy is presented as a system object. Comprehensive universal scheme for the interaction of elements within the framework of this economic system is constructed with the allocation of: an energy source (the needs of an organism as a biological being, the needs for material goods, the needs for services, the needs for social interaction, the needs for information, the needs for digital products, the needs for ideas, the needs in new knowledge); interacting resources (human, material, informational resources); the process of interaction in the relevant areas of activity (natural sphere, material sphere, service sphere, social sphere, infosphere, digital sphere, creatosphere, cognitive sphere); the result of this interaction (goods, services, ideas); the final effect (satisfaction of needs) and the object formation (formation and functioning of a human-oriented economy). The predominant flows in the process of satisfying diverse needs in a human-centered economy are highlighted. The central place of human in this economic system is confirmed and the key role of the creatosphere and the cognitive sphere in the formation, functioning and development of a human-oriented economy is proved. Promising research directions are the following: assessment of the level of development of a human-centered economy and the development of directions of controlling influence on individual elements and the economic system as a whole.

Keywords: human-centered economy, universal scheme of interaction, economic system, human, needs

Citation: S.I. Nasyrova, Basic provisions of the functioning of a human-oriented economy in the categories of a universal scheme of interaction, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 29–39. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14602>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Фундаментальные работы известных экономистов, таких как Я. Корнай [1, 2], Г.Б. Клейнер [3–5], указывают на то, что в настоящее время системная парадигма становится особенно актуальной при проведении многочисленных исследований. Принципы системного подхода нашли применение в биологии, экономике, управлении, психологии, кибернетике и др.

Применение системного подхода дает возможность целостного отражения того или иного феномена с учетом всех его компонентов, взаимосвязей, процессов, акторов и т.д. Исследуемый



объект при этом рассматривается как относительно единая, устойчивая система, проходящая этапы создания, функционирования, реорганизации и ликвидации [6].

Первые представления о системности, предвосхищая ключевые постулаты общей теории систем, были представлены еще А.А. Богдановым в труде «Тектология. Всеобщая организационная наука» [7], в котором отражаются общие принципы строения, устойчивости, развития систем различного уровня и вида (от биологических до социальных) [8]. Основная идея А.А. Богданова формируется через динамические аспекты систем, циклы развития и деградации.

Дальнейшее значительное развитие обозначенного направления происходит под влиянием работ Л. фон Берталанфи [9] как основоположника общей теории систем. Л. фон Берталанфи акцентирует внимание не на составных частях целого, а на отношениях, связях, процессах между ними.

В дальнейшем У.Р. Эшби, развивая взгляды Л. фон Берталанфи, в своей работе «Общая теория систем как новая научная дисциплина» акцентирует внимание на системном подходе, включающем общую теорию систем, интерпретируя ее как новую дисциплину, «которая исследует системы без их расчленения. Внутренние взаимодействия при этом не нарушаются, и система изучается в полном смысле слова как единое целое» [10].

Несомненно, многочисленные исследования, отражающие применение данного направления методологии научного познания в отношении различных феноменов и явлений (так, например, на основе системного подхода Р. Бёрден исследовал проблемы поведения в школах [11], Рыбачук – инновационное развитие страны [12], Э.Б. Барбье и Дж. Берджесс – цели устойчивого развития [13], С.В. Разманова – интеграцию компаний в конкурентной среде [14], Г.С. Дэй и Г. Ши – изменения в организациях на основе инноваций [15]), подтверждают высокую продуктивность системного подхода и возможность его использования для получения комплексного, целостного понимания объекта исследования.

В качестве такой системы в рамках данного исследования выступает сложносоставная экономика, ориентированная на человека¹, где ключевая роль принадлежит человеку с его объективно необходимыми потребностями, и благодаря человеку экономическая система становится целостной [16] и активной [17]. В рамках данной системы человек и его потребности позиционируются как исходные категории, своеобразное «начало», импульс формирования, развития и функционирования экономики. Однако, библиографический анализ показал, что полноценная теория данной экономической системы в научных исследованиях отсутствует, несмотря на основное предназначение экономики через удовлетворение потребностей людей. В этой связи, автором предпринята попытка рассмотреть объект исследования – человеко-центричную экономику – в контексте системного подхода с целью формирования целостного представления об изучаемом феномене, ликвидируя барьеры его компонентного состава. При этом предметом исследования является система взаимодействующих элементов в экономике, ориентированной на человека.

Цель исследования

Цель данного исследования заключается в построении универсальной схемы взаимодействия элементов в экономике, ориентированной на человека, через понимание ее как системного объекта.

Постановка данной цели предполагает решение следующих задач:

- выявление компонентов человеко-центричной экономики и определение процесса их взаимодействия в рамках ее системного рассмотрения;
- идентификация приоритетных потоков в человеко-ориентированной экономике в процессе удовлетворения многообразных потребностей человека.

Методика исследования

Для достижения поставленной цели автором предлагается использование универсальной схемы взаимодействия, первоначально разработанной в рамках исследования экологических систем Ю. Одумом [18].

Данный метод предполагает применение когнитивного шаблона категориально-системной методологии. Категориальная схематехника позволяет представить объект исследования (человеко-ориентированную экономику) в виде целостного, системного явления.

Использование категориального метода «Универсальная схема взаимодействия» в контексте познания экономики, ориентированной на человека, будет осуществляться за счет интерпретации объекта исследования в категориях развернутой универсальной схемы взаимодействия.

Применение данной схемы предполагает следующие этапы [19, с. 80]:

- 1) поиск источников энергии, обеспечивающих формирование и функционирование объекта исследования;
- 2) определение взаимодействующих элементов в виде ресурсов, которые посредством заинтересованных акторов включаются в процесс формирования и функционирования изучаемого феномена;
- 3) обеспечение краткосрочного планирования – определение целевых установок через идентификацию процесса взаимодействия элементов;
- 4) обеспечение среднесрочного планирования – прогнозирование результата, получаемого вследствие взаимодействия элементов исследуемого объекта;
- 5) обеспечение долгосрочного планирования – определение единого эффекта, приобретаемого в результате формирования и функционирования изучаемого явления;
- 6) реализация стратегической цели в виде непосредственного формирования исследуемого объекта.

Результаты исследований и их обсуждение

Рассмотрим человеко-центричную экономику как систему взаимодействующих элементов (рис. 1).

Как уже отмечалось ранее, выделяют шесть этапов развернутой универсальной схемы взаимодействия. Проанализируем их подробнее.

Экономика, ориентированная на человека, с точки зрения ее функционирования является многоэтапной экономической системой. Первоисточником человеко-центричной экономики являются многообразные потребности человека. На первом этапе происходит определение источника формирования объекта, в качестве которых в рамках объекта исследования выступают разнообразные человеческие потребности [20]. На предыдущих этапах исследования автором в рамках исследования человеко-центричной экономики были выделены ключевые потребности человека, сформированные с помощью метода «Конечный информационный поток», исходя из человеческой природы, среди которых: потребности организма как биологического существа, потребности в материальных товарах, потребности в услугах, потребности в социальном взаимодействии, потребности в информации, потребности в цифровых продуктах, потребности в идеях, потребности в новых знаниях.

Указанные потребности, представленные на первом этапе развернутой универсальной схемы взаимодействия, сами по себе пассивны; необходима определенная воля, деятельность акторов, чтобы обеспечить их удовлетворение. Для этого на втором этапе в экономическую систему включаются определенные элементы в виде ресурсов человеко-ориентированной экономики, которые используются в процессе создания определенных благ. Таким образом, ресурсы необходимы для непосредственного функционирования экономической системы. В качестве таковых выступают человеческие, материальные и информационные ресурсы. Данные взаимодействующие элемен-

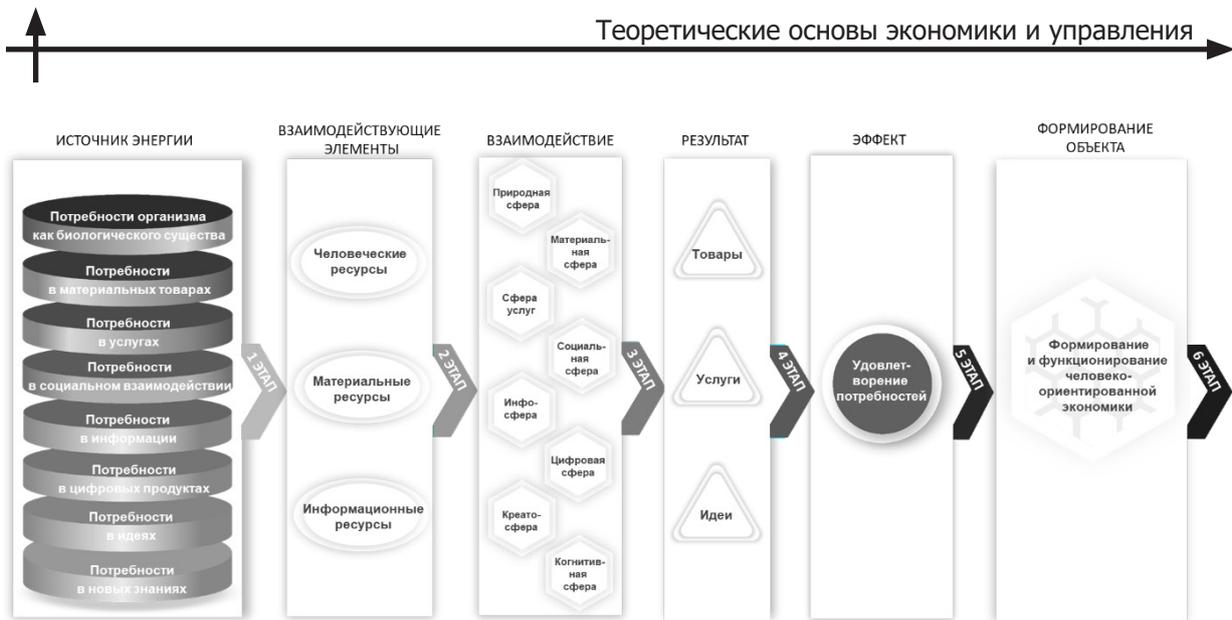


Рис. 1. Развернутая универсальная схема взаимодействия в экономике, ориентированной на человека

Fig. 1. Detailed universal scheme of interaction in the human-oriented economy

Источник: составлено автором

ты включаются в процесс формирования и функционирования человеко-ориентированной экономики путем задействования их в процессе производства благ, удовлетворяющих сформированные ранее потребности.

На третьем этапе универсальной схемы взаимодействия происходит взаимодействие ресурсов, выделенных на втором этапе, т.е. осуществляется процесс непосредственного производства в рамках различных сфер экономики, ориентированной на человека. Разнообразие потребностей человека формирует спектр соответствующих разнообразных сфер деятельности: природная сфера, материальная сфера, сфера услуг, социальная сфера, инфосфера, цифровая сфера, креатосфера, когнитивная сфера. Следует отметить, что взаимодействие ресурсов осуществляется в рамках обозначенных сфер экономики, при этом все указанные сферы тесно взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом.

Четвертый этап представляет собой результат указанного взаимодействия элементов. Соответственно, в качестве результата производства (взаимодействия ресурсов) выступают разнообразные блага: товары, услуги и идеи [21]. Создание благ является результатом функционирования соответствующих сфер данной экономической системы.

На пятом этапе формируется эффект от полученных результатов, который в человеко-центричной экономике проявляется в виде единой целевой установки экономической системы – удовлетворение потребностей человека, хотя последние имеют многосторонний характер и могут быть интерпретированы с точки зрения их многообразия. Эффектом выступает переход экономики, ориентированной на человека, на иной уровень развития, который может выражаться в обретении нового качества системой или его утраты. Более высокий уровень развития предполагает прогрессивную ветвь развития, более низкий уровень – регрессивную ветвь.

Завершающим этапом является выполнение миссии через формирование и функционирование объекта исследования.

На основе представленной развернутой универсальной схемы взаимодействия проанализируем преобладающие потоки в рамках человеко-ориентированной экономики (рис. 2).

Безусловно, все обозначенные в схеме компоненты на каждом этапе взаимосвязаны и взаимодействуют между собой. В рамках данного этапа исследования остановимся лишь на преобладающих потоках для удовлетворения каждого вида потребностей.

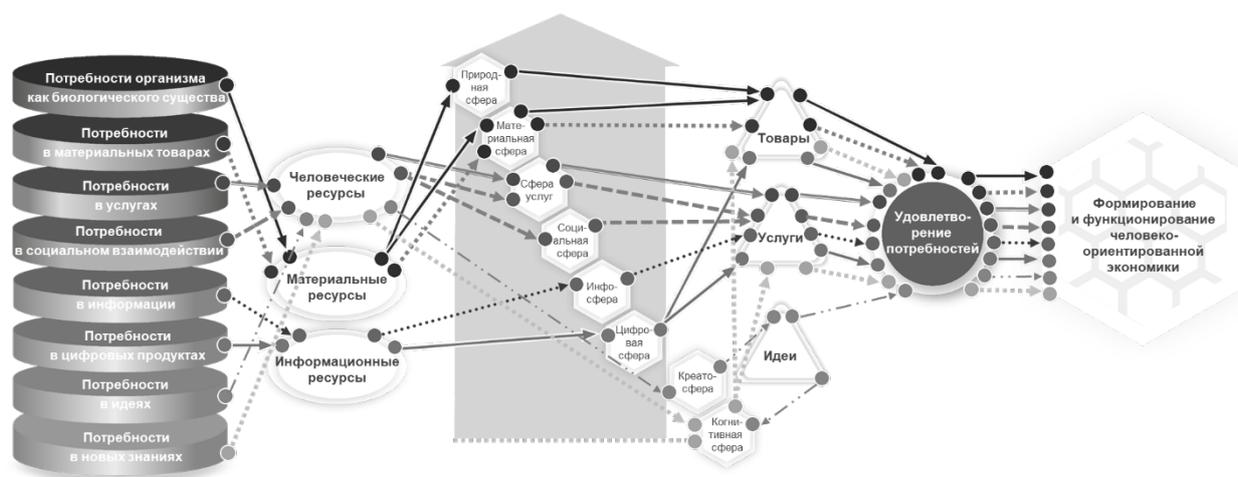


Рис. 2. Преобладающие потоки в экономике, ориентированной на человека

Fig. 2. Prevailing flows in the human-oriented economy

Источник: составлено автором

Первоначально следует отметить, что исследование потребностей организма как биологического существа (биологических потребностей), как правило, не входит в круг вопросов, исследуемых в рамках экономической теории. При этом, человек в первую очередь является биологическим существом, поэтому экономика, ориентированная на человека, становится основой для взаимодействия человека и природы, данное взаимодействие осуществляется через экономическую систему [22, с. 155, 163]. Именно через человеко-центричную экономику индивид должен получать блага, которые необходимы для удовлетворения биологических потребностей человека. Вследствие этого, в представленной развернутой универсальной схеме взаимодействия в экономике, ориентированной на человека, существует данный вид потребностей. Определяя приоритетные связи в рамках удовлетворения потребностей организма как биологического существа отметим, что они реализуются, как правило, за счет производства и потребления материальных товаров в природной и материальных сферах в результате преобразования материальных ресурсов.

В случае с материальными потребностями логика определения преобладающих связей очевидна и наиболее понятна в силу значительной разработанности данного аспекта в рамках экономической науки, поскольку ее значительная часть строится на материальных аспектах жизнедеятельности человека. Вследствие этого, потребности в материальных товарах удовлетворяются в основном посредством производства и потребления материальных товаров в материальной сфере за счет преобразования материальных ресурсов.

Потребности в услугах имеют большое значение в современном развитии экономики. Прямые контакты между производителем и потребителем услуг [23, с. 27] определяют приоритетность человеческого ресурса в удовлетворении данного вида потребностей, акцентируя внимание на непосредственный процесс предоставления услуги, и зависимость от клиента как «соавтора ценности» получаемого блага [24]. Таким образом, в качестве приоритетных связей выступает следующая последовательность: удовлетворение потребностей в услугах происходит за счет оказания услуг в сервисной сфере с помощью человеческих ресурсов.

Потребности в социальном взаимодействии находят удовлетворение в рамках двух сфер: социальной сферы и сферы услуг (последовательность указания сфер соотносится с преимущественным удовлетворением социальных потребностей в социальной сфере по сравнению со сферой услуг). При этом по сравнению с предыдущим видом потребностей человеческие ресурсы здесь



играют еще бóльшую роль и результатом взаимодействия элементов в указанных сферах становятся услуги в различных их формах.

Поскольку удовлетворение информационных потребностей строится, преимущественно, на выстраивании обширного спектра взаимодействия человека и информации [25, с. 11], поэтому ключевым элементом в рамках приоритетных связей удовлетворения данного вида потребностей выступают информационные ресурсы, которые преобразуются в соответствующие виды услуг в рамках информационной сферы.

Цифровизация – это глобальный мировой тренд [26, с. 165], затрагивающий многочисленные аспекты жизнедеятельности человека, поэтому деятельность в рамках цифровой сферы связана практически со всеми сферами человеко-ориентированной экономики. В отношении потребностей в цифровых продуктах в качестве приоритетных связей следует отметить преобразование, преимущественно, информационных ресурсов в рамках цифровой сферы в цифровые блага или нецифровые товары и услуги с применением цифровых технологий.

Рассмотрим связи применительно к следующему виду потребностей. Потребности в идеях реализуются посредством использования человеческих ресурсов в рамках креатосферы путем производства специфического блага – идей. Последние ценны для человека сами по себе, но бóльшее значение они имеют в рамках остальных сфер человеко-центричной экономики, в результате применения креативной энергии человеческого ресурса происходит интенсивное сближение интересов производителей и индивидуальных потребителей [27, с. 56], обеспечивается адресность удовлетворения всех видов потребностей человека. Вследствие чего, идеи имеют два направления движения: непосредственно через удовлетворение потребности человека в идеях (конечное их потребление) и через применение идей в различных сферах экономической системы с дальнейшим удовлетворением потребностей индивида через многообразные товары и услуги (косвенное их потребление). При этом последнее реализуется преимущественно через когнитивную сферу, которая дает обоснованный потенциал для развития других сфер экономики.

Завершающий вид потребностей человека – это потребности в новых знаниях. Создание новой ценной информации и знаний осуществляется главным образом за счет применения человеческих ресурсов [28, с. 87] в рамках когнитивной сферы, результат функционирования которой представляется в виде товаров и услуг. Следует отметить, что помимо прямого потребления результатов функционирования когнитивной сферы, бóльшую применимость имеют идеи креатосферы, которые преобразованные в рамках когнитивной сферы находят применение во всех остальных сферах человеко-центричной экономики.

В целом оценивая представленную развернутую универсальную схему взаимодействия в экономике, ориентированной на человека, с преобладающими потоками, можно констатировать, что ключевым взаимодействующим элементом выступают именно человеческие ресурсы. При этом в качестве основного результата такого взаимодействия становятся преимущественно услуги. Безусловно, такая тенденция достаточно очевидна. Однако, в условиях становления человеко-центричной экономики с целью формирования объективно необходимых потребностей человека и более эффективного их удовлетворения, необходимо активное развитие результатов функционирования креатосферы, которая стимулирует на эффективное осуществление деятельности все сферы экономики, ориентированной на человека.

Утверждение А. Маршалла, что «человек одновременно является целью производства и его фактором» [29, с. 20], опираясь на развернутую универсальную схему взаимодействия в экономике, ориентированной на человека, можно перефразировать следующим образом: человек – ядрообразующий компонент человеко-центричной экономической системы, поскольку индивид формирует потребности, является ключевым фактором производства и стремится к наиболее полному удовлетворению потребностей путем активного «пронизывания» остальных сфер эко-

номики результатами креатосферы и когнитивной сферы, сформированными благодаря мыслительной природе человека.

Итак, комплексным результатом удовлетворения всех видов потребностей, основанных на единстве тройственной природы человека (биологической, социальной, мыслительной), становится формирование и функционирование экономики, ориентированной на человека, а в долгосрочном варианте – развитие человеко-центричной экономики через обретение ею новых качественных характеристик.

В перспективе, оценивая уровень развития человеко-ориентированной экономики, можно выстраивать мероприятия по непосредственному ее преобразованию. С этой целью оказывается управляющее воздействие [30, с. 765] со стороны субъекта управления на элементы представленной универсальной схемы взаимодействия. В результате дальнейшего взаимодействия элементов экономической системы вырабатывается комплексное управляющее воздействие на весь объект через элементы системы.

Заключение

В результате проведенного исследования посредством применения категориального метода «Универсальная схема взаимодействия» автором получены следующие результаты.

Во-первых, построена развернутая универсальная схема взаимодействия с идентификацией элементов на каждом ее этапе применительно к человеко-ориентированной экономике: источник формирования объекта (потребности организма как биологического существа, потребности в материальных товарах, потребности в услугах, потребности в социальном взаимодействии, потребности в информации, потребности в цифровых продуктах, потребности в идеях, потребности в новых знаниях), взаимодействующие элементы (человеческие, материальные, информационные ресурсы), взаимодействие (природная сфера, материальная сфера, сфера услуг, социальная сфера, инфосфера, цифровая сфера, креатосфера, когнитивная сфера), результат взаимодействия (товары, услуги, идеи), эффект (удовлетворение потребностей), формирование объекта (формирование и функционирование экономики, ориентированной на человека).

Во-вторых, с помощью развернутой универсальной схемы взаимодействия элементов в человеко-ориентированной экономике определены преобладающие потоки в процессе удовлетворения каждого вида потребностей человека.

В-третьих, доказано центральное место человека в человеко-центричной экономике, а также обоснована ключевая роль креатосферы и когнитивной сферы в формировании, функционировании и развитии рассматриваемой экономической системы.

Направления дальнейших исследований

Перспективные исследования, связанные с системным представлением экономики, ориентированной на человека, направлены на выработку комплекса мер по стимулированию развития как отдельных сфер человеко-центричной экономики, так и экономики в целом, а также на идентификацию и понимание эффекта от управленческих механизмов в краткосрочном и долгосрочном аспектах, учитывая всю цепочку взаимосвязанных компонентов экономической системы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Kornai J.** The System Paradigm. William Davidson Institute. Working Papers Series 278. William Davidson Institute at the University of Michigan, 1998. Pp. 1–26.
2. **Kornai J.** The system paradigm revisited. Acta Oeconomica. 2016. Vol. 66. no. 4. Pp. 547–596. DOI: 10.1556/032.2016.66.4.1

3. **Клейнер Г.Б.** Системная парадигма и теория предприятия // Вопросы экономики. 2002. № 10. С. 47–69.
4. **Клейнер Г.Б.** Системная парадигма и экономическая политика // Общественные науки и современность. 2007. № 2. С. 141–149.
5. **Клейнер Г.Б.** Системная парадигма и экономическая политика // Общественные науки и современность. 2007. № 3. С. 99–114.
6. **Клейнер Г.Б.** «Мягкие» и «жесткие» системы в экономике // Системная экономика, экономическая кибернетика, мягкие измерения: сборник статей XVII Международной конференции. Санкт-Петербург, 2014. С. 6–12.
7. **Богданов А.А.** Тектология: Всеобщая организационная наука. В 2-х кн. М.: Экономика, 1989.
8. **Мельник М.С.** Теоретические основы формирования системного подхода к оценке явлений социально-экономической динамики // Социальная политика и социология. 2010. № 6 (60). С. 113–129.
9. **Bertalanffy L. von.** General System Theory – A Critical Review. General Systems. 1962. Vol. VII. Pp. 1–20.
10. **Ashby W.R.** General Systems Theory as a New Discipline, «General Systems». 1958. Vol. III. Pp. 1–17.
11. **Burden R.** Systems theory and its relevance to schools. In Problem behaviour in the secondary school. Routledge, 2018. 198 p.
12. **Рыбачук М.А.** Системный подход к гармонизации страновой модели инновационного развития // Экономическая наука современной России. 2020. № 2 (89). С. 68–83.
13. **Barbier E.B., Burgess J.C.** The Sustainable Development Goals and the systems approach to sustainability. Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal. 2017. Vol. 11. DOI: 10.5018/economics-ejournal.ja.2017-28
14. **Разманова С.В.** Интеграция экономических систем на основе гармонического равновесия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2016. № 4 (246). С. 214–227.
15. **Day G.S., Shea G.** (2020). Changing the Work of Innovation: A Systems Approach. California Management Review. 2020. Vol. 63. no.1. Pp. 41–60. DOI: 10.1177/0008125620962123
16. **Cruz I., Stahel A., Max-Neef M.** Towards a systemic development approach: Building on the Human-Scale Development paradigm. Ecological Economics. 2009. Vol. 68. no. 7. Pp. 2021–2030. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.02.004
17. **Kleiner G.B.** A new theory of economic systems and its applications. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2011. Vol. 81. no. 5. Pp. 516–532.
18. **Одум Ю.** Экология: в 2 т. М.: Мир, 1986. 656 с.
19. **Боуш Г.Д.** Методология научного исследования (в кандидатских и докторских диссертациях). М.: ИНФРА-М, 2020. 227 с.
20. **Fellner W.J., Goehmann B.** Human needs, consumerism and welfare. Cambridge Journal of Economics. 2020. Vol. 44. no. 2. Pp. 303–318. DOI: 10.1093/cje/bez046
21. **Насырова С.И.** Идеи как благо в человеко-ориентированной экономике. Проблемы модернизации экономики территориальных систем Российской Федерации: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Уфа, 2021. С. 30–33.
22. **Буян И.В.** Основы теории нужд человека и проблем их удовлетворения // Научно-теоретический журнал. Наука и экономика. 2014. № 2 (34). С. 154–165.
23. **Башмачникова Е.В., Морякова А.В.** Сфера услуг: закономерности и условия развития // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. 2008. № 3. С. 27–33.
24. **Anderson S., Pearo L.K., Widener S.K.** Drivers of Service Satisfaction. Journal of Service Research. 2008. Vol. 10. no. 4. Pp. 365–381. DOI: 10.1177/1094670508314575
25. **Сальников И.И.** Движущие силы развития средств удовлетворения информационных потребностей человека // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 3 (19). С. 11–15.
26. **Малинина Т.Б.** Место цифровой экономики в социальном развитии человека и общества // Глобальный научный потенциал. 2017. № 10 (79). С. 163–166.
27. **Мельников О.Н., Ларионов Г.В.** Души прекрасные моменты... роль креативности при разработке товара и услуги в предпринимательстве // Креативная экономика. 2007. № 2 (2). С. 52–58.

28. **Диденко Д.В.** Интеллектуалоемкая экономика: человеческий капитал в российском и мировом социально-экономическом развитии. СПб.: Алетейя, 2015. 408 с.
29. **Кудрявцева С.С.** Роль интеллектуального капитала в инновационной экономике // Человеческий капитал и профессиональное образование. 2015. № 2 (14). С. 19–25.
30. **Аксюткина З.А.** Анализ социального воспитания на основе универсальной схемы взаимодействия // Омские научные чтения – 2019: Материалы Третьей Всероссийской научной конференции. Омск, 2019. С. 764–767.

REFERENCES

1. **J. Kornai**, The System Paradigm. William Davidson Institute. Working Papers Series 278. William Davidson Institute at the University of Michigan, 1998. Pp. 1–26.
2. **J. Kornai**, The system paradigm revisited. *Acta Oeconomica*. 2016. Vol. 66. no. 4. Pp. 547–596. DOI: 10.1556/032.2016.66.4.1
3. **G.B. Kleiner**, System paradigm and theory of the enterprise. *Voprosy Ekonomiki*, 2002, no. 10, pp. 47–69. (rus)
4. **G.B. Kleiner**, System paradigma and economic politycy. *Social Sciences and Contemporary World*, 2007, no. 2, pp. 141–149. (rus)
5. **G.B. Kleiner**, System paradigma and economic politycy. *Social Sciences and Contemporary World*, 2007, no. 3, pp. 99–114. (rus)
6. **G.B. Kleiner**, «Soft» and «hard» economic systems. System economy, economic cybernetics, soft dimensions: collection of articles of the XVII International Conference, Saint Petersburg, 2014. Pp. 6–12. (rus)
7. **A.A. Bogdanov**, Tectology: General Organizational Science. In 2 books. Moscow, Economy, 1989. (rus)
8. **M.S. Melnik**, Theoretical foundations of the formation of a systematic approach to assessing the phenomena of socio-economic dynamics. *Social policy and sociology*, 2010, no. 6 (60), pp. 113–129. (rus)
9. **L. von Bertalanffy**, General System Theory – A Critical Review. *General Systems*. 1962. Vol. VII. Pp. 1–20.
10. **W.R. Ashby**, General Systems Theory as a New Discipline, «General Systems». 1958. Vol. III. Pp. 1–17.
11. **R. Burden**, Systems theory and its relevance to schools. In *Problem behaviour in the secondary school*. Routledge, 2018. 198 p.
12. **M.A. Rybachuk**, A system approach to harmonization of the country model of innovative development. *Economics of Contemporary Russia*, 2020, no. 2 (89), pp. 68–83. (rus)
13. **E.B. Barbier, J.C. Burgess**, The Sustainable Development Goals and the systems approach to sustainability. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. 2017. Vol. 11. DOI: 10.5018/economics-ejournal.ja.2017-28
14. **S.V. Razmanova**, Economic systems integration based on harmonic balance. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2016, no. 4 (246), pp. 214–227. (rus)
15. **G.S. Day, G. Shea**, (2020). Changing the Work of Innovation: A Systems Approach. *California Management Review*. 2020. Vol. 63. no. 1. Pp. 41–60. DOI: 10.1177/0008125620962123
16. **I. Cruz, A. Stahel, M. Max-Neef**, Towards a systemic development approach: Building on the Human-Scale Development paradigm. *Ecological Economics*. 2009. Vol. 68. no. 7. Pp. 2021–2030. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.02.004
17. **G.B. Kleiner**, A new theory of economic systems and its applications. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2011. Vol. 81. no. 5. Pp. 516–532.
18. **Y. Odum**, Ecology. In 2 vol. Moscow, Peace, 1986. 656 p. (rus)
19. **G.D. Boush**, Methodology of scientific research (in Phd and doctoral dissertations). Moscow, IN-FRA-M, 2020. 227 p. (rus)
20. **W.J. Fellner, B. Goehmann**, Human needs, consumerism and welfare. *Cambridge Journal of Economics*. 2020. Vol. 44. no. 2. Pp. 303–318. DOI: 10.1093/cje/bez046



21. **S.I. Nasyrova**, Ideas as a good in human-oriented economy. Problems of modernization of the economy of territorial systems of the Russian Federation: Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. Ufa, 2021. Pp. 30–33. (rus)
22. **I.V. Buyan**, Methodological foundations of the theory of human needs and problems of their satisfaction. Scientific and theoretical journal. Science and economics, 2014, no. 2 (34), pp. 154–165. (rus)
23. **E.V. Bashmachnikova, A.V. Moriakova**, Service industry: regularity and development conditions. Vestnik of VRSUS. Series «Economics», 2008, no. 3, pp. 27–33. (rus)
24. **S. Anderson, L.K. Pearo, S.K. Widener**, Drivers of Service Satisfaction. Journal of Service Research. 2008. Vol. 10. no. 4. Pp. 365–381. DOI: 10.1177/1094670508314575
25. **I.I. Salnikov**, Driving force development funds information needs rights. XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus, 2014, no. 3 (19), pp. 11–15. (rus)
26. **T.B. Malinina**, The place of digital economy in the development of man and society. Global Scientific Potential, 2017, no. 10 (79), pp. 163–166. (rus)
27. **O.N. Melnikov, G.V. Larionov**, Souls are wonderful moments ... the role of creativity in product and service development in entrepreneurship. Journal of Creative Economy, 2007, no. 2 (2), pp. 52–58. (rus)
28. **D.V. Didenko**, Knowledge-intensive economy: human capital in Russian and global socio-economic development. St. Petersburg, Aletheia, 2015. 408 p. (rus)
29. **S.S. Kudryavtceva**, The role of intellectual capital in innovational economy. Human Capital and Professional Education, 2015, no. 2(14), pp. 19–25. (rus)
30. **Z.A. Aksutina**, Analysis of social education based on the universal interaction scheme. Omsk Scientific Readings – 2019: proceedings of the Third All-Russian Scientific Conference Omsk, 2019. Pp. 764–767. (rus)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / THE AUTHOR

НАСЫРОВА Светлана Ирековна

E-mail: svitland1@rambler.ru

NASYROVA Svetlana I.

E-mail: svitland1@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4101-755x>

Статья поступила в редакцию 08.09.2021; одобрена после рецензирования 17.12.2021; принята к публикации 20.12.2021.

The article was submitted 08.09.2021; approved after reviewing 17.12.2021; accepted for publication 20.12.2021.

Научная статья

УДК 330

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14603>

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО ПОДХОДА

Л.Н. Устинова , А.О. Аракелова

Российская государственная академия интеллектуальной собственности,
Москва, Российская Федерация

 liliiia-ustinova@mail.ru

Аннотация. Развитие человеческого капитала на государственном и региональном уровне, а также реализация программ развития человеческих ресурсов предприятий позволяет решить стратегическую задачу инновационного и устойчивого развития страны. Внедрение инновационных методов управления – это ключевой фактор устойчивой и конкурентоспособной работы предприятий. В статье подчеркивается, что наиболее эффективное использование человеческого капитала в условиях цифровой трансформации возможно только при формировании стратегии непрерывного профессионального роста персонала на основе использования новых технологий и программ. Отмечена необходимость повышения знаний для персонала в сфере цифровых технологий. Поставлена задача повышения активности организации и эффективности ее работы на основе создания надежной цифровой инфраструктуры и повышения уровня знаний. Умное производство – высококвалифицированные рабочие, знающие практические и информационные технологии, работающие на совершенно новом уровне. «Индустрия 4.0» соединяет системные промышленные технологии и умные производственные процессы, в которых бизнес-модели и вся отрасль в целом будут радикально трансформированы [2]. Технологическое лидерство и выделение в промышленности автоматизации и программного обеспечения на основе встроенных систем и сильных промышленных сетей заложат основы успеха развития проекта «Индустрия 4.0». Переход производства на технологии Индустрии 4.0 требует подготовки персонала к новым требованиям, так как работники столкнутся с разными вызовами. Персонал будет лучше адаптироваться к изменениям. Уровень квалификации человеческих ресурсов являются важными показателями для экономического развития в рамках Индустрии 4.0. В статье на конкретных примерах рассмотрены современные методы управления человеческими ресурсами. Показано, что процесс активной цифровизации меняет и систему образования, оказывая большое влияние на формирование и развитие человеческого потенциала. В настоящее время на предприятиях и в образовательной практике зарубежных и российских вузов развиваются и внедряются инновационные модели и технологии обучения. Цифровизация образования стала ключевой характеристикой в последние несколько лет. Внедрение инноваций в систему обучения высшей школы показывает ее динамику, так как именно удовлетворение меняющихся потребностей студентов на инновационный формат обучения обуславливают повышение эффективности процесса обучения в целом.

Ключевые слова: человеческие ресурсы, цифровая среда организации, цифровые коммуникации, выявление талантов, передача знаний, интерактивные цифровые технологии, цифровой университет

Для цитирования: Устинова Л.Н., Аракелова А.О. Технологии управления человеческими ресурсами на основе цифрового подхода // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 40–52. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14603>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14603>

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT TECHNOLOGIES BASED ON A DIGITAL APPROACH

L.N. Ustinova ✉, **A.O. Arakelova**Russian State Academy of Intellectual Property,
Moscow, Russian Federation✉ liliiia-ustinova@mail.ru

Abstract. The development of human capital at the state and regional levels, as well as the implementation of programs for the development of human resources of enterprises, allows us to solve the strategic task of innovative and sustainable development of the country. The introduction of innovative management methods is a key factor in the sustainable and competitive operation of enterprises. The article emphasizes that the most effective use of human capital in the conditions of digital transformation is possible only when forming a strategy for continuous professional growth of personnel based on the use of new technologies and programs. The need to increase knowledge for staff in the field of digital technologies was noted. The task is to increase the activity of the organization and the efficiency of its work on the basis of creating a reliable digital infrastructure and increasing the level of knowledge. Smart manufacturing involves highly skilled workers who know practical and information technologies and operate at a completely new level. Industry 4.0 connects systemic industrial technology and smart manufacturing processes, in which business models and the entire industry will be radically transformed. Technological leadership and excellence in the automation and software industry based on embedded systems and strong industrial networks will lay the foundations for the success of the Industry 4.0 project. The transition of production to Industry 4.0 technologies requires staff training for new requirements, since employees will face different challenges. Staff will be able to adapt to the changes better. Human resource qualifications are important indicators of economic development within Industry 4.0.

Keywords: human resources, organization's digital environment, digital communications, talent identification, knowledge transfer, interactive digital technologies, digital university

Citation: L.N. Ustinova, A.O. Arakelova, Human resource management technologies based on a digital approach, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 40–52. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14603>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Современная среда проходит через стадию радикальной трансформации. Данные и информация становятся новым фактором производства, основным инструментом цифровой трансформации, связующими элементами, соединяющим физические процессы и цифровой мир. Без модернизации и трансформации процессов управления человеческими ресурсами (HR-human resources) невозможно добиться устойчивого, конкурентоспособного развития в современном мире цифровой экономики. Опыт применения системы SAP раскрывается в зарубежных и отечественных трудах ученых.

Анализируя обзор публикаций ученых по теме управления человеческими ресурсами в современных условиях нужно отметить, что, например, в материалах международного форума Бернд Хиллер, генеральный директор ООО "Фирма Г.Ф.К." [4] выделил проблемы в управлении HR: нехватка руководящих кадров со стратегическим пониманием развития – 43%; отсутствие знаний у клиентов – 50%, отсутствие квалифицированного персонала на предприятиях – 45%. Это подчеркивает актуальность проведенного исследования и предложение новых технологий в управлении HR.

В статье авторов [3, глава 4.3] рассмотрены процессы взаимодействия человеческого и искусственного интеллекта (ИИ) и возможность преобразовать данные в объекты интеллектуальной собственности. ИИ создает дополнительные источники для роста, рассматриваются когнитивные помощники. В работах авторов Boudreau J.W., Ramstad P.M. Talentship [18, 19] показана необходимость расширения управленческих компетенций менеджеров, ответственных за разработку, внедрение и реализацию практик по управлению талантливыми сотрудниками.

В статье Garrow V., Hirsh W. Talent Management: Issues of Focus and Fit // Public Personal Management. 2008. Vol. 37. No. 4. Pp. 389–402. [13] показано, что управление талантами в компаниях зачастую не носят системного характера, не всегда интегрированы в стратегию развития организации, а также в ее кадровую политику.

В российских компаниях практики управления талантами в большей степени воспринимаются как работа с кадровым резервом, при этом решаются организационные процессы, не используются цифровые платформы для активных коммуникаций.

В статье «Особенности системы управления персоналом в Китайских компаниях»/Чжан Во [22] отмечено, что компетентность обычно рассматривается как сочетание соответствующего и достаточного объема знаний, навыков, отношения и способностей, которые позволяют успешно выполнять работу. Но важно показать новые подходы на основе программ Индустрии 4.0.

Актуальность темы проявляется в обосновании новых подходов к управлению персоналом в организации, использовании новых технологий HR (human resources).

Цель исследования – анализ новых технологий в управлении человеческими ресурсами в организации в условиях цифровизации. Для достижения поставленной цели решаются такие задачи:

- рассматривается технология управления человеческими ресурсами, и определяются операции и функции, подлежащие автоматизации;
- анализируются программы Индустрия 4.0, опыт их использования для управления персоналом;
- изучается зарубежный опыт автоматизации процессами управления человеческими ресурсами.

Объект исследования – управление человеческими ресурсами в современном предприятии, предмет исследования – цифровые технологии, применяемые в управлении человеческими ресурсами.

Методика

Теоретической, методологической и практической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам науки и практики управления человеческими ресурсами, теории и опыта автоматизации процесса управления человеческими ресурсами в различных организациях. Проведено изучение и определение взаимосвязей и взаимозависимости всех явлений и процессов, подходы и методы исследования систем управления персоналом, разработанные на основе анализа и синтеза теоретических основ ИСУ. Используются системно-структурный подход, комплексный подход; внутренние и внешние факторы, влияющие на функционирование системы.

Этапы проведения исследования темы включают: информационно-поисковый; изучение современного состояния процессов управления человеческими ресурсами на основе использования цифровых технологий; аналитический этап; формулирование целей исследования, разработка программы исследования.

Результаты и обсуждение

Технологии управления человеческими ресурсами организации – совокупность методов управления персоналом, ориентированных на оценку и совершенствование кадров организации.

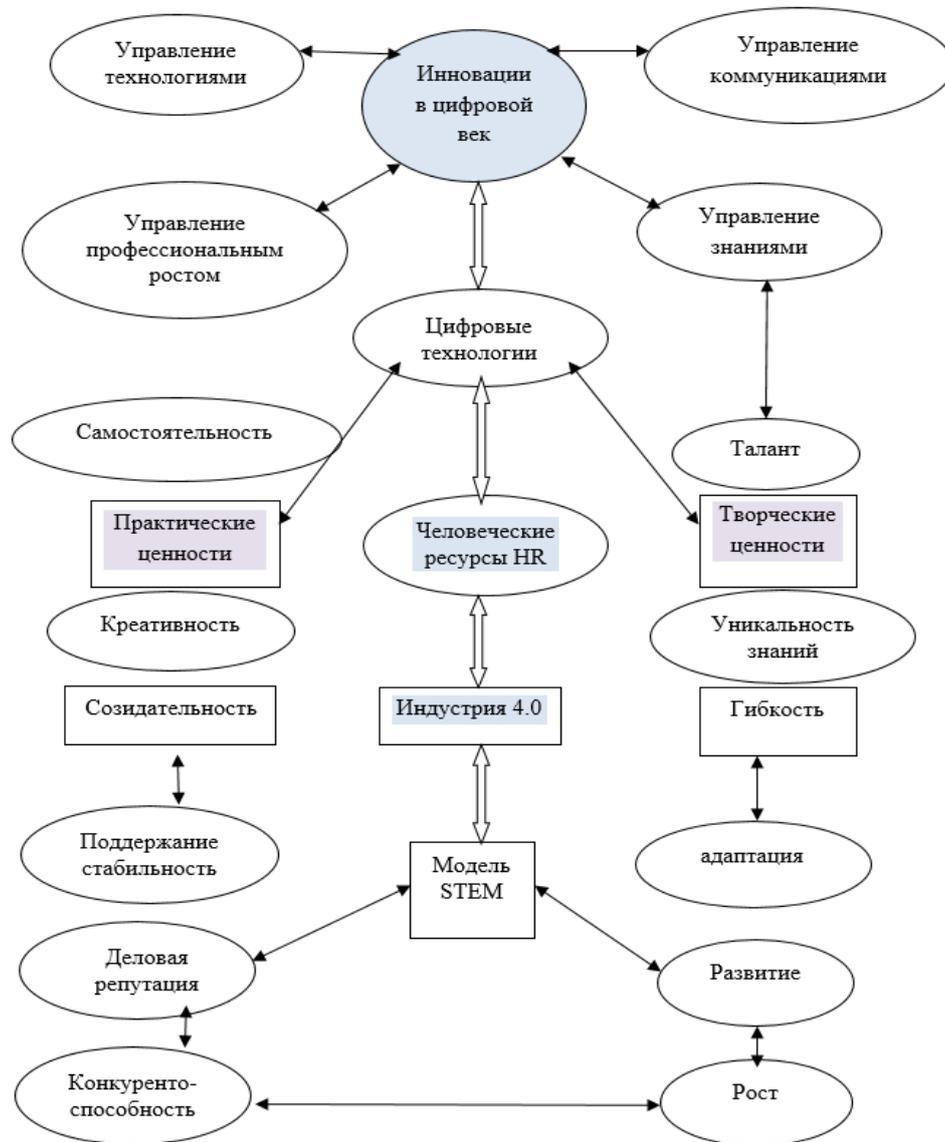


Рис. 1. Процессы и факторы влияния цифровизации на развитие персонала [9]

Fig. 1. Processes and factors of influence of digitalization on personnel development

Поскольку человеческие ресурсы решающий фактор эффективности и конкурентоспособности организации, важно раскрыть не только стандартные методы и технологии управления, такие как, подбор и оценка персонала, консалтинг, трансфер, аудит, инжиниринг, но и сформировать модель управления на основе цифровых платформ с выделением ключевых характеристик и отражения взаимосвязей. Рассмотрим основные технологии управления человеческими ресурсами и выделим многозвенные, поскольку они представляют собой целую серию взаимосвязанных задач и функций. Индустрия 4.0 – это технологическое новшество, промышленная трансформация, которая оказывает значимое влияние на рабочую силу в любых организациях и предприятиях. Переход организаций на новые технологии означает, что работники столкнутся с разными вызовами и новыми требованиями. Составляющими стратегии управления персоналом являются: отбор персонала, оценка квалификации, развитие персонала, т.е. владение специалистами максимальным объемом знаний, умений и навыков. Рассмотрим критерии и методы управления ка-

драми, а также взаимодействие между группами специалистов в современных условиях. На рис. 1 отражены процессы и параметры, характеризующие человеческие ресурсы.

Среди перспектив развития STEM образования — три основных направления: персонализация образования, фокус на проектном мышлении и командной работе, смешанный формат обучения. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) образование — это модель, объединяющая естественные науки и инженерные предметы в единую систему.

Выделяют три группы методов управления персоналом:

Административные:

- Утверждение административных норм и нормативов;
- Организационное и нормативное воздействие;
- Мотивация трудовой деятельности;
- Непрерывное развитие;
- Отбор, подбор и расстановка кадров;
- Развитие у работников инициативы и ответственности.

Экономические:

- Участие в прибыли и капитале;
- Участие работников в управлении;
- Экономическое стимулирование;
- Оценка производительности персонала;
- Автоматизация с искусственным интеллектом.

Социально-психологические:

- Рост интеллектуальных способностей членов коллектива;
- Социальное и моральное стимулирование;
- Создание нормального психологического коллектива;
- Психологическое соответствие работников;
- Комфортный психологический климат в коллективе.

Система Human resources (HR) помогает решению задач коучинга, управления обучением, включает методы управления навыками и умениями (soft skills), включать стимулирующие инновации [2]. Ключевыми причинами модернизации технологий и инструментов управления персоналом являются переход к новой модели развития современного бизнеса — концепции VUCA, цифровизация и технологизация экономики и всей системы социально-трудовых отношений. (Где VUCA: volatility — нестабильность; uncertainty — неопределенность; complexity — сложность; ambiguity — неоднозначность).

Сейчас всё больше функций автоматизируются, а новые вызовы требуют новых умений и навыков. Для непрерывного развития создаются продукты в трех направлениях: EdTech (образование), HRTech (управление персоналом), Freelance (самозанятость). В условиях четвертой промышленной революции, постоянных изменений требований к навыкам людей потребовалось разработать систему, которая может помочь специалисту сориентироваться, как развить свои знания и применить их в работе [1].

Специалисты по управлению персоналом формируют систему индивидуальных инструментов HR-управления, учитывающую новейшие методы и методики в этой области. Устойчивое развитие станет результатом целостного мышления.

В условиях реализации программы Индустрия 4.0. важно улучшить взаимодействие и партнерство между наукой, образованием и промышленностью, и нужно укрепить связь между компетенциями на основе приобретенного опыта и исследований. TalentTech — экосистема для управления персоналом и развития талантов, такая программа помогает человеку оставаться востребованным в быстро меняющемся мире.

Внедрение информационных технологий в деятельность организации становится определяющим фактором ее дальнейшего развития и обеспечения конкурентоспособности на рынке. Благодаря внедрению высоких технологий, руководители получают возможность более эффективно осуществлять управление человеческими ресурсами. Цифровизация функций по управлению персоналом требует владения компетенциями цифровой экономики, современными цифровыми инструментами для автоматизации HR-процессов в компании. HR процессы включают взаимодействие работников между собой, обмен опытом, передачу знаний. Это сложный процесс, который является одной из главных задач руководителя по управлению человеческими ресурсами. Современная программа «human research manager» – **менеджер по персоналу, помогает решать** задачи, стоящие перед специалистом: организация четкой и слаженной работы трудового коллектива предприятия; обучение и тренинги персонала компании; выявление мотивации работников организации при индивидуальном подходе к каждому сотруднику. Применение высокотехнологичных кадровых практик оказывает положительный экономический и социальный эффект.

Умное предприятие может определить и идентифицировать сферу деятельности, параметры конфигурации и производственные условия, а также самостоятельно и дистанционно общаться с другим оборудованием и в рабочий процесс людей вносятся специальные коррективы, чтобы машина адаптировалась к человеческой работе. Для современного HR-профессионала важно уметь управлять постоянным процессом изменений, опираясь на технологии [3–5].

Интерес представляет единая цифровая экосистема управления талантами – Talent Tech. Задачи, которые она решает – найти, оценить и развивать таланты у сотрудников, управлять их вовлеченностью и производительностью. Рассмотрим HCM-платформу от TalentTech. Это экосистема, которая помогает находить, оценивать и развивать таланты, а также управлять их вовлеченностью и производительностью. Ядро HCM-платформы – цифровой профиль сотрудника. Это место, где хранится информация о сотруднике в цифровом формате, это «цифровой двойник» таланта человека. Сюда входят сведения о его опыте, навыках, интересах, его психологических особенностях, профессиональных предпочтениях и сильных сторонах. Знание о таланте человека позволяет ему самому понять, для каких задач он подходит, в каких ему нужно усилить компетенции, а за какие вообще лучше не браться.

Например, при работе с группой high-performers важно сфокусироваться на предотвращении выгорания людей и анализе амбициозности стоящих перед ними целей. Для middle-performers важно обращать внимание на то, за счет чего можно усилить сотрудника, чтобы он перешел в группу high-performers. Группе low-performers необходимо понять, как вывести человека на производительность и узнать, какие методы уже применялись в работе с ним [6].

Цель компании Talent Tech – помочь руководителям понять, как повысить эффективность сотрудников за счет поиска проблемных зон и оценивать каждого члена команды индивидуально по его уровню работы. Собирая цифровые данные о таланте человека, платформа связывает глобальные цели компании с индивидуальными, помогает стимулировать развитие навыков и дает подсказки, как быстро применить талант для достижения цели. Так создается самоуправляемый процесс непрерывного развития сотрудников для повышения эффективности каждого. В основу платформы заложен цифровой профиль сотрудника.

Анализ работы системы взаимодействия работников, их взаимоотношений на примере компании **Fraunhofer-Gesellschaft** Германии показал, что если фирма позволяет своим сотрудникам активно развивать профессиональные навыки и личные качества, это позволит им занять ответственные места в пределах их института, университета, в промышленной отрасли и в обществе. Компания **Fraunhofer-Gesellschaft** помогает укрепить конкурентоспособные позиции, как в местных регионах, так и по всей **Германии** и **Европе**. Она выполняет это путем поощрения инноваций, укрепления технологической базы, улучшения восприятия новых технологий [4].



Рис. 2. Функции взаимодействия с персоналом
Fig. 2. HR management

Компания TalentTech представила HCM-платформу нового поколения: как она работает и чем поможет HR-экспертам.

В центре платформы – сотрудник, которому система помогает адаптироваться, отслеживает результаты и направляет, разрабатывая личный трек развития. Платформа позволяет максимально автоматизировать HR-процессы, анализировать Employee journey map и улучшать ее, чтобы руководители могли сфокусироваться на самом главном, что есть в компании, – на людях и их способностях.

В базу данных входят сведения о персонале, его опыте, навыках, интересах, его психологических особенностях, профессиональных предпочтениях и сильных сторонах. Знание о таланте человека позволяет ему самому понять, для каких задач он подходит, в каких ему нужно усилить компетенции, а за какие вообще лучше не браться.

Преимущества HCM-платформы для бизнеса: Главная цель цифровой платформы – показать, как осуществляются коммуникации, передача знаний, опыта, который можно применить для достижения бизнес-целей. Выделим основные функции при работе с персоналом организации (рис. 2). На российских предприятиях широко применяются технологии системы SAP, такие программы, как HR, Talent Management, CRM-системы, автоматизирующие процессы взаимодействия с персоналом, управление эффективностью персонала, обучение, подбор персонала.

SAP (Systems Analysis and Program Development) расшифровывается как «системный анализ и разработка программного обеспечения». Образуя единое информационное пространство, программное обеспечение заменяет ручные задачи. Ведущим пакетом является mySAP Business Suite. Он обеспечивает интеграцию информационных данных и процессов в единую платформу. Система разработана на технологической платформе NetWeaver. Это семейство включает в себя решения по управлению ресурсами, взаимоотношению с клиентами и поставщиками, логистической сетью и жизненным циклом продукции.

Программный продукт Knowledge Management – управление знаниями, выполняет контроль образовательных программ. Программа Process Integration (PI) – помогает выполнить интеграцию различного уровня. Нужно отметить, что в российских университетах созданы учебные центры, обучающие работе с системой SAP: Единый ресурсный центр SAP-проектов – ExRP;

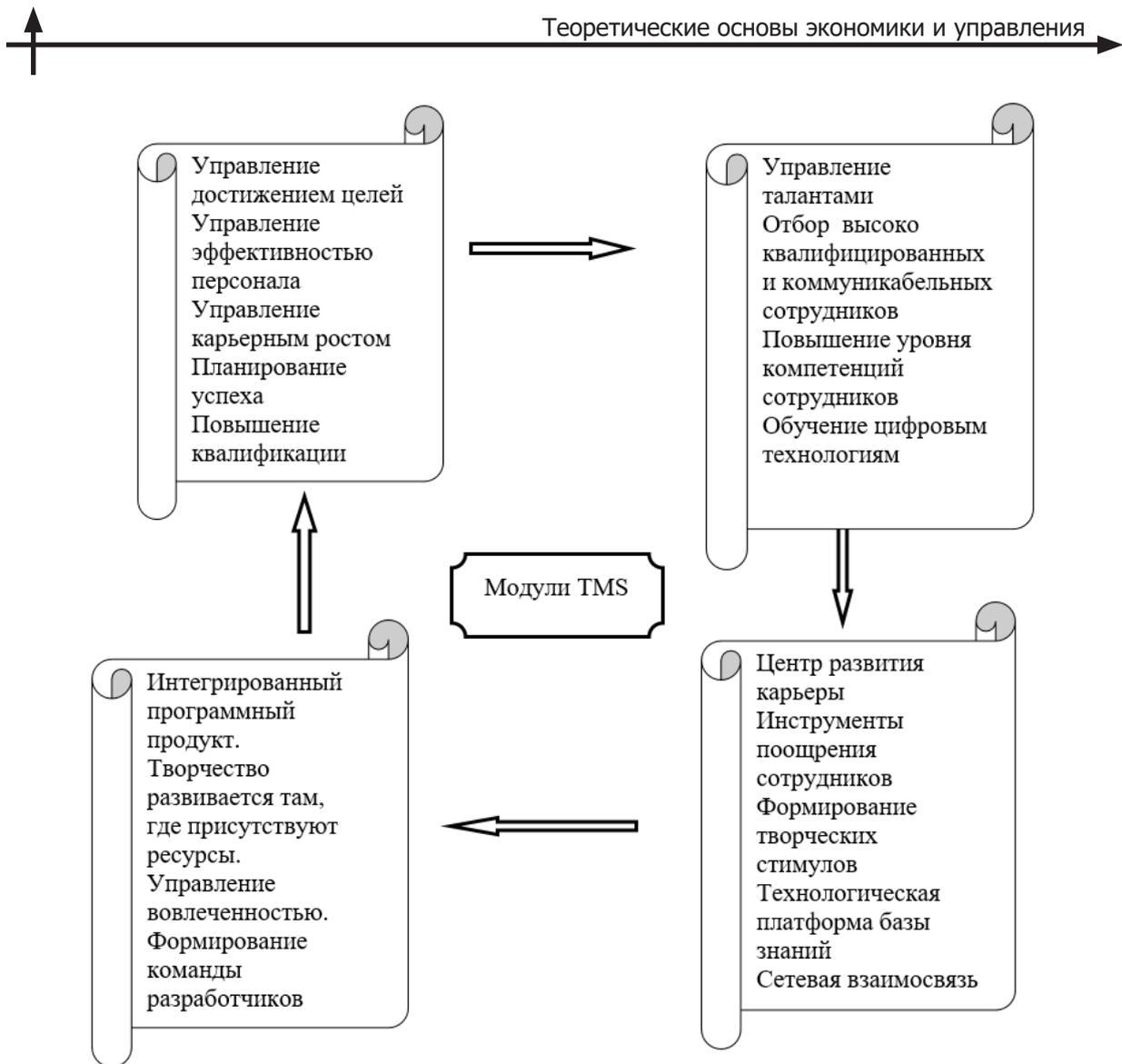


Рис. 3. Совокупность модулей Talent management system при отборе персонала [9]

Fig. 3. The set of Talent management system modules for personnel selection

Московский государственный университет МЭСИ; Академический центр компетенции SAP; Учебный центр «Микротест» в Москве [9–11].

Рассмотрим программный продукт Talent management, в составе системы SAP, применяемый в успешных организациях России. Управление талантами становится необходимым условием существования любой организации, так как талантливые сотрудники развивают организацию в экономически эффективном направлении.

HR-система на базе современной BPM-платформы является единой системой интегрированных приложений для автоматизации HR-процессов/процессов управления персоналом. Создание системы эффективного и полноценного управления кадрами, чтобы выжать максимум из человеческих ресурсов. BPM-системы присваивают каждому сотруднику KPI с набором персональных параметров для последующего отслеживания и контроля профессиональных навыков и достижений. На рис. 3 показана совокупность модулей управления персоналом.

Эффект: перехода от количественного управления к качественному, что способствует оптимизации ведения бизнеса и достижению поставленных целей. Прогнозируемый рост экономического потенциала организации ввиду качественных последовательных этапов управления и

глубокой аналитики для принятия важных и объективных управленческих решений при формировании команды. В число функциональных модулей TMS входят:

Управление талантами — совокупность инструментов управления персоналом, которые дают возможность организации привлекать, эффективно использовать и воспроизводить качества сотрудников, которые позволяют им вносить существенный вклад в развитие организации. Большинство организаций начинают автоматизацию управления талантами с работы над эффективностью сотрудников.

Система управления талантами (talent management system, TMS) это интегрированный программный продукт, который предоставляет автоматизированные инструменты для решения задач в четырех ключевых областях: рекрутмент, управление эффективностью, обучение и развитие, а также формирование компенсаций. Технология управления талантами является новым направлением в управлении человеческими ресурсами.

Знания, навыки и способности персонала (Knowledge, Skills, and Abilities) представляют особую ценность организации. Персонал организации и процессы его развития являются интегрированными стратегическими факторами успеха в стабильном развитии. Управление интеллектуальным капиталом важнейший процесс, включающий в себе знания, навыки, производственный опыт специалистов, нематериальные активы, патенты, базы данных, обеспечивающий конкурентоспособность организации. Высокоэффективные организации находят возможности использовать цифровые технологии для повышения производительности, улучшения обратной связи и слаженной работы команд всей компании. Программа Big Data — одна из главных в области управления персоналом, наряду с автоматизацией технологических процессов предлагает анализ огромного количества информации и способствует развитию на основе полученных знаний [9, 10]. Сравнительный анализ интернет-ресурсов показывает высокую актуальность и широту использования программы управления талантами. Уникальный бренд организации, высокий имидж создают талантливые сотрудники. Управление талантами (Talent Management) применяется для повышения уровня компетенций в важных для бизнеса видах деятельности. Реализация этой системы включает внедрение таких программ, как нахождение талантов, найм, развитие, продвижение и удержание специалистов [11, 12].

Цифровые технологии меняют традиционную модель управления человеческими ресурсами, переориентируя внимание менеджмента на информационно-коммуникационное пространство предприятия. Искусственный интеллект (ИИ) — одна из наиболее перспективных разработок, предназначенных для интеграции в HR-сферу. Сочетание данной системы с другими сквозными технологиями способствуют эффективному инновационному развитию организации, способно значительно повысить опыт сотрудников. С его помощью возможно совершенствование процессы анализа и отбора персонала за счет автономного электронного мониторинга анкет кандидатов и формирования списков потенциальных работников, максимально соответствующих должностным требованиям занимаемой позиции. ИИ-аналитика — это система информации о персонале компании, которая регулярно собирается и обрабатывается, на основании которой руководство компании принимает решения или оценивает эффективность ранее принятых решений. Компетенции цифровой экономики позволяют наиболее полно использовать новые возможности развития информационного общества. Наряду с прогрессивными навыками важна благоприятная динамичная деловая среда, обеспеченная нормативно-правовой поддержкой, а также высокий уровень управления и координации процессов, направленных на расширение возможностей.

В настоящее время также в образовательной практике зарубежных и российских вузов развиваются и внедряются инновационные модели и технологии обучения. Пример использования для таких целей платформы LMS (Learning Management System) — система управления обучением это софт, который позволяет создавать онлайн-курсы, управлять ими и обучать людей, предоставляя пользователям доступ к материалам, тестам и т.д.

С 2019 года в рамках федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» реализуется мероприятие "Создание и обеспечение функционирования сети центров на базе образовательных организаций высшего образования для разработки моделей «Цифровой университет» (digital university). Это модель как способ организации обучения в современных условиях на базе цифровых технологий в образовательных учреждениях. Создается единая среда сервисов, адаптивных к процессам и целям университета и подходящей для тиражирования. Основная цель таких моделей – трансформация базовых процессов и процессов управления в университете с помощью цифровых технологий [13–16]. Эффективность в использовании онлайн-платформ, введение персонализированных образовательных траекторий и курсов, новых возможностей пространства и форматов. Трансформация затрагивает весь учебный процесс. Кардинальное повышение качества образовательного процесса происходит путем включения всех звеньев учебного процесса и управления в единую образовательную информационную среду и применения современных образовательных технологий [17, 18]. Преимущества: повышение качества обучения и образовательных ресурсов, обеспечение доступа к образовательным ресурсам с любого мобильного устройства.

IT-решения для развития человеческого капитала сегодня являются наиболее динамичным и растущим рынком. Облачные HR-системы выполняют множество функций. Облачные решения для управления человеческим капиталом обеспечивают ключевые преимущества для промышленных предприятий, предоставляя инструменты и технологии, необходимые для повышения эффективности управления трудовыми отношениями, обучения лояльных и мотивированных работников. Применение лучших практик (облачных сервисов) управления человеческим капиталом приведет к улучшению промышленных предприятий [19–21].

Заключение

В статье авторы рассмотрели отдельные технологии управления человеческими ресурсами, в том числе и цифровые, которые используются организациями.

1. На основе технологической платформы разработаны модули управления человеческими ресурсами с учетом их особенностей.

2. Выделены важнейшие процессы управления: Подбор персонала требуемых компетенций; Критические проблемы персонала, культура и взаимодействие; Обеспечение непрерывного развития; Долгосрочное процессное планирование на основе системы показателей; Улучшение коммуникаций, взаимодействия между сотрудниками.

Использование личного потенциала каждого сотрудника: квалификационный потенциал, образовательный потенциал, коммуникативный потенциал, творческий потенциал.

Вывод:

Главным приоритетом в инновационном управлении становится непрерывное повышение качества человеческого капитала, новые подходы к процессам управления персоналом, обращение к культурным, социальным и психологическим факторам функционирования организации.

Цифровые технологии способствуют быстрой передаче знаний и выбору наилучших решений, что проявляется в компетенциях персонала. Цифровые платформы осуществляют коммуникационные взаимосвязи, развивают компетенции. Критическое мышление, творческий подход и способность управлять людьми, согласно исследованию Всемирного экономического форума, являются одними из компетенций, наиболее ценных работодателями, которые будут играть ключевую роль в современном мире.

На основе обоснования требуемого уровня профессионального развития и компетенций для каждой группы персонала можно обеспечить качественную модель управления персоналом в любой организации и стабильность ее развития.

Стратегическое управление на основе цифровых технологий позволит вузам стать саморазвивающейся системой, эффективно взаимодействующей с внешней средой. Инвестиции в человеческий капитал носят долгосрочный характер, но оказывают большее экономическое и социальное влияние.

Направления дальнейших исследований

Исследование опыта управления персоналом в разных странах на основе новых технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вызовы Индустрии 4.0 и необходимость новых ответов / Всемирная конференция глобального союза INDUSTRIALL «ИНДУСТРИЯ 4.0: 26-27 ОКТЯБРЯ 2017 г. Женева, Швейцария.
2. Формирование цифровой экономики и промышленности: новые вызовы / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина – СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2018. 660 с.
3. Стратегическое управление развитием цифровой экономики на основе умных технологий: монография / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. 792 с.
4. INDUSTRIE 4.0 – умное производство будущего (Государственная Hi Tech Стратегия, Германия). 2020.
5. **Коломейцева А.А.** Основные направления цифровых преобразований экономики Швеции // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – № 6, Т. 1. – С. 47–52.
6. Цифровизация в промышленности России. 6 этапов развития предприятия на пути к Industrie 4.0 / TAdviser. 2021
7. **Галкин П.В., Светлов И.Е.** Стратегия развития человеческого капитала как один из приоритетов современного государственного управления. Вестник университета. 2018; (1): 54–58. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-1-54-58>
8. **Chun-Hsien Wang.** Technology innovation and knowledge management in the high-tech industry / International Journal of Technology Management 39 (1-2) National Chiayi Univers. January 2007.
9. **Устинова Л.Н.** Кибер-физические системы в управлении инновационной деятельностью // Глава 3, § 3.1 Инновационные системы и умные технологии монографии «Стратегическое управление развитием цифровой экономики на основе умных технологий». СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. С. 326.
10. **Liu Y., Guo B., Yu Z., Zhang D., Chen J., Hu K.** Knowledge transfer with weighted adversarial network for cold-start store site recommendation / AC8.M TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE DISCOVERY FROM DATA. v. 15, 3. – 2021.
11. Как искусственный интеллект трансформирует отрасли и общество. URL: <http://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/RU-RUCNTNT-Whitepaper-Digital-Transformation-with-AI-Intelligent-Economies.pdf> (дата обращения 17.04.2021).
12. **Гунина А., Логунова Л. и др.** «Повышение эффективности использования человеческого капитала в условиях цифровой трансформации» Журнал «РЕГИОН: системы, экономика, управление» № 1, 2019.
13. **Garrow V., Hirsh W.** Talent Management: Issues of Focus and Fit // Public Personal Management. 2008. Vol. 37. No. 4. Pp. 389–402.
14. **Дворская Е.** ИИ в HR: конкуренция с человеком или взаимовыгодное сотрудничество. URL: <https://vc.ru/future/35297-ii-v-hr-konkurenciya-s-chelovekom-ilivzaimovyygodnoe-sotrudnichestvo>
15. **Кузина Г.П.** Концепция цифровой трансформации классического университета в «цифровой университет» // E-Management. 2020. № 2. С. 89–96.
16. Цифровая среда ведущих университетов мира и РФ: результаты сравнительного анализа данных сайтов / Бродовская Е.В. // М.: Финансовый университет при Правительстве РФ. 2020.
17. **Неборский Е.В.** Реконструирование модели университета: переход к формату 4.0 // Интернет-журнал «Мир науки». 2017. Т. 5. № 4. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/26PDMN417.pdf>

18. **Boudreau J.W., Ramstad P.M.** Talentship and the New Paradigm for Human Resource Management: From Professional Practices to Strategic Talent Decision Science. – [Текст] // Human Resource Planning / J.W. Boudreau. – 2005. Vol. 28. No. 2. – P. 17–26.
19. **Bildung und Kultur.** Schnellmeldungsergebnisse der Hochschulstatistik zu Studierenden und Studienanfänger/-innen – vorläufige Ergebnisse [Электронный ресурс]. – Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2014. – Режим доступа: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bildung-ForschungKultur/Hoch>
20. **Джан Л., Чен С.** (2019) Цифровая экономика Китая: возможности и риски // Вестник международных организаций. Т. 14. № 2. С. 275–303 (на русском языке). DOI: 10.17323/1996-78452019-02-11
21. **Murray C., Yates E., Shah P.** The Future of HR: eight technologies that will reshape the HR function [Электронный ресурс]. URL: https://pwc.blogs.com/the_people_agenda/2018/12/the-future-of-hr-eight-technologies
22. Особенности системы управления персоналом в Китайских компаниях Чжан Во // Вестник международных организаций. Т. 14. № 2. 2019.

REFERENCES

1. Vyzovy Industrii 4.0 i neobkhodimost novykh otvetov / Vsemirnaya konferentsiya globalnogo soyuza INDUSTRIALL «INDUSTRIYa 4.0: 26-27 OKTYaBRYa 2017 G. Zheneva, Shveysariya.
2. Formirovaniye tsifrovoy ekonomiki i promyshlennosti: novyye vyzovy / pod red. d-ra ekon. Nauk, prof. A.V. Babkina – SPb: Izd-vo Politekhn. Un-ta, 2018. – 660 s.
3. Strategicheskoye upravleniye razvitiyem tsifrovoy ekonomiki na osnove umnykh tekhnologiy: monografiya / pod red. d-ra ekon. nauk, prof. A.V. Babkina. – SPb: POLITEKKh-PRESS, 2021. 792 s.
4. INDUSTRIE 4.0 – umnoye proizvodstvo budushchego (Gosudarstvennaya Hi Tech Strategiya, Germaniya). 2020.
5. **A.A. Kolomeytseva,** Osnovnyye napravleniya tsifrovyykh preobrazovaniy ekonomiki Shvetsii // Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya. – 2018. – No. 6, Vol. 1. – S. 47–52.
6. Tsifrovizatsiya v promyshlennosti Rossii. 6 etapov razvitiya predpriyatiya na puti k Industrie 4.0 / TAdviser. 2021.
7. **P.V. Galkin, I.Ye. Svetlov,** Strategiya razvitiya chelovecheskogo kapitala kak odin iz prioritov sovremennogo gosudarstvennogo upravleniya. Vestnik universiteta. 2018; (1): 54–58. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-1-54-58>
8. **Chun-Hsien Wang,** Technology innovation and knowledge management in the high-tech industry / International Journal of Technology Management 39 (1-2) National Chiayi Univers. January 2007.
9. **L.N. Ustinova,** Kiber-fizicheskiye sistemy v upravlenii innovatsionnoy deyatel'nostyu // Glava 3, § 3.1 Innovatsionnyye sistemy i umnyye tekhnologii monografii «Strategicheskoye upravleniye razvitiyem tsifrovoy ekonomiki na osnove umnykh tekhnologiy». – SPb: POLITEKKh-PRESS, 2021. S. 326.
10. **Y. Liu, B. Guo, Z. Yu, D. Zhang, J. Chen, K. Hu,** Knowledge transfer with weighted adversarial network for cold-start store site recommendation/ AC8.M TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE DISCOVERY FROM DATA. Vol. 15, No. 3. – 2021.
11. Kak iskusstvennyy intellekt transformiruyet otrasli i obshchestvo. URL: <http://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/RU-RUCNTNT-Whitepaper-Digital-Transformation-with-AI-Intelligent-Economies.pdf> (data obrashcheniya 17.04.2021).
12. **A. Gunina, L. Logunova, i dr.,** «Povysheniye effektivnosti ispolzovaniya chelovecheskogo kapitala v usloviyakh tsifrovoy transformatsii» Zhurnal « REGION: sistemy, ekonomika, upravleniye» No. 1, 2019.
13. **V. Garrow, W. Hirsh,** Talent Management: Issues of Focus and Fit // Public Personal Management. 2008. Vol. 37. No. 4. Pp. 389–402.
14. **Ye. Dvorskaya,** II v HR: konkurentsia s chelovekom ili vzaimovyygodnoye sotrudnichestvo. URL: <https://vc.ru/future/35297-ii-v-hr-konkurenciya-s-chelovekom-ilivzaimovyygodnoe-sotrudnichestvo>
15. **G.P. Kuzina,** Kontseptsiya tsifrovoy transformatsii klassicheskogo universiteta v «tsifrovoy universitet» // E-Management. 2020. No. 2. S. 89–96.

16. Tsifrovaya sreda vedushchikh universitetov mira i RF: rezultaty sravnitel'nogo analiza dannykh saytov/ Brodovskaya Ye.V. // M.: Finansovyy universitet pri Pravitel'stve RF. 2020.
17. **Ye.V. Neborskiy**, Rekonstruirovaniye modeli universiteta: perekhod k formatu 4.0 // Internet-zhurnal «Mir nauki». 2017. T. 5. № 4. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/26PDMN417.pdf>
18. **J.W. Boudreau, P.M. Ramstad**, Talentship and the New Paradigm for Human Resource Management: From Professional Practices to Strategic Talent Decision Science. – [Tekst] // Human Resource Planning / J.W. Boudreau. – 2005. Vol. 28. No. 2. – P. 17–26.
19. **Bildung und Kultur**, Schnellmeldungsergebnisse der Hochschulstatistik zu Studierenden und Studienanfänger/-innen – vorläufige Ergebnisse [Elektronnyy re-surs]. – Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2014. – Rezhim dostupa: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Hoch>
20. **L. Dzhan, S. Chen**, (2019) Tsifrovaya ekonomika Kitaya: vozmozhnosti i riski // Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy. T. 14. № 2. S. 275–303 (na russkom yazyke). DOI: 10.17323/1996-78452019-02-11.
21. **C. Murray, E. Yates, P. Shah**, The Future of HR: eight technologies that will reshape the HR function [Elektronnyy resurs]. URL: https://pwc.blogs.com/the_people_agenda/2018/12/the-future-of-hr-eight-technologies
22. Osobennosti sistemy upravleniya personalom v Kitayskikh kompaniyakh Chzhan Vo. // Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy. T. 14. No. 2. 2019.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

УСТИНОВА Лилия Николаевна

E-mail: liliia-ustinova@mail.ru

USTINOVA Liliya N.

E-mail: liliia-ustinova@mail.ru

АРАКЕЛОВА Александра Олеговна

E-mail: inst@rgiis.ru

ARAKELOVA Aleksandra O.

E-mail: inst@rgiis.ru

Статья поступила в редакцию 05.10.2021; одобрена после рецензирования 29.10.2021; принята к публикации 10.11.2021.

The article was submitted 05.10.2021; approved after reviewing 29.10.2021; accepted for publication 10.11.2021.

Региональная и отраслевая экономика Regional and branch economy

Научная статья

УДК 332.142

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14604>

ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НЕУРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

М.А. Николаев¹  , М.Ю. Махотаева² 

¹ Псковский государственный университет,
г. Псков, Российская Федерация;

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

 mihaelnikolaev@mail.ru

Аннотация. Неурбанизированные территории охватывают большую часть территории Российской Федерации и выполняют такие важные народнохозяйственные функции как сохранение экологического баланса, обеспечение продовольственной безопасности, а также ресурсная поддержка развития отраслей экономики. В то же время муниципальные образования этих территорий сталкиваются с целым комплексом проблем, важнейшей из которых является обеспечение устойчивого развития. Проблемы неурбанизированных территорий оказывают негативное влияние на динамику социально-экономического развития страны, определяют неравномерность социально-экономического состояния регионов и существенную дифференциацию качества жизни населения. При этом в настоящее время вопросы устойчивого развития выходят на первый план как на государственном уровне, так и на уровне отдельных территорий. Целью данной работы является анализ факторов устойчивого развития неурбанизированных территорий. Как показали проведенные исследования, существенное отставание качества жизни в сельской местности от крупных городов обуславливает низкую привлекательность неурбанизированных территорий для профессиональной реализации молодых специалистов. Сельские территории сохраняют свою привлекательность в основном для населения в возрасте старше трудоспособного. В этих условиях миграционный отток населения в трудоспособном возрасте и, прежде всего, молодежи выступает в качестве главной проблемы устойчивого развития неурбанизированных территорий. При этом низкий уровень развития инфраструктуры, недостаточное предложение рабочих мест для высококвалифицированных специалистов относятся к числу главных факторов, обуславливающих миграцию молодежи из неурбанизированных территорий. Наиболее интенсивный миграционный отток характерен для молодых женщин, что во многом обусловлено «вымыванием» женских рабочих мест в результате оптимизации социальной сферы в сельской местности. В связи с этим создание условий для реализации потенциала молодежи в целях развития сельских территорий является важной народнохозяйственной задачей. В качестве источника информации в работе использована представленная на сайте Росстата база данных показателей муниципальных образований. Для выявления факторов миграции использован корреляционно-регрессионный анализ.

Ключевые слова: неурбанизированные территории, миграционный отток, молодежная миграция, устойчивое развитие, факторы выталкивания, факторы притяжения, экономические факторы миграции

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-18-00122; <https://rscf.ru/project/21-18-00122>

Для цитирования: Николаев М.А., Махотаева М.Ю. Факторы устойчивого развития неурбанизированных территорий // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 53–66. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14604>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14604>

FACTORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NON-URBANIZED TERRITORIES

M.A. Nikolaev¹  , M.U. Makhotaeva² ¹ Pskov State University,
Pskov, Russian Federation;² HSE-University,
Saint-Petersburg, Russian Federation mihaelnikolaev@mail.ru

Abstract. Non-urbanized territories cover most of the Russian Federation territory and perform such important national economic functions as maintaining the ecological balance, ensuring food security, as well as resource support for the development of economic sectors. At the same time, the municipalities of these territories face a whole range of problems, the most important of which is to ensure sustainable development. The problems of non-urbanized territories have a negative impact on the dynamics of the country's socio-economic development, predetermine the uneven socio-economic state of the regions and a significant differentiation in the life quality of the population. At the same time, at present, issues of sustainable development come to the fore both at the state level and for individual territories. The aim of the work is to analyze the factors of sustainable development of non-urbanized territories. As the studies have shown, a significant lag in the life quality in rural areas from large cities determines the low attractiveness of non-urbanized territories for the professional implementation of young specialists. Rural areas remain attractive mainly for the population over the working age. In these conditions, the migration outflow of the working-age population and, above all, of young people, is the main problem of sustainable development of non-urbanized territories. At the same time, low level of infrastructure development, insufficient supply of jobs for highly qualified specialists are among the main factors that determine the young people migration from non-urbanized territories. The most intensive migration outflow is typical for young women, which is largely due to the “washing out” of female jobs resulting from the social sphere optimization in rural areas. In this regard, the development of rural areas by means of creating of conditions to realize the young people potential is an important national economic task. As a source of information, the work used the database of indicators of municipalities presented on the Rosstat website. Correlation-regression analysis was used to identify migration factors.

Keywords: non-urbanized territories, migration outflow, youth migration, sustainable development, push factors, pull factors, economic factors of migration

Acknowledgements: The study was funded by Russian Science Foundation research grant No. 21-18-00122; <https://rscf.ru/project/21-18-00122>

Citation: M.A. Nikolaev, M.U. Makhotaeva, Factors of sustainable development of non-urbanized territories, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 53–66. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14604>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Неурбанизированные территории занимают большую часть территории Российской Федерации, соединяют в себе важные человеческие, природные и производственные ресурсы, а также выполняют такие важные народнохозяйственные функции как сохранение экологического баланса и историко-культурного наследия, обеспечение продовольственной безопасности, создание условий для восстановления здоровья и отдыха населения. В связи с этим обеспечение устойчивого развития этих территорий относится к числу важнейших задач как региональной, так и федеральной социально-экономической политики.



В то же время в развитии неурбанизированных территорий существует целый комплекс проблем, в том числе значительное снижение численности населения, обусловленное, главным образом, существенным различием уровня жизни в крупных городах и сельской местности. Проблемы в сфере развития муниципальных образований неурбанизированных территорий оказывают негативное влияние на динамику социально-экономического развития страны, определяют неравномерность социально-экономического состояния регионов и существенную дифференциацию качества жизни населения [1]. Так, например, за период 2010–2020 годы сельское население Псковской области снизилось с 220,5 тыс. чел. до 182,4 тыс. чел. Таким образом, население сокращалось в среднем на 1,7% в год.

В настоящее время вопросы устойчивого развития выходят на первый план как на государственном уровне, так и для отдельных территорий. Обеспечение устойчивого и сбалансированного пространственного развития определено в качестве цели в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. В документе [2] задача устойчивого развития сформулирована применительно к сельским территориям, которые определены как территории сельских поселений и соответствующие межселенные территории.

Большое внимание проблематике устойчивости предприятий, отраслей и территорий уделяется в научной литературе [3–6]. При этом надо понимать, что предприятия и отрасли в своем развитии проходят через определенные стадии жизненного цикла и если прекращение функционирования предприятий и даже отраслей является нормальным явлением, то территории должны развиваться непрерывно, в противном случае наступает период деградации и упадка. К числу атрибутов устойчивого развития сельских территорий относятся [7, 8]:

- стабильное развитие сельского сообщества и его демографического потенциала;
- повышение качества жизни населения;
- сохранение экологического равновесия;
- финансовая устойчивость бюджетов сельских территорий.

В качестве показателей устойчивого развития территорий используются численность сельского населения, объемы сельскохозяйственного производства, уровень материально-технического оснащения, инвестиции в основной капитал, а также показатели развития социальной инфраструктуры [9]. В работе [10] показатели устойчивого развития представлены в разрезе следующих групп: социальные, экономические, экологические и институциональные. При этом динамику численности населения следует рассматривать в качестве основного показателя. Так, в государственной программе "Комплексное развитие сельских территорий" сохранение доли сельского населения в общей численности населения на уровне не менее 25,3 процента определено в качестве цели № 1. Такое значение показатель имел на момент принятия программы в 2019 году. С учетом стабильной тенденции снижения удельного веса сельских жителей достижение данной цели выглядит достаточно проблематично. В связи с этим актуализируется вопрос эффективности методов управления устойчивым развитием сельских территорий и, прежде всего, сбережением населения.

При формировании стратегии сельских территорий необходимо учитывать генезис их развития. В работе [11] отмечается, что снижение значимости сельского хозяйства – это неизбежный процесс по мере перехода человеческого общества от аграрной к городской индустриальной экономике и, в дальнейшем, к экономике знаний. При этом сельские районы существенно различаются по уровню развития. Важным фактором устойчивого развития сельских районов является взаимодействие с внешней средой с целью выявления новых потребностей. При этом жизнестойкость сельских сообществ во многом зависит от уровня диверсификации источников доходов. К числу направлений устойчивого развития сельских районов относятся: развитие новых видов экономической деятельности, поддержка местного предпринимательства и повышение уровня социального капитала [12]. Необходимо отметить, что на многих неурбанизированных территориях помимо сельскохозяйственных видов деятельности активно развиваются и альтернативные

виды деятельности. К ним, прежде всего, относятся сельский туризм, народные промыслы, оказание бытовых и социально-культурных услуг, сбор и переработка дикорастущих ягод, грибов, лекарственных растений и другие [13].

Диверсификация видов деятельности на неурбанизированных территориях способствует повышению уровня занятости населения; сокращению оттока населения в города; увеличению налоговых поступлений в бюджеты; привлечению дополнительных инвестиций в экономику; улучшению состояния инженерной и социальной инфраструктуры [14].

Перспективы развития территорий, а также приоритеты и инструменты государственной и местной социально-экономической политики основываются на существующем потенциале, в структуре которого выделяются следующие виды: природно-ресурсный, производственный, трудовой, финансовый, социально-демографический и социально-инфраструктурный [15]. В связи с этим важной задачей является его оценка с позиций обеспечения долгосрочного развития территорий, а также выявление проблемных аспектов этого потенциала, которые препятствуют устойчивому и стабильному развитию. В текущих социально-экономических условиях приоритетное внимание необходимо уделять сохранению и развитию социально-демографического потенциала, который в настоящее время выступает в качестве ведущего фактора устойчивого развития неурбанизированных территорий. Этот вид потенциала определяется как процессами естественного прироста (снижения) населения, так и миграционным обменом.

При этом устойчивый миграционный отток населения рассматривается в качестве фундаментальной причины сокращения численности сельского населения и важным фактором современных демографических проблем села, прежде всего, ускоренного старения населения. Данная негативная тенденция во многом обусловлена специфическим возрастным профилем миграционного обмена. Сельская местность в условиях интенсивного оттока молодежи имеет ограниченную привлекательность только для населения предпенсионных и пенсионных возрастов [16]. Факторы оттока молодежи из сельской местности анализируются также в работе [17]. В качестве выталкивающих факторов авторы выделяют отсутствие условий для реализации потенциала, а также низкий уровень развития социальной инфраструктуры (медицина, образование, досуг). При этом согласно исследованиям авторов, примерно для 15% сельской молодежи к числу притягивающих факторов относятся хорошая экологическая ситуация, размеренный ритм сельской жизни и благоприятные условия для воспитания детей.

По мнению [18] состояние местной экономики и рынка труда важны для принятия решения о миграции, однако масштабы этого влияния, как правило, невелики. Важную роль в процессе миграции играют неэкономические факторы: индивидуальные, домашние и общественные. При этом уровень воздействия неэкономических факторов обычно выше для сельской молодежи по сравнению с городской. В работе [19] акцентируется внимание на таких неэкономических факторах как семейное происхождение и личный опыт.

В то же время большинство авторов в качестве направлений устойчивого развития сельских территорий выделяют увеличение количества рабочих мест, а также развитие инженерной и социальной инфраструктуры [20]. При этом приоритетное внимание следует уделить улучшению привлекательности неурбанизированных территорий для молодежи и повышению эффективности использования ее потенциала в интересах социально-экономического развития [21, 22].

Проблемы развития неурбанизированных территорий оказывают негативное влияние на устойчивость социально-экономической системы государства в целом. При этом сохранение и развитие социально-экономического потенциала следует рассматривать в качестве важнейшего условия устойчивости территорий в долгосрочной перспективе. В то же время в научном плане данные вопросы не получили должного уровня развития. В рамках данного исследования в качестве объекта выступают неурбанизированные территории Псковской области. Предметом исследования являются факторы, обуславливающие устойчивое развитие сельских районов.

Цель исследования

Целью работы является анализ факторов устойчивого развития неурбанизированных территорий. Для достижения поставленной цели в ходе исследования были поставлены следующие основные задачи:

- определить систему показателей для идентификации факторов устойчивого развития;
- показать приоритетное влияние миграционных потоков на устойчивое развитие неурбанизированных территорий;
- исследовать влияние экономических факторов на динамику миграционных процессов неурбанизированных территорий;
- выполнить анализ факторов миграции в возрастном разрезе;
- систематизировать факторы миграции молодежи в разрезе возрастных групп;
- обосновать основные направления экономического блока региональной молодежной политики.

Методика исследования

В научной литературе широкое распространение получил подход рассмотрения понятий «неурбанизированные территории» и «сельские территории» как синонимичных [23]. К числу характерных признаков неурбанизированных территорий относятся низкая плотность населения и производств различного типа, преобладание сельскохозяйственных видов занятости, профессиональная и социальная однородность населения, внешний природный ландшафт поселений [24, 25]. В работе [26] к муниципальным образованиям неурбанизированных территорий отнесены муниципальные районы, в составе которых отсутствуют городские поселения с численностью жителей более 100 тыс. человек.

В настоящее время на территории Псковской области расположено 2 городских округа и 24 муниципальных района. Соотношение городского и сельского населения в районах существенно различается. В целом доля городского населения в муниципальных районах в 2020 году составила 43,9%. Максимальную численность городского населения, немногим более 20 тыс. человек, имеет Островский район. В тоже время между городским и сельским населением районов существует тесная взаимосвязь. Многие жители городов ведут сельскохозяйственный образ жизни, расположенные в районных центрах объекты инфраструктуры обслуживают как городское, так и сельское население. Таким образом, в качестве неурбанизированных территорий в рамках данной работы будем рассматривать 24 муниципальных района Псковской области.

В качестве источника информации в работе использована представленная на сайте Росстата база данных показателей муниципальных образований. Для выявления факторов миграции использован корреляционно-регрессионный анализ.

Основные результаты

В Псковской области имеет место устойчивая тенденция снижения численности населения. При этом данная негативная тенденция особенно характерна для сельской местности (рис. 1).

Так, за период 2015–2020 годы в целом по области население снизилось на 3,84% с 651108 чел. до 626115 чел. При этом городское население сократилось на 3,16%, а сельское – на 5,45%. Снижение населения имело место во всех муниципальных районах. Наиболее неблагоприятная демографическая ситуация характерна для Бежаницкого района. За период 2015–2020 годы население района снизилось на 15,3% с 11192 до 9482 человек. Наименьшее снижение – 4,2% имел Усвятский район. Сокращение населения в районах происходит как за счет сельского, так и городского населения. При этом темпы этого снижения отличаются незначительно.

Сокращение населения происходило как в силу естественной убыли населения, так и в результате миграционного обмена. Ситуация с естественной убылью критична во всех районах. У самого



Рис. 1 Динамика численности населения (тыс. чел. на начало года)

Fig. 1. Population dynamics (thousand people at the beginning of the year)

«благополучного» Пыталовского района за анализируемый период естественная убыль составила 37 человек на 1000 населения. При этом в Бежаницком районе показатель равен 103. Самое высокое значение миграционного прироста за период 2015–2019 годы имел Усвяцкий район – плюс 32 на 1000 населения. Бежаницкий район оказался аутсайдером и по этому показателю – минус 62,5 на 1000 населения. Группировка районов по показателям естественной убыли населения и миграционного обмена представлена в табл. 1. Качественный анализ представленных в таблице данных не позволяет выявить существенной зависимости между показателями естественной убыли и миграционного обмена. Количественный анализ подтверждает данный вывод – коэффициент корреляции имеет значение 0,06.

Таблица 1. Группировка сельских районов
по показателям естественной убыли населения и миграционного обмена
Table 1. Grouping of rural areas by indicators of natural population decline and migration exchange

| Естественная убыль | Миграционный обмен | | | |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|
| | 1 группа > -2 | 2 группа -2 – -30 | 3 группа -31 – -50 | 4 группа < -51 |
| 1 группа < 50 | Островский Себежский | Пыталовский | Великолукский | Печорский |
| 2 группа 50-70 | Гдовский Невельский | Пушкиногорский | Дновский Новосокольнический Струго-Красненский | Дедовичский |
| 3 группа 70-90 | Усвяцкий | Красногородский Куньинский Новоржевский | Локнянский Плюсский | Палкинский Порховский |
| 4 группа > 90 | Опочецкий | Пустошкинский | | Бежаницкий |

Таким образом, процессы естественной убыли и миграционного обмена в районах Псковской области развиваются под воздействием различных факторов. Для их идентификации будем использовать следующие группы показателей:

– экономические (среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, число предприятий и организаций на тысячу жителей, расходы местных бюджетов на одного жителя, инвестиции в основной капитал на одного жителя, место, занимаемое в области по продукции сельского хозяйства);

- инфраструктурные (ввод в действие жилых домов на одного жителя, плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием на 1000 квадратных километров территории);
- рынок труда (потребность в работниках, заявленная организациями в государственные учреждения службы занятости населения на тысячу жителей, удельный вес трудоустроенных граждан в общей численности обратившихся в органы службы занятости на тысячу жителей);
- демографические (доля постоянного населения старше трудоспособного возраста).

На первом этапе рассмотрим влияние представленных факторов на естественную убыль населения. Как и следовало ожидать, главным негативным фактором, определяющим естественную убыль населения, является его доля в возрасте старше трудоспособного. Коэффициент корреляции между показателями равен 0,83, т.е. зависимость является сильной. Определенное позитивное влияние на естественный прирост оказывает среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, что также вполне объяснимо, так как данный показатель во многом определяет качество жизни в муниципальном образовании. Коэффициент корреляции между показателями равен 0,53 – зависимость является средней. Несколько меньшее значение коэффициента имеет место с показателем число предприятий и организаций. Слабое позитивное влияние оказывают также состояние дорожной сети и рынка труда. Влияние уровня развития сельского хозяйства является слабым и негативным. Влияние остальных исследуемых факторов на естественное движение населения оказалось незначительным.

Рассмотрим далее влияние представленных факторов на миграционный обмен. В табл. 2 представлены коэффициенты корреляции между результирующим показателем (миграционный прирост/убыль населения на 1000 жителей) и исследуемыми факторами. Анализ показывает, что определяющее влияние на миграционный обмен оказывает состояние рынка труда, определяемое показателями «потребность в работниках» и «удельный вес трудоустроенных граждан». Коэффициенты корреляции с этими показателями равны 0,71 и 0,63 соответственно, т.е. зависимость является достаточно сильной.

Таблица 2. Влияние факторов на миграционный прирост/убыль
Table 2. Influence of factors on migration increase/decrease

| Факторы | Миграционный обмен |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| среднемесячная номинальная начисленная заработная плата | -0,22 |
| число предприятий и организаций на тысячу жителей | 0,13 |
| расходы местных бюджетов на одного жителя, инвестиции в основной капитал на одного жителя | -0,41 |
| место, занимаемое в области по продукции сельского хозяйства | -0,16 |
| инвестиции в основной капитал на одного жителя | 0,04 |
| ввод в действие жилых домов на одного жителя | -0,07 |
| плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием | -0,25 |
| потребность в работниках, заявленная организациями в государственные учреждения службы занятости населения на тысячу жителей | 0,71 |
| удельный вес трудоустроенных граждан в общей численности обратившихся в органы службы занятости на тысячу жителей | 0,63 |
| доля постоянного населения старше трудоспособного возраста | -0,10 |

Влияние экономических факторов на миграционный обмен оказалось незначительным. Отрицательное влияние расходов местных бюджетов можно объяснить их дотационностью и слабой зависимостью от состояния местной экономики. Низкое и отрицательное значение коэффициента корреляции между миграционным обменом и среднемесячной заработной платой во многом обусловлено недостатком данного показателя. Уровень дифференциации заработ-

ной платы в разрезе районов невелик. При этом более высокое значение показателя имеют районы, в которых расположены крупные объекты федерального уровня: узловые железнодорожные станции (Дно и Новосокольники), пограничные переходы (Пыталовский район), национальный парк (Себежский район). Мигранты вряд ли могут рассчитывать на трудоустройство в этих федеральных структурах, поэтому средняя заработная плата не выступает в качестве привлекающего в район мигрантов фактора.

Рассмотрим далее факторы миграции в возрастном разрезе. При этом будем различать внутрирегиональные и межрегиональные миграционные потоки. С точки зрения внутренней миграции для людей трудоспособного возраста наибольшую привлекательность имеет Псковский район. За период 2016–2020 годы сальдо внутрирегиональной миграции составило 2752 человека. Как уже отмечалось данная ситуация обусловлена массовой жилищной застройкой на границе района с областным центром. Незначительное положительное сальдо во внутрирегиональной миграции имеют также Невельский, Опочечский и Усвятский районы, что обусловлено реализацией в этих районах крупных проектов по созданию животноводческих комплексов. Остальные районы имеют отрицательное сальдо внутрирегиональной миграции.

Что касается межрегиональной миграции, то наряду с Псковским районом, сохраняющим небольшое положительное сальдо миграции, привлекательными являются также районы с хорошим рекреационным потенциалом – Гдовский и Себежский. При этом наибольшее отрицательное сальдо имеет Дедовичский район, что обусловлено проблемами основного работодателя района – Псковской ГРЭС. В целом за период 2016–2020 годы в районы Псковской области прибыло 23764 человека, а убыло 26431. Таким образом, сальдо межрегиональной миграции для людей трудоспособного возраста составило минус 2667 человек.

Существенно большую привлекательность имеют районы Псковской области для мигрантов старше трудоспособного возраста. За анализируемый период сальдо межрегиональной миграции в данной возрастной группе составило плюс 853 человека. Наиболее привлекательными являются районы с хорошим рекреационным потенциалом – Гдовский, Пушкиногорский и Себежский.

С точки зрения сохранения и развития демографического потенциала наибольший интерес представляет анализ факторов, обуславливающих миграционные потоки молодежи. Согласно ФЗ "О молодежной политике в Российской Федерации" к данной группе населения относятся граждане в возрасте от 14 до 35 лет. Исследования миграционных потоков будем проводить для населения в возрасте 15–34 года исходя из доступности информации в базе данных показателей муниципальных образований.

На рис. 2 представлены результаты межрегионального обмена молодежи районов Псковской области за период 2016–2020 годы. В целом за данный период разность между числом прибывшей и выбывшей молодежи составила 2620 человек, значение показателя для женщин и мужчин равно 1864 и 756 соответственно. Таким образом, склонность молодых женщин к миграции более чем в два раза выше, чем у молодых мужчин. Данная ситуация характерна для всех возрастных групп (рис. 2).

Максимальный отток молодежи имеет место в возрастной группе 15–19 лет, что связано в основном с необходимостью получения профессионального образования. За анализируемый период из муниципальных районов выбыло 3142 человека, а прибыло 1837. В результате отрицательное сальдо составило 1305 человек. В качестве наиболее значимого фактора миграционного притока в данной возрастной группе выступают расходы местных бюджетов (коэффициент корреляции 0,44, т.е. зависимость является средней), которые в основном связаны с финансированием образования (табл. 3). Таким образом, качество образования можно рассматривать в качестве значимого фактора притяжения (pull factor) для возрастной группы 15–19 лет. При этом необходимость получения образования за пределами региона выступает в качестве выталкивающего фактора (push factor).

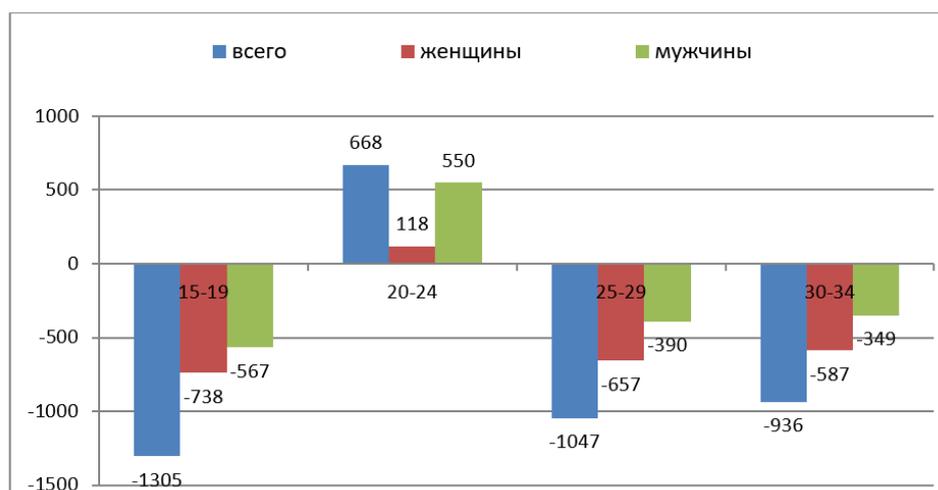


Рис. 2. Межрегиональный миграционный прирост в разрезе возрастных групп

Fig. 2. Interregional migration gain by age group

После получения профессионального образования существенная часть молодых людей возвращается домой, что обуславливает положительное сальдо миграционных потоков для возрастной группы 20-24 года (рис. 2). В качестве экономического фактора притяжения для данной группы следует выделить возможности трудоустройства и реализации себя в профессии. Данную гипотезу подтверждает достаточно существенное значение коэффициента корреляции миграционных потоков с числом предприятий и удельным весом трудоустроенных (табл. 3). В тоже время значимость экономических факторов притяжения для женщин существенно ниже, чем у мужчин. Обусловлена данная ситуация сокращением «женских» рабочих мест в экономике муниципальных образований. Оптимизация социальной сферы привела к существенному снижению числа рабочих мест в образовании и здравоохранении. За период 2010–2016 годы сокращение составило около четверти. Так, например, в Дедовичском районе среднесписочная численность работников образования снизилась с 594 до 451 человек, а в здравоохранении с 367 до 277. В качестве неэкономических факторов притяжения для возрастной группы 20-24 года следует рассматривать воссоединение с семьёй, а также создание семьи.

Наиболее интенсивный миграционный отток имеет место в возрастных группах 25-29 и 30-34, что обуславливается возросшими требованиями к качеству жизни (рис. 2). При этом значимость представленных в районах факторов трудоустройства уменьшается, о чем свидетельствует снижение значений коэффициентов корреляции между результирующим показателем (миграционным обменом), числом предприятий и удельным весом трудоустроенных (табл. 3). Наиболее благоприятная ситуация с миграцией в этих возрастных группах имеет место в Островском, Псковском и Себежском районах. Сальдо межрегиональной миграции у них примерно равно нулю. Эти районы имеют высокую долю городского населения и характеризуются лучшим состоянием социальной и инженерной инфраструктуры. Кроме этого они имеют неплохую ситуацию на местном рынке труда. К числу наименее привлекательных для молодежи относятся Дедовичский и Печорский районы. Они также имеют высокую долю городского населения, однако, ситуация на рынке труда у них неблагоприятная. Таким образом, для удержания молодежи муниципальный район должен иметь приемлемый уровень развития инфраструктуры, а также благоприятную ситуацию на рынке труда.

Систематизация факторов миграции молодежи в разрезе возрастных групп представлена в табл. 4. Анализ показывает, что молодежную политику в муниципальных районах следует проводить по следующим основным направлениям:

Таблица 3. Влияние факторов на миграционный прирост/убыль в разрезе возрастных групп
Table 3. Influence of factors on migration increase/decrease in the context of age groups

| Факторы | Миграционный обмен 15-19 | Миграционный обмен 20-24 | Миграционный обмен 25-29 | Миграционный обмен 30-34 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| среднемесячная номинальная начисленная заработная плата | 0,29 | 0,08 | 0,12 | -0,17 |
| число предприятий и организаций на тысячу жителей | 0,21 | 0,57 | 0,33 | 0,29 |
| расходы местных бюджетов на одного жителя | 0,44 | -0,11 | -0,04 | -0,13 |
| место, занимаемое в области по продукции сельского хозяйства | 0,09 | -0,09 | -0,01 | -0,05 |
| инвестиции в основной капитал на одного жителя | -0,08 | -0,07 | -0,03 | 0,23 |
| ввод в действие жилых домов на одного жителя | 0,16 | -0,06 | 0,16 | -0,06 |
| плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием | 0,02 | 0,11 | -0,17 | -0,06 |
| потребность в работниках, заявленная организациями в государственные учреждения службы занятости населения на тысячу жителей | 0,28 | -0,05 | 0,16 | 0,19 |
| удельный вес трудоустроенных граждан в общей численности обратившихся в органы службы занятости на тысячу жителей | 0,08 | 0,45 | 0,29 | 0,35 |
| доля постоянного населения старше трудоспособного возраста | -0,25 | -0,40 | -0,41 | -0,23 |

Таблица 4. Факторы притяжения и выталкивания молодежи
Table 4. The factors of attraction and pushing out of youth

| Возрастные группы (лет) | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 15-19 | | 20-24 | | 25-29 | | 30-34 | |
| Факторы притяжения | Факторы выталкивания | Факторы притяжения | Факторы выталкивания | Факторы притяжения | Факторы выталкивания | Факторы притяжения | Факторы выталкивания |
| Качество образования в регионе | Получение профессионального образования | Возможности трудоустройства | Недостаток «женских» рабочих мест | Хорошая ситуация на рынке труда Достаточный уровень развития инфраструктуры | Неблагоприятная ситуация на рынке труда | Хорошая ситуация на рынке труда Достаточный уровень развития инфраструктуры | Неблагоприятная ситуация на рынке труда |

Таким образом, устойчивое развитие неурбанизированных территорий требует системного подхода для обеспечения качества жизни населения и, прежде всего, молодежи. Следует отметить, что в РФ в целом, а также в Псковской области прилагаются достаточно большие усилия для развития неурбанизированных территорий. К числу таких методов, активно применяемых на федеральном и региональном уровне, относятся программно-целевой и проектный методы управления. Администрация Псковской области планирует реализацию проектов комплексного



развития сельских территорий в рамках ведомственной целевой программы «Современный облик сельских территорий» государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий».

Как показал проведенный анализ, к числу наиболее проблемных, с точки зрения миграции молодежи, относятся Дедовичский и Печорский районы, что обусловлено, главным образом, неблагоприятной ситуацией на рынке труда. Конкурентным преимуществом Дедовичского района является наличие на его территории Псковской ГРЭС. Поэтому развитие данной территории предполагается через формирование пула энергоемких проектов. К таким стратегическим якорным проектам относятся: центр обработки данных (ЦОД), тепличные хозяйства, производство и хранение продуктов питания и др.

Проблемы Печорского района во многом обусловлены высоким уровнем зависимости городского поселения «Печоры» от градообразующего предприятия – ООО «Евро-керамика Печоры». В целях развития территории ГП «Печоры» Администрацией региона предлагается создать территорию опережающего социально-экономического развития (далее – ТОСЭР), что позволит повысить экономический потенциал, будет способствовать повышению уровня жизни населения, развитию промышленного производства в городском поселении и регионе в целом. Одновременно с привлечением инвестиций будет поддерживаться занятость, что особенно важно для монопрофильного муниципального образования.

Заключение

Как показали проведенные исследования, главным фактором устойчивого развития неурбанизированных территорий является сохранение и развитие их демографического потенциала. В то же время низкий уровень развития социальной и инженерной инфраструктуры, недостаточное предложение рабочих мест для выпускников учреждений среднего и высшего профессионального образования вынуждает молодых специалистов искать возможность профессиональной реализации в крупных городах. При этом наиболее интенсивный миграционный отток характерен для молодых женщин, что во многом обусловлено «вымыванием» женских рабочих мест в результате оптимизации социальной сферы в сельской местности.

Основными результатами научного исследования являются следующие:

1. обоснован приоритет развития социально-демографического потенциала в качестве ведущего фактора устойчивого развития неурбанизированных территорий;
2. обоснована система показателей для оценки факторов устойчивого развития неурбанизированных территорий;
3. выявлено определяющее влияние состояние рынка труда на миграционный обмен;
4. систематизированы экономические факторы притяжения и выталкивания молодежи в разрезе возрастных групп;
5. обоснованы основные направления экономического блока региональной молодежной политики.

Направления дальнейших исследований

В условиях современной экономики повышается значимость интеллектуального капитала в качестве фактора устойчивости территорий. В связи с этим в качестве направлений дальнейшего исследования следует рассматривать комплекс вопросов оценки интеллектуального капитала, его развития и влияния на социально-экономические процессы в регионах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Белякова Г.Я., Шевелева Р.Н.** Методические подходы к формированию стратегий развития муниципальных образований неурбанизированных территорий // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 8-1. С. 102–106.
2. Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года.
3. **Матвиенко О.В.** Перспективы устойчивого развития сельских территорий Краснодарского края. Сборник научных трудов вузов России "Проблемы экономики, финансов и управления производством". 2019. № 44. С. 32–35.
4. **Руус Н.Й.А., Кубина Н.Е., Фарафонова Ю.Ю.** Возможности обеспечения устойчивого экономического развития приморских территорий региона Балтийского моря в условиях цифровой трансформации // *Балтийский регион*. 2021. Т. 13, № 2. С. 7–26. DOI: 10.5922/2079-8555-2021-2-1
5. **Авезова М.М., Мансурова М.Г.** Приоритетные направления повышения диверсификации экономики региона // *Управление*. 2021. Т. 9. № 1. С. 5–15. DOI: 10.26425/2309-3633-2021-9-1-5-15
6. **Астафьева О.Е.** Особенности формирования механизма устойчивого развития промышленности на основе эффективного использования ресурсов // *Вестник университета*. 2020. № 7. С. 45–50.
7. **Греков А.Н., Грекова Н.С.** Приоритетные направления и механизм устойчивого развития сельских территорий // *Теория и практика мировой науки*. 2016. № 2. С. 33–35.
8. **Пыжикова Н.И., Цветных А.В., Шапорова З.Е., Лобков К.Ю.** Устойчивое развитие сельских территорий региона как эколого-социально-экономических систем: теория и принципы // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2019. № 1-1. С. 159–165.
9. **Ускова Т.В.** Устойчивость развития территорий и современные методы управления // *Проблемы развития территории*. 2020. № 2 (106). С. 7–18. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.1
10. **Tasmaganbetov A.B., Abayev A.A., Rahmanova A.S., Tleukabylova K.B.** Theoretical and methodological bases of assessment of sustainable development of rural areas // *Bulletin of Karaganda University. Economy Series*. 2019. Т. 96. № 4. С. 67–74.
11. **Li Y., Westlund H., Liu Y.** Why some rural areas decline while some others not: An overview of rural evolution in the world. *Journal of Rural Studies*, 2018, vol. 68, pp. 135–143.
12. **Полбицын С.Н.** Роль предпринимательства в устойчивом развитии сельских территорий России // *Экономика региона*. 2021. Т. 17, вып. 2. С. 619–631. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-19>
13. **Оборин М.С., Мингалева Ж.А.** Развитие сферы услуг сельских территорий как фактор устойчивого развития региона // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2018. Т. 24. № 2. С. 115–122.
14. **Наумов А.И., Третьякова Л.А.** Особенности диверсификации экономической деятельности на сельских территориях // *Вестник ОрелГИЭТ*. 2012. № 1 (19). С. 105–110.
15. **Voroshilov N.V.** Assessing the socio-economic potential of rural territories. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2021, vol. 14, no. 1, pp. 91–109. DOI: 10.15838/esc.2021.1.73.7
16. **Mkrtchyan N.V.** Migration in rural areas of Russia: territorial differences. *Population and Economics*, 2019, 3 (1): 39–51. <https://doi.org/10.3897/popecon.3.e34780>
17. **Калачикова О.Н., Будилов А.П.** Отток молодежи из сельской местности: мотивы и возможности регулирования // *Социальное пространство*. 2018. № 3 (15). С. 1.
18. **Garasky S.** Where are they going? Comparison of urban and rural youths' locational choices after leaving the parental home. *Soc. Sci.* 2002, Res. 31, 409e431.
19. **Zuzana Bednaříková, Miroslava Bavorová, Elena V. Ponkina.** Migration motivation of agriculturally educated rural youth: The case of Russian Siberia. *Journal of Rural Studies*, Vol. 45, June 2016, pp. 99–111.
20. **Николаева У.Г., Покровский Н.Е., Смирнов С.Н.** Качество и образ жизни сельского населения в условиях нарастающей депопуляции: региональный аспект // *Социально-трудовые исследования*. 2019. № 4 (37). С. 33–44.
21. **Родин А.В., Лантух О.С.** Концептуальные аспекты реализации потенциала молодежи в устойчивом развитии локальной территории // *Вестник Академии знаний*. 2021. № 1 (42). С. 239–245. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-10917



22. Кулибанова В.В., Приходько А.Н., Тэор Т.Р. Факторы повышения конкурентной привлекательности мегаполиса для молодежной миграции // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 4. С. 200–211. DOI: 10.18721/ЖЕ.11415
23. Жирнель Е.В., Кулакова Л.М. Устойчивое развитие и модернизация экономики сельских территорий России // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2015. № 3. С. 35–44.
24. Цветцых А.В., Шевцова Н.В. Устойчивое развитие сельских территорий: сущность, факторы и критерии // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2020. № 2 (81). С. 280–288.
25. Яценко А.Ю. Инновации как условие модернизации экономики неурбанизированных территорий Приволжского федерального округа // Инновации. 2014. № 3. С. 117–120.
26. Шевелева Р.Н. Понятие и признаки неурбанизированных территорий // Молодой ученый. 2015. № 8. С. 696–698.

REFERENCES

1. G.Ya. Belyakova, R.N. Sheveleva, Metodicheskiye podkhody k formirovaniyu strategiy razvitiya munitsipalnykh obrazovaniy neurbanizirovannykh territoriy // Fundamentalnyye issledovaniya. 2016. № 8-1. S. 102–106.
2. Kontseptsiya ustoychivogo razvitiya selskikh territoriy Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda.
3. O.V. Matviyenko, Perspektivy ustoychivogo razvitiya selskikh territoriy krasnodarskogo kraya. Sbornik nauchnykh trudov vuzov Rossii "Problemy ekonomiki, finansov i upravleniya proizvodstvom". 2019. № 44. S. 32–35.
4. N.Y.A. Ruus, N.Ye. Kubina, Yu.Yu. Farafonova, Vozmozhnosti obespecheniya ustoychivogo ekonomicheskogo razvitiya primorskikh territoriy regiona Baltiyskogo morya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii // Baltiyskiy region. 2021. Т. 13, № 2. S. 7–26. DOI: 10.5922/2079-8555-2021-2-1
5. M.M. Avezova, M.G. Mansurova, Prioritetnyye napravleniya povysheniya diversifikatsii ekonomiki regiona//Upravleniye. 2021. Т. 9. № 1. S. 5–15. DOI: 10.26425/2309-3633-2021-9-1-5-15
6. O.Ye. Astafyeva, Osobennosti formirovaniya mekhanizma ustoychivogo razvitiya promyshlennosti na osnove effektivnogo ispolzovaniya resursov // Vestnik universiteta. 2020. № 7. S. 45–50.
7. A.N. Grekov, N.S. Grekova, Prioritetnyye napravleniya i mekhanizm ustoychivogo razvitiya selskikh territoriy // Teoriya i praktika mirovoy nauki. 2016. № 2. S. 33–35.
8. N.I. Pyzhikova, A.V. Tsvettsykh, Z.Ye. Shaporova, K.Yu. Lobkov, Ustoychivoye razvitiye selskikh territoriy regiona kak ekologo-sotsialno-ekonomicheskikh sistem: teoriya i printsipy // Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava. 2019. № 1-1. S. 159–165.
9. T.V. Uskova, Ustoychivost razvitiya territoriy i sovremennyye metody upravleniya // Problemy razvitiya territorii. 2020. № 2 (106). S. 7–18. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.1
10. A.B. Tasmaganbetov, A.A. Abayev, A.S. Rahmanova, K.B. Tleukabylova, Theoretical and methodological bases of assessment of sustainable development of rural areas // Bulletin of Karaganda University. Economy Series. 2019. Т. 96. № 4. S. 67–74.
11. Y. Li, H. Westlund, Y. Liu, Why some rural areas decline while some others not: An overview of rural evolution in the world. Journal of Rural Studies, 2018, vol. 68, pp. 135–143.
12. S.N. Polbitsyn, Rol predprinimatelstva v ustoychivom razvitii selskikh territoriy Rossii // Ekonomika regiona. 2021. Т. 17, vyp. 2. S. 619–631. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-19>
13. M.S. Oborin, Zh.A. Mingaleva, Razvitie sfery uslug selskikh territoriy kak faktor ustoychivogo razvitiya regiona // Vestnik Zabaykalskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. Т. 24. № 2. S. 115–122.
14. A.I. Naumov, L.A. Tretyakova, Osobennosti diversifikatsii ekonomicheskoy deyatel'nosti na selskikh territoriyakh // Vestnik OrelGIET. 2012. № 1 (19). S. 105–110.
15. N.V. Voroshilov, Assessing the socio-economic potential of rural territories. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 2021, vol. 14, no. 1, pp. 91–109. DOI: 10.15838/esc.2021.1.73.7
16. N.V. Mkrtchyan, Migration in rural areas of Russia: territorial differences. Population and Economics, 2019, 3 (1): 39–51. <https://doi.org/10.3897/popecon.3.e34780>
17. O.N. Kalachikova, A.P. Budilov, Ottok molodezhi iz selskoy mestnosti: motivy i vozmozhnosti regulirovaniya // Sotsialnoye prostranstvo. 2018. № 3 (15). S. 1.

18. **S. Garasky**, Where are they going? Comparison of urban and rural youths' locational choices after leaving the parental home. Soc. Sci. 2002, Res. 31, 409e431.
19. **Zuzana Bednaříková, Miroslava Bavorová, Elena V. Ponkina**, Migration motivation of agriculturally educated rural youth: The case of Russian Siberia. Journal of Rural Studies, Vol. 45, June 2016, pp. 99–111.
20. **U.G. Nikolayeva, N.Ye. Pokrovskiy, S.N. Smirnov**, Kachestvo i obraz zhizni selskogo naseleniya v usloviyakh narastayushchey depopulyatsii: regionalnyy aspekt // Sotsialno-trudovyye issledovaniya. 2019. № 4 (37). S. 33–44.
21. **A.V. Rodin, O.S. Lantukh**, Kontseptualnye aspekty realizatsii potentsiala molodezhi v ustoychivom razvitii lokalnoy territorii // Vestnik Akademii znaniy. 2021. № 1 (42). S. 239–245. DOI: 10.24412/2304-6139-2021-10917
22. **V.V. Kulibanova, A.N. Prikhodko, T.R. Teor**, Faktory povysheniya konkurentnoy privlekatelnosti megapolisa dlya molodezhnoy migratsii // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskkiye nauki. 2018. T. 11, № 4. S. 200–211. DOI: 10.18721/JE.11415
23. **Ye.V. Zhirnel, L.M. Kulakova**, Ustoychivoye razvitiye i modernizatsiya ekonomiki selskikh territoriy Rossii // Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2015. № 3. S. 35–44.
24. **A.V. Tsvettsykh, N.V. Shevtsova**, Ustoychivoye razvitiye selskikh territoriy: sushchnost, faktory i kriterii // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava. 2020. № 2 (81). S. 280–288.
25. **A.Yu. Yatsenko**, Innovatsii kak usloviye modernizatsii ekonomiki neurbanizirovannykh territoriy Privolzhskogo federalnogo okruga // Innovatsii. 2014. № 3. S. 117–120.
26. **R.N. Sheveleva**, Ponyatiye i priznaki neurbanizirovannykh territoriy // Molodoy uchenyy. 2015. № 8. S. 696–698.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

НИКОЛАЕВ Михаил Алексеевич

E-mail: mihaelnikolaev@mail.ru

NIKOLAEV Mihail A.

E-mail: mihaelnikolaev@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9678-5548>

МАХОТАЕВА Марина Юрьевна

E-mail: makhotaeva@mail.ru

MAKHOTAeva Marina U.

E-mail: makhotaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7670-7286>

Статья поступила в редакцию 15.10.2021; одобрена после рецензирования 29.11.2021; принята к публикации 29.11.2021.

The article was submitted 15.10.2021; approved after reviewing 29.11.2021; accepted for publication 29.11.2021.

Научная статья

УДК 338.012

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14605>

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ И ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА КАК ИННОВАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЧЕТВЕРТОГО ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

Н.В. Кваша¹ , Е.Г. Бондарь² 

¹ Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ nadia_kvasha@rambler.ru

Аннотация. Узкий взгляд на современный энергопереход, как на процесс вытеснения нетрадиционными источниками энергии (НИЭ) ископаемых видов топлива, является основной причиной де-факто приоритизации инерционного сценария функционирования энергетической отрасли. Игнорирование энергопереходных процессов ведет к долгосрочным негативным последствиям, в том числе в виде недополученных эффектов и упущенных возможностей, открывающихся при переходе к новым инновационным моделям энергосистем. Целью исследования является выявление основных элементов четвертого энергоперехода, определяющих эффективные инновационные направления развития энергетических систем различного уровня, что расширяет дефиницию «энергопереход». Совокупность теоретико-методических подходов исследования (общие положения экономической теории, теории рынка, инвестиций, специальные подходы в области теории и методологии обеспечения энергоэффективности, устойчивого развития, зеленой экономики, теории внешних эффектов, методологии управления инновациями, в том числе в области цифровизации) обусловлена базированием на концепции Энергетической трилеммы. Показано, что отличительной особенностью четвертого энергоперехода является обеспечивающая роль элемента цифровизации, связанного с цифровым и интеллектуальным управлением и гибким построением сетей. Развитие цифрового элемента в данном направлении обуславливает возможности формирования энергосистемы на инновационных распределенных принципах. К эффектам развития распределенной энергетики на основе цифрового базиса отнесены диверсификация энергоресурсов за счет расширения возможностей использования НИЭ, а также вторичных источников энергии, обеспечение возможности независимого функционирования энергосистемы в случае необходимости, демонополизация внутренних энергетических рынков, ведущая к снижению затрат потребителей, обеспечивая как непосредственно их эффективность, так и мультипликативный эффект для экономических систем более высокого уровня. На основе тезиса об определяющей роли элементов децентрализации и цифровизации в современных переходных процессах обосновывается необходимость смещения фокуса исследований в область разработки мер по реформированию энергосистемы России с учетом внедрения инноваций в области распределенной и цифровой энергетики. Выдвинуто предположение, что развитие распределенной энергетики в России на инновационно-цифровых принципах может стать платформой для плавного энергоперехода, позволяющей реализовать, как генерируемые им возможности, так и в оптимальной степени нейтрализовать возникающие угрозы.

Ключевые слова: энергетический переход; энергоэффективность; инновационные элементы; распределенная энергетика, нетрадиционные источники энергии, цифровые и интеллектуальные технологии

Для цитирования: Кваша Н.В., Бондарь Е.Г. Распределенная и цифровая энергетика как инновационные элементы четвертого энергоперехода // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 67–77. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14605>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14605>

DISTRIBUTED AND DIGITAL ENERGY AS INNOVATIVE ELEMENTS OF THE FOURTH ENERGY TRANSITION

N.V. Kvasha¹  , **E.G. Bondar**² ¹ Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, Russian Federation;² Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation,
St. Petersburg, Russian Federation✉ nadia_kvasha@rambler.ru

Abstract. A narrow view of the modern energy transition as a process of displacing fossil fuels by untraditional energy sources (UES) is the main reason for the de facto prioritization of the inertial scenario of the energy industry functioning. Ignoring energy transition processes leads to long-term negative consequences, including missed opportunities that open during the transition to new innovative models of energy systems. The aim of the study is to identify the main elements of the fourth energy transition, which determine effective innovative directions for the development of energy systems at various levels expanding the definition of “energy transition”. The set of theoretical and methodological research approaches (general provisions of economic theory, market theory, investment, special approaches in the field of theory and methodology of energy efficiency, sustainable development, green economy, externalities theory, innovation management methodology, including in the field of digitalization) is due to the basing on the concept of the Energy Trilemma. It is shown that a distinctive feature of the fourth energy transition is the supporting role of the digitalization element associated with digital and smart control and flexible construction of networks. The development of a digital element in this direction determines the possibility of forming a power system on innovative distributed principles. Development of the digital basis distributed energy results in diversification of energy resources by expanding the possibilities of using UES, as well as secondary energy sources. In addition, it ensures the possibility of independent operation of the energy system if necessary and demonopolizes domestic energy markets. This leads to a decrease in consumer costs, providing both their direct efficiency and the multiplier effect for higher-level economies. Based on the thesis about the decisive role of the elements of decentralization and digitalization in modern transition processes, the paper substantiates the need to shift the focus of research to the development of measures to reform the Russian energy system, taking into account the introduction of innovations in the field of distributed and digital energy. It has been suggested that the development of distributed energy in Russia based on innovative digital principles can become a platform for a smooth energy transition, which makes it possible to realize the opportunities it generates, as well as optimally neutralize the emerging threats.

Keywords: energy transition; energy efficiency; innovative elements; distributed energy, untraditional energy sources, digital technologies, smart energy

Citation: N.V. Kvasha, E.G. Bondar', Distributed and digital energy as innovative elements of the fourth energy transition, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 67–77. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14605>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Четвертый энергетический переход (Energy Transition, ET), в который мир входит в настоящее время, является объективно-обусловленным процессом накопления критической массы инноваций в энергетике. В России, поддерживающей активизацию ET-повестки на официальном уровне, фактически наблюдается институциональное сопротивление переходным процессам в энергетическом комплексе. Игнорирование современных инновационных тенденций в области



энергетики при выборе направлений экономического развития может, как привести к ряду долгосрочных негативных последствий экономического характера, так ограничить реализацию возможностей, открывающихся при переходе к новым инновационным моделям энергосистем. Таким образом, исследования, расширяющие понимание роли современного переходного процесса в инновационном развитии энергетической отрасли, являются актуальными с точки зрения обеспечения конкурентоспособности национальной экономики на долгосрочную перспективу.

Литературный обзор

Критический анализ научной литературы за 2012–2021 гг. по экономическим, технологическим и управленческим вопросам развития энергетического комплекса, а также дополнительных источников в виде аналитических отчетов, программных документов, публикаций в средствах массовой информации показал, что среди отечественных и зарубежных исследователей преобладает узкий подход к пониманию энергоперехода как процесса замены традиционных (преимущественно ископаемых) энергетических источников нетрадиционными видами энергии (НИЭ).

С нашей точки зрения, устоявшаяся дефиниция, близкая к значению «энергоповорот», ограничивает набор включаемых в анализ элементов современного ЕТ-процесса рамками исследований эффектов развития зеленых источников энергии. Результаты библиометрических исследований показывают, что количество публикаций по зеленой энергетике выросло с 1998 г. по 2020 г. в геометрической прогрессии. При этом рост обеспечили в основном исследования проблем декарбонизации, в то время как объемы исследований других вопросов, в частности энергоэффективности, оставались на стабильном уровне [22].

Основные направления развития мировой энергетики в процессе современного энергоперехода подробно рассматриваются в статье Кулапина А.И. [7]. Здесь же оценивается место России в глобальной повестке. Энергопереход определяется автором, как структурное преобразование глобального энергетического баланса. Аналогичной позиции придерживаются и другие исследователи. Так, Бахтизина Н.В. и Бахтизин А.Р., исследуя вопросы инвестирования переходных процессов, определяют текущий энергопереход, как глубокую декарбонизацию мировой экономики [1].

В работах по смежным вопросам авторы базируются на сходных подходах. Жизнин С.З. с соавторами [5], анализируя конкуренцию полезных ископаемых в период пандемии, характеризует современные переходные процессы, как низкоуглеродные. Харланов А.С. [14], рассматривая нефтегазовый сектор в условиях цифровизации, указывает, что на смену традиционной углеводородной и атомной энергетике приходят нетрадиционные источники энергии.

Солидарны в этом вопросе и зарубежные исследователи. В частности, Gielen D. и др. [17], отмечают, что «переход от ископаемого топлива к решениям с низким содержанием углерода будет играть важную роль...». Зарубежные авторы смежных исследований, например, Lohmann A. и соавторы [20], предлагая пути сокращения водопотребления на объектах генерации, также рассматривают переход к НЭИ в качестве определяющего элемента трансформационных процессов в энергетике.

Текущее положение дел в исследованиях рассматриваемой проблематики, с нашей точки зрения, является одной из причин приоритизации де-факто инерционного сценария развития российской энергетической отрасли, так как мировой курс на декарбонизацию является серьезным вызовом для отечественного сырьевого экспорта.

Цель исследования

Целью исследования является выявление и обоснование основных элементов четвертого энергоперехода, определяющих эффективные инновационные направления развития энергетических систем различного уровня. Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- уточнение дефиниции «энергопереход» на основе широкого подхода к пониманию переходных процессов в энергетике;
- установление основных элементов современных ЕТ-процессов, определяющих эффективные инновационные направления развития энергетической отрасли;
- определение инновационной роли в энергопереходных процессах нового элемента цифровизации;
- выявление основных предпосылок и потенциальных эффектов формирования энергосистемы России на инновационных распределенных принципах.

Методы исследования

Совокупность теоретико-методических подходов исследования обусловлена использованием базисной концепции Энергетической трилеммы: энергобезопасность (надежность) – энергодоступность (достаточный объем по приемлемым ценам) – экологичность (минимизация антропогенного воздействия на окружающую среду). В соответствии с этим теоретической основой исследования явились, как общие положения экономической теории, теории рынка, инвестиций, так и специальные подходы в области теории и методологии обеспечения энергоэффективности, устойчивого развития, зеленой экономики, теории внешних эффектов, а также методологии управления инновациями, в том числе в области цифровизации. Широко использованы методы анализа (экспертного, логического и статистического, анализа затрат и результатов). Применены подходы экономического моделирования, в частности графического.

Результаты и обсуждение

Решение поставленных задач в соответствие с целью исследования обусловило получение следующих научных результатов:

1. Анализ прогнозов развития мировой энергетики, например, на основе сценариев, разработанных Институтом энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН), показывает, что совокупная доля углеродосодержащих видов топлива сохраняется на подавляюще преобладающем уровне даже в рамках самого оптимистичного сценария с точки зрения развития НЭИ. При этом доля газа, как в структуре углеводородов, так и в общей структуре энергоресурсов увеличивается при всех сценариях развития электроэнергетики (рис. 1).

Таким образом, понимание современного энергоперехода, как процесса вытеснения нетрадиционными источниками энергии ископаемого топлива является безусловно ограниченным. Расширяя рассматриваемую дефиницию, ЕТ-процессы мы определяем как существенные изменения традиционного способа функционирования энергетического сектора, которые приводят к существенному росту энергоэффективности [21]. В масштабах страны увеличение энергоэффективности количественно выражается в значительном снижении энергоемкости ВВП. При этом энергоэффективность не обязательно должна обеспечиваться только глобальной сменой первичных и вторичных энергоресурсов.

2. Основными драйверами глобальных энергопереходов всегда являлись научно-технический прогресс (НТП) в совокупности с энергетической политикой государства. Как было отмечено, со стороны НТП современные ЕТ-процессы объективно обусловлены накоплением критической массы продуктовых и процессных (технологических и управленческих) инноваций в энергетике, которые могут быть сгруппированы следующим образом [10]:

- технологии удешевляющие производство электроэнергии и тепла на основе нетрадиционных источников энергии;
- технологии накопления и хранения энергии;
- цифровые и интеллектуальные технологии в энергетике.

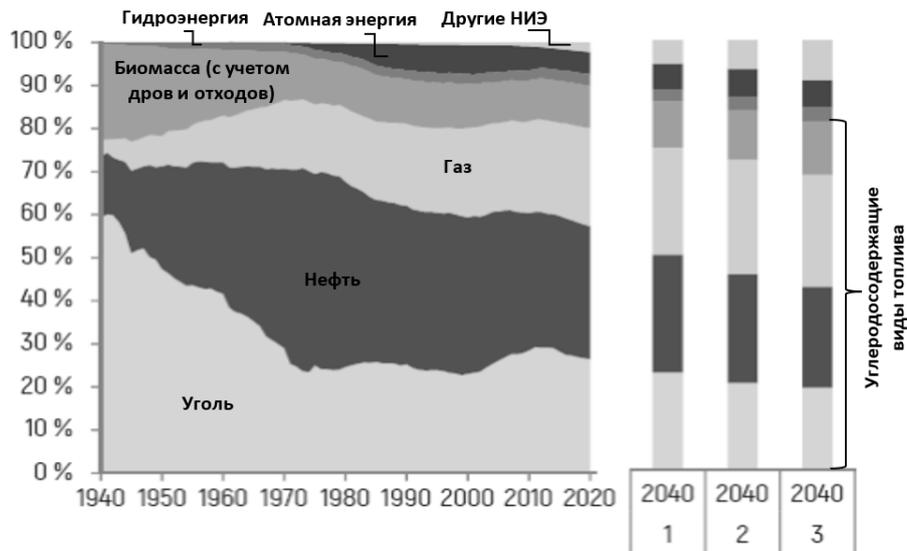


Рис. 1. Динамика структуры мирового энергопотребления по видам топлива

Fig. 1. Dynamics of the structure of world energy consumption by fuel type

2040 г. в соответствии со сценариями, разработанными ИНЭИ РАН: 1 – Консервативный; 2 – Инновационный; 3 – Энергопереход

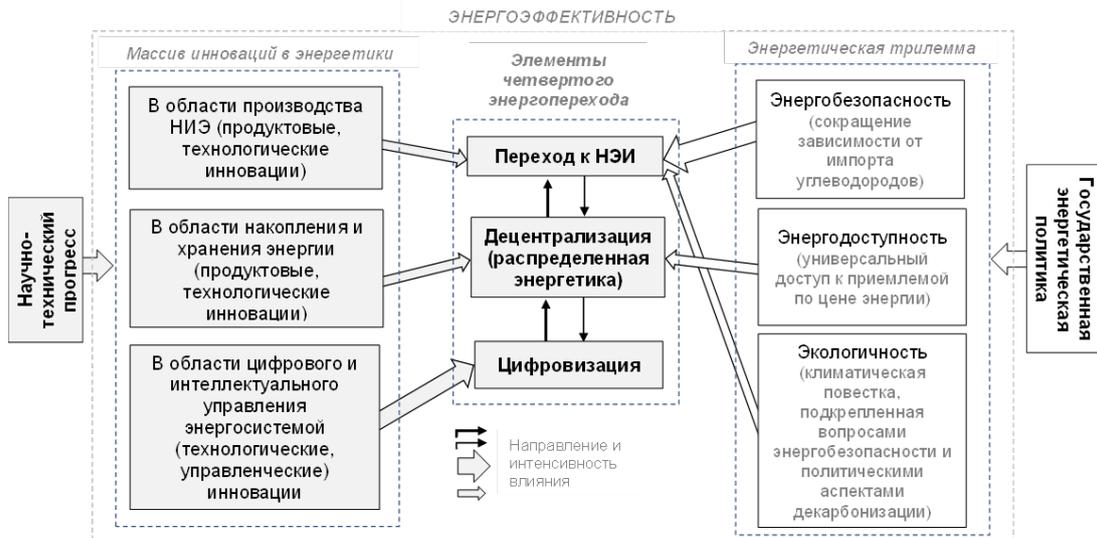


Рис. 2. Взаимосвязь основных элементов и определяющих драйверов четвертого глобального энергоперехода (широкий подход)

Fig. 2. Interrelation of key elements and drivers of the fourth global energy transition (broad approach)

Развитие указанных технологий определяет формирование соответствующих элементов четвертого энергоперехода, а именно переход к НИЭ, децентрализацию и цифровизацию энергетики (рис. 2).

Как видно, расширение использования НИЭ является лишь частью ЕТ-элементов. При этом ключевой особенностью, отличительной от предшествующих глобальных энергопереходов, является наличие элемента цифровизации, а также его весьма значимая роль в обеспечении функционирования других элементов перехода. Процессы цифровизации начинают играть роль драйвера в большинстве сфер современной экономики [15, 19]. Цифровые и интеллектуальные техно-

логии в энергетике связаны с накоплением и анализом данных, а также обменом данными между элементами системы, то есть цифровым и интеллектуальным управлением энергосистемой, гибким построением сетей (smart energy, smart grid) [16]. По сути, цифровизация является определяющей в самой возможности перехода к НИЭ через формирование элемента децентрализации.

3. Государственная энергетическая политика, как второй драйвер энергоперехода, заключается в использовании различного рода регулятивных инструментов, реализуемых сквозь призму энергетической трилеммы. К данным инструментам, в частности, относятся прямая и косвенная финансовая поддержка (например, субсидии и налоги соответственно), инструменты регулирования потребления и, следовательно, спроса на тот или иной вид топлива, формирование стандартов в области энергетики и т.д. Указанные механизмы могут оказывать очень существенное влияние на энергобаланс, при определенных условиях перевешивающее воздействие объективных факторов.

В качестве особенности современного энергоперехода выделяется превалирование в государственной энергетической политике большинства развитых стран экологических задач над прочими запросами общества, что определяет фокусировку внимания на вопросах развития НИЭ [10]. В то же время определенные шаги стран ЕС, например, говорят скорее об акценте на проблемах обеспечения энергобезопасности своих стран за счет сокращения зависимости от импорта углеводородов в условиях развития НИЭ [4, 7]. Также климатическая повестка зачастую является прикрытием политического и экономического давления на страны-экспортеры углеводородов. О данных тенденциях свидетельствует, в частности, тот факт, что абсолютное большинство национальных планов, принимаемых по результатам последних климатических конференций, сфокусировано именно на вопросах декарбонизации энергетики. Другим направлениям климатической повестки уделяется достаточно формальное внимание. В большей степени вопросами климата, а именно качества воздуха в крупных городах, обеспокоены правительства активно развивающихся стран (Китай, Индия). Однако в этих странах речь ведется не о полном отказе от углеводородов и переходе к НИЭ, а в первую очередь, о перераспределении в балансе углеводородов в пользу более экологичных их видов.

4. С учетом полученных результатов ключевым элементом энергоперехода от сложившихся энергосистем 20-го столетия к новому энергетическому укладу 21-го века должны стать процессы формирования распределенной энергетики (Distributed Energy Resources, DER). На основе анализа имеющихся подходов к определению термина «распределенная энергетика», а также исследований концептуальных основ DER нами получено заключение о том, что основным критерием отнесения объекта к распределенной энергетике является близость к непосредственному потребителю (потребителям), нивелирующая потребность в магистральных транспортных сетях высокой мощности [3, 6, 8, 11]. Могут иметь место подключение к распределительной сети либо поставки непосредственно потребителю. При этом изначально уровень мощности объекта и технология значения не имеют, но на основе объективных причин в границах распределенной энергетики возникают тенденции к снижению единичной мощности [18], а также в направлении зеленых технологий.

Модель, которая ранее определялась в основном термином «малая энергетика» существует с момента начала функционирования энергосистемы общества, решая проблему тепло и электроснабжения удаленных районов [13]. Последние десятилетия мировой тенденцией является появление новых направлений развития малой энергетики, расположение объектов которой определяется не только фактором труднодоступности территорий. В частности, распределенная генерация начинает встраиваться в существующую энергосистему. Эта ситуация приводит к возникновению конкуренции между двумя типами энергосистем, что обуславливает различного рода экономические и институциональные последствия, которые необходимо учитывать, как при принятии текущих решений, так и в перспективном стратегическом планировании.



5. Возникновение потребностей в развитии DER одновременно подкрепляется возможностями, которые на современном этапе предоставляет научно-технический прогресс. В соответствии с представленными выше результатами катализатором современного энергоперехода являются цифровые инновации, в свою очередь обуславливающие формирование ключевого элемента децентрализации энергетических систем, через обеспечение возможности управления DER (интернет энергии, облачные хранилища, умные системы учета и т.п.), а также качественных изменений на энергетическом рынке (появление новых типов участников (например, просьюмеров), новые платежные технологии, блокчейн, smart-контракты и т.п.). Все это в свою очередь, во-первых, обеспечивает снижение, как трансформационных (за счет балансировки загрузки и соответственно обеспечения эффективности использования активов, что снижает единичную мощность энергетических объектов, сокращая размер капитальных вложений), так и транзакционных (за счет оптимизации взаимодействий) издержек [12]. Во-вторых, на основе цифрового развития рыночных механизмов появляется возможность трансформировать указанное сокращение издержек в снижение стоимости энергии для потребителей.

6. В настоящий момент в России действует целый пул объективных предпосылок инновационного развития распределенной энергетики. Это, в частности, неэффективность текущей архитектуры всего энергетического комплекса, в особенности электроэнергетики, связанная, как с общей технологией построения энергосистемы, характеризующейся существенной величиной потерь в сетях большой протяженности (удаленности потребителя от места генерации), так и с реализуемой слаборыночной бизнес-моделью (по оценкам экспертов доля рынка составляет около 15%), сопровождающейся всеми видами перекрестного субсидирования [2]. Традиционные сети и генерирующие станции характеризуются высоким уровнем износа, физического и, в большей степени, морального, используя технологии середины прошлого века, что также свидетельствует о неэффективном состоянии отрасли.

Продолжительное время российская государственная энергетическая политика игнорировала все сложившиеся векторы развития DER. В результате, только под действием экономических стимулов начался отток потребителей из единой энергосистемы. Инвестиционные затраты на создание собственных локальных сетей оказываются ниже отрицательных эффектов сложившегося ценообразования. При этом по причине однонаправленности существующей архитектуры сетей (производитель-потребитель) снижение объемов практически не происходит, что увеличивает финансовую нагрузку на остающихся потребителей, запуская новый виток экономических стимулов к уходу из единой сети. При этом коронкризис только усилил сложившиеся противоречия и укрепил предпосылки развития DER [9]. Складывающаяся ситуация в долгосрочной перспективе подрывает всю российскую энергосистему и свидетельствует о потенциальном снижении конкурентоспособности страны в долгосрочной перспективе.

Заключение

1. Основываясь на расширенной дефиниции понятия «энергопереход», как масштабных изменений традиционного способа функционирования энергетического сектора, обеспечивающих существенный рост энергоэффективности, сделан вывод, что игнорирование ИТ-процессов означает выбор неэффективной направленности и потерю конкурентоспособности национальной экономики в долгосрочной перспективе.

2. Действия драйвера современного научно-технического прогресса формирует такую отличительную особенность четвертого энергоперехода, как наличие и обеспечивающая роль элемента цифровых инноваций, связанного с цифровым и интеллектуальным управлением и гибким построением энергетических сетей.

3. Развиваясь в указанном направлении, цифровизация обуславливает возможности построения энергосистемы на инновационных распределенных принципах (формирование элемента де-

централизации), что существенно расширяет условия применения нетрадиционных источников энергии, объекты генерации которых характеризуется относительно малой мощностью и непосредственной близостью к потребителю.

4. Формирование распределенной энергетики, как элемента децентрализации, на основе инновационного цифрового базиса обеспечивает такие эффекты как диверсификация энергоресурсов за счет расширения возможностей использования НЭИ, а также вторичных источников энергии (являющихся в настоящее время потерями экономических систем), обеспечение возможности независимого функционирования энергосистемы в случае необходимости (например в периоды природных или техногенных катаклизмов), демонополизация внутренних энергетических рынков, обеспечивающая не только сокращение трансформационных, но и транзакционных издержек, и ведущая к снижению затрат потребителей, что обеспечивает, как непосредственно их эффективность, так и мультипликативный эффект для экономических систем более высокого уровня.

Направления дальнейших исследований

Принимая тезис об определяющей роли элементов децентрализации и цифровизации в современных переходных процессах, необходимо направление фокуса исследований в область разработки мер по реформированию энергетической отрасли России с учетом внедрения инноваций в области распределенной и цифровой энергетики. Утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г., фактически игнорирует DER, оставляя ей старую роль малой энергетики. В то же время развитие распределенной энергетики в России, во-первых, уже является фактом, свершившимся под действием большого количества рыночных стимулов, а, во-вторых, при адекватной государственной поддержке инновационно-цифровых направлений может стать платформой для плавного энергоперехода, позволяющей реализовать, как генерируемые им возможности, так и в оптимальной степени нейтрализовать возникающие угрозы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бахтизина Н.В., Бахтизин А.Р. Инвестиции в энергопереход и инструменты финансирования. *Федерализм*. 2021;(1): 100–114. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2021-1-100-114>.
2. Вавина Е. 20 лет электроэнергетики в России – от РАО «ЕЭС России» до либерализации рынка. 10.12.2019. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/12/10/818261-20-elektro-energetiki>. (дата обращения: 03.11.2021).
3. Гасникова А. А. Роль традиционной и альтернативной энергетики в регионах Севера / А.А. Гасникова // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. – 2013. – № 5 (29). – С. 77–88.
4. Геополитика «Зеленой сделки» Европейского союза / М. Леонард, Ж. Пизани-Ферри, Д. Шапиро [и др.] // *Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика*. – 2021. – Т. 16. – № 2. – С. 204–235. – DOI: 10.17323/1996-7845-2021-02-10
5. Жизнин С.З., Черечукин А.В., Белодедов М.И. Новый этап конкуренции полезных ископаемых в период пандемии. *Уголь*, no. 1 (1138), 2021, pp. 46–49.
6. Кармак М.А. Условия повышения эффективности инвестиций в объекты малой распределенной энергетики / М.А. Кармак, У.И. Плоткина // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. – 2013. – № 2 (168). – С. 100–104.
7. Кулапин А.И. Энергетический переход: Россия в глобальной повестке / А.И. Кулапин // *Энергетическая политика*. – 2021. – № 7 (161). – С. 10–15. – DOI: 10.46920/2409-5516_2021_7161_10



8. **Любимова Н.Г.** Определение понятия «распределенная энергетика» / Н.Г. Любимова // Вестник университета. – 2014. – № 5. – С. 103–105.
9. **Митрова Т.** Российский ТЭК между COVID-19 и энергопереходом. 19.05.2020. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2020/05/18/830509-rossiiskii-tek> (дата обращения: 03.11.2021).
10. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 210 с. – ISBN: 978-5-91438-028-8
11. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. Январь 2018. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf (дата обращения: 03.11.2021).
12. Трансформация модели затрат промышленной бизнес-системы в условиях инновационной экономики / Д.С. Демиденко, П.И. Ваганов, Н.В. Кваша, Е.Д. Малевская-Малевич // Экономическое возрождение России. – 2020. – № 1 (63). – С. 79–88.
13. **Усачева И.В.** Микросети для локального энергоснабжения децентрализованных потребителей: обзор международного опыта / И.В. Усачева, Л.В. Пономарева, В.В. Антоненко // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 229. – № 3. – С. 167–184. – DOI: 10.38197/2072-2060-2021-229-3-167-184
14. **Харланов А.С.** Нефтегазовый сектор в Индустрии 4.0: переход на возобновляемые источники энергии и итоги цифровизации. Современные технологии управления, no. 2 (95), 2021. DOI: 10.24412/2226-9339-2021-295
15. Цифровизация экономических систем: теория и практика / А.В. Бабкин, Р.И. Акмаева, Ю.Д. Александров [и др.]. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2020. – 796 с. – ISBN: 978-5-7422-6931-1. – DOI: 10.18720/IEP/2020.3
16. **Fang X., Misra S., Xue G. and Yang D.** Smart Grid — The New and Improved Power Grid: A Survey. in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 14, no. 4, pp. 944–980, Fourth Quarter 2012, DOI: 10.1109/SURV.2011.101911.00087
17. **Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M.D., Wagner N., Gorini R.** The role of renewable energy in the global energy transformation. Energy Strategy Reviews. Vol. 24, 2019, pp. 38–50. ISSN: 2211-467X, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
18. **Kvasha N.V.** Industrial development in the conditions of digitalization of infocommunication technologies / N.V. Kvasha, D.S. Demidenko, E.A. Voroshin // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. – 2018. – Vol. 11. – No 2. – Pp. 17–27. – DOI: 10.18721/JE.11202
19. **Kvasha N.** Information Modeling Technology as the Integrating Basis of the Development Investment Process / N. Kvasha, E. Malevskaya-Malevich, S. Kornilova // Communications in Computer and Information Science. – 2021. – Vol. 1445. – Pp. 59–72. – DOI: 10.1007/978-3-030-84845-3_4
20. **Lohrmann A., Farfan J., Caldera U., Lohrmann C., Breyer C.** Global scenarios for significant water use reduction in thermal power plants based on cooling water demand estimation using satellite imagery. Nature Energy, 2019, vol. 4, pp. 1040–1048. DOI: 10.1038/s41560-019-0501-4
21. **Smil V.** Energy transitions: global and national perspectives. – ABC-CLIO, 2016.
22. **Tan H., Li J., He M., Li J., Zhi D., Qin F., Zhang C.** Global evolution of research on green energy and environmental technologies: A bibliometric study. Journal of Environmental Management. Volume 297. 2021, 113382. ISSN: 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113382>

REFERENCES

1. **N.V. Bakhtizina, A.R. Bakhtizin,** Investitsii v energoperekhod i instrumenty finansirovaniya. Federalizm. 2021;(1): 100–114. <https://doi.org/10.21686/2073-1051-2021-1-100-114>
2. **Ye. Vavina,** 20 let elektroenergetiki v Rossii – ot RAO «YeES Rossii» do liberalizatsii rynka. 10.12.2019. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/12/10/818261-20-elektroenergetiki>. (data obrashcheniya: 03.11.2021).
3. **A.A. Gasnikova,** Rol traditsionnoy i alternativnoy energetiki v regionakh Severa / A.A. Gasnikova // Ekonomicheskiye i sotsialnyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz. – 2013. – № 5 (29). – С. 77–88.

4. Geopolitika «Zelenoy sdelki» Yevropeyskogo soyuza / M. Leonard, Zh. Pizani-Ferri, D. Shapiro [i dr.] // Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy: obrazovaniye, nauka, novaya ekonomika. – 2021. – T. 16. – № 2. – S. 204–235. – DOI: 10.17323/1996-7845-2021-02-10
5. **S.Z. Zhiznin, A.V. Cherechukin, M.I. Belodedov**, Novyy etap konkurentsii poleznykh iskopayemykh v period pandemii. Ugol, no. 1 (1138), 2021, pp. 46–49.
6. **M.A. Karmak**, Usloviya povysheniya effektivnosti investitsiy v obyekty maloy raspredelennoy energetiki / M.A. Karmak, U.I. Plotkina // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki. – 2013. – № 2 (168). – S. 100–104.
7. **A.I. Kulapin**, Energeticheskiy perekhod: Rossiya v globalnoy povestke / A. I. Kulapin // Energeticheskaya politika. – 2021. – № 7 (161). – S. 10–15. – DOI: 10.46920/2409-5516_2021_7161_10
8. **N.G. Lyubimova**, Opredeleniye ponyatiya «raspredelennaya energetika» / N.G. Lyubimova // Vestnik universiteta. – 2014. – № 5. – S. 103–105.
9. **T. Mitrova**, Rossiyskiy TEK mezhdru COVID-19 i energoperekhodom. 19.05.2020. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2020/05/18/830509-rossiiskii-tek>. (data obrashcheniya: 03.11.2021).
10. Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii 2019 / pod red. A.A. Makarova, T.A. Mitrovoy, V.A. Kulagina; INEI RAN–Moskovskaya shkola upravleniya SKOLKOVO – Moskva, 2019. – 210 s. – ISBN: 978-5-91438-028-8.
11. Raspredelennaya energetika v Rossii: potentsial razvitiya. Yanvar 2018. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf (data obrashcheniya: 03.11.2021).
12. Transformatsiya modeli zatrat promyshlennoy biznes-sistemy v usloviyakh innovatsionnoy ekonomiki / D.S. Demidenko, P.I. Vaganov, N.V. Kvasha, Ye.D. Malevskaya-Malevich // Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii. – 2020. – № 1 (63). – S. 79–88.
13. **Usacheva I.V.** Mikroseti dlya lokalnogo energosnabzheniya detsentralizovannykh potrebiteley: obzor mezhdunarodnogo opyta / I.V. Usacheva, L.V. Ponomareva, V.V. Antonenko // Nauchnyye trudy Volnogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii. – 2021. – T. 229. – № 3. – S. 167–184. – DOI: 10.38197/2072-2060-2021-229-3-167-184.
14. **Kharlanov A.S.** Neftegazovyy sektor v Industrii 4.0: perekhod na vozobnovlyayemye istochniki energii i itogi tsifrovizatsii. Sovremennyye tekhnologii upravleniya, no. 2 (95), 2021. DOI: 10.24412/2226-9339-2021-295
15. Tsifrovizatsiya ekonomicheskikh sistem: teoriya i praktika / A.V. Babkin, R.I. Akmayeva, Yu.D. Aleksandrov [i dr.]. – Sankt-Peterburg : Politekh-Press, 2020. – 796 s. – ISBN: 978-5-7422-6931-1. – DOI: 10.18720/IEP/2020.3
16. **X. Fang, S. Misra, G. Xue, D. Yang**, Smart Grid — The New and Improved Power Grid: A Survey. in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 14, no. 4, pp. 944–980, Fourth Quarter 2012, DOI: 10.1109/SURV.2011.101911.00087
17. **D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M.D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini**, The role of renewable energy in the global energy transformation. Energy Strategy Reviews. Vol. 24, 2019, pp. 38–50. ISSN: 2211-467X, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
18. **N.V. Kvasha**, Industrial development in the conditions of digitalization of infocommunication technologies / N.V. Kvasha, D.S. Demidenko, E.A. Voroshin // St.Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. – 2018. – Vol. 11. – No. 2. – Pp. 17–27. – DOI: 10.18721/JE.11202
19. **N. Kvasha**, Information Modeling Technology as the Integrating Basis of the Development Investment Process / N. Kvasha, E. Malevskaya-Malevich, S. Kornilova // Communications in Computer and Information Science. – 2021. – Vol. 1445. – Pp. 59–72. – DOI: 10.1007/978-3-030-84845-3_4
20. **A. Lohrmann, J. Farfan, U. Caldera, C. Lohrmann, C. Breyer**, Global scenarios for significant water use reduction in thermal power plants based on cooling water demand estimation using satellite imagery. Nature Energy, 2019, vol. 4, pp. 1040–1048. DOI: 10.1038/s41560-019-0501-4
21. **V. Smil**, Energy transitions: global and national perspectives. – ABC-CLIO, 2016.
22. **H. Tan, J. Li, M. He, J. Li, D. Zhi, F. Qin, C. Zhang**, Global evolution of research on green energy and environmental technologies: A bibliometric study. Journal of Environmental Management. Vol. 297. 2021, 113382. ISSN: 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113382>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / THE AUTHOR

КВАША Надежда Владимировна

E-mail: nadia_kvasha@rambler.ru

KVASHA Nadezhda V.

E-mail: nadia_kvasha@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0489-7671>

БОНДАРЬ Елена Григорьевна

E-mail: bondareg@rambler.ru

BONDAR' Elena G.

E-mail: bondareg@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8968-7026>

Статья поступила в редакцию 06.12.2021; одобрена после рецензирования 21.12.2021; принята к публикации 21.12.2021.

The article was submitted 06.12.2021; approved after reviewing 21.12.2021; accepted for publication 21.12.2021.

Экономика и менеджмент предприятия

Economy and management of the enterprise

Научная статья

УДК 338.28

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14606>

ФОРМИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

А.В. Бабкин^{1,2} , А.С. Лошаков³  

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Псковский государственный университет,
г. Псков, Российская Федерация;

³ Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя,
Москва, Российская Федерация

✉ Loshakov@inbox.ru

Аннотация. Цифровая трансформация — процесс перехода к цифровой экономике реализуемый как экономическими отраслями, так и отдельными предприятиями с целью получения конкурентных преимуществ. Хотя цифровая трансформация приносит новые возможности по повышению эффективности обеспечения безопасности предприятия, она также приводит и к возникновению новых угроз безопасности. Рассмотрены основные этапы системы обеспечения экономической безопасности предприятия (сбор и анализ информации; разработка, выбор и реализация мер обеспечения безопасности, контроль и совершенствование системы безопасности), перечислены угрозы экономической безопасности предприятия. Определены и проанализированы угрозы безопасности, отличающиеся степенью сформированности и последствиями воздействия. Изучены проблемы, возникающие при противодействии этим угрозам. Предлагается в рамках цифровой трансформации создание и внедрение информационных технологий устойчивых к киберугрозам, а также развитие механизмов обнаружения, предупреждения угроз с ликвидацией последствий их проявления. Сделан вывод о необходимости интеграции системы обеспечения безопасности предприятия в структуру деятельности самого предприятия путем выстраивания интегрированной системы сбора, передачи и анализа показателей деятельности предприятия, динамики внутренних и внешних угроз, ситуации на рынке и т.д. по цифровым каналам с целью использования данной информации для повышения уровня экономической безопасности предприятия. Экономическая безопасность максимально эффективна при цифровой трансформации всего предприятия, а не только системы обеспечения экономической безопасности предприятия. С целью повышения ее эффективности по минимизации (устранению) угроз определены приоритетные направления совершенствования системы обеспечения экономической безопасности предприятия: учет специфических факторов деятельности организации, активное использование предупредительных мер, координация деятельности службы безопасности и правоохранительных органов; расчет экономической целесообразности (эффективности) противодействия вызовам и угрозам, профессиональный аудит безопасности, экономический анализ реализации цифровых проектов в области обеспечения экономической безопасности.

Ключевые слова: угроза, противодействие, система экономической безопасности, направления совершенствования, повышение эффективности, цифровая трансформация

Для цитирования: Бабкин А.В., Лошаков А.С. Формирование направлений совершенствования экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 78–88. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14606>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14606>

WAYS TO IMPROVE ENTERPRISE ECONOMIC SECURITY IN THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION

A.V. Babkin^{1,2} , A.S. Loshakov³  ¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation;² Pskov State University,
Pskov, Russian Federation;³ Moscow University of the Ministry of Internal affairs of Russia
named after V.Ya. Kikot, Moscow, Russian Federation✉ Loshakov@inbox.ru

Abstract. Digital transformation is the process of transition to a digital economy implemented by both economic sectors and individual enterprises in order to gain competitive advantages. Although digital transformation brings about new opportunities to improve the efficiency of enterprise security, it also leads to the emergence of new security threats. The main stages of the enterprise's economic security system are considered (collection and analysis of information; development, selection and implementation of security measures, control and improvement of the security system), threats to the economic security of the enterprise are listed. Security threats, differing in the degree of formation and consequences of exposure are identified and analyzed. The problems arising in countering these threats have been studied. Within the framework of digital transformation, it is proposed to create and implement information technologies resistant to cyber threats, as well as develop mechanisms for detecting and preventing threats with the elimination of the consequences of their manifestation. The conclusions show that it is necessary to integrate the enterprise security system into the structure of the enterprise itself by building an integrated system for collecting, transmitting and analyzing enterprise performance indicators, dynamics of internal and external threats, market situation, etc. through digital channels in order to use this information to increase the level of economic security of the enterprise. Economic security is most effective in the digital transformation of the entire enterprise, and not just the economic security system of the enterprise. In order to increase its effectiveness in minimizing (eliminating) threats, priority directions for improving the economic security system of the enterprise have been identified. They include taking into account specific factors of the organization's activity, active use of preventive measures, coordination of the activities of the security service and law enforcement agencies, calculation of the economic feasibility (effectiveness) of countering challenges and threats, professional security audit, economic analysis of the implementation of digital projects in the field of economic security.

Keywords: threat, counteraction, economic security system, improvement directions, efficiency improvement, digital transformation

Citation: A.V. Babkin, A.S. Loshakov, Ways to improve enterprise economic security in the conditions of digital transformation, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 78–88. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14606>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Развитие предприятия невозможно без знания достоверной, точной информации о его текущем экономическом состоянии, ситуации на рынке, конкурентных преимуществах с последующим анализом этой информации для прогнозирования угроз, определения степени их воздействия на бизнес с последующей выработкой мер противодействия. Все перечисленное осуществляется в создаваемой на предприятии системе обеспечения экономической безопасности. Данная система учитывает при обеспечении безопасности существенные структурные элементы

и связи между ними, организационную структуру управления, функцию и задачу каждого элемента; позволяет учесть будущую динамику угроз с целью прогнозирования и адаптации к ним деятельности предприятия. Помимо этого, функционально система безопасности зависит от типа деятельности, выпускаемой продукции или оказываемых услуг, а также уровня цифровой трансформации, определяющего особенности ведения бизнеса и экономическую эффективность бизнес процессов.

Цифровая трансформация в общем виде – работа сотрудников с использованием компьютерной техники (тренды с облачными технологиями, социальные сети, искусственный интеллект), при этом степень цифровой трансформации отличается от «цифровой обертки» (многие пытаются быть похожи на цифровой бизнес, ведь капитализация цифровых компаний растет быстрее «традиционных») до «полностью цифровой» вследствие преобразования структуры, процессов производства, продажи продукции и бизнес-модели предприятия. Цифровая трансформация неизбежна для компаний, стремящихся остаться на конкурентном рынке и затрагивает такие сферы деятельности предприятия, как работу с клиентами, работу сотрудников внутри предприятия, процессы производства (оказания услуг).

Цифровая трансформация меняет состав и структуру угроз: растут информационные угрозы, что усложняет деятельность службы безопасности предприятия в контексте необходимости повышения квалификации сотрудников, уровня технической базы и подходов к аналитической обработке данных для прогнозирования вариантов развития угроз, оптимизации деятельности службы безопасности предприятия по противодействию угрозам и т.д.

В работе Хачатурян М.В. [1] проводит анализ внедрения современных цифровых технологий, отмечая что значительное число российских организаций включает в свои стратегические планы цели цифровизации управления бизнес-процессов, но при этом лишь ограниченное число менеджеров и собственников как в России, так и в мире имеют четкое представление о том, как вести цифровую трансформацию и как управлять связанными с нею рисками. Коломыцева О.Ю., Плотников В.А. говорят об обеспечении экономической безопасности предприятия, которая сводится, по существу, к парированию угроз (совокупности условий и факторов, создающих прямую или косвенную возможность нанесения ущерба экономическим интересам предприятия) [2, с. 78]. Теневую экономику, как угрозу экономической безопасности, рассматривает Литвиненко А.Н., Грачев А.В. и др. [3] В тоже время Пузыревский Л.С., Бабкин А.В. показывают, что теневые практики хозяйствования не только деструктивно воздействуют на безопасность предприятий, но и реализуют функции по их защите, рассматривают различные формы реализации теневой экономикой функций безопасности [4].

Вопросы обеспечения экономической безопасности предприятия приобретают все большую значимость в связи с неустойчивыми динамичными тенденциями, событиями в современном мире, появлением новых вызовов и угроз при переходе к цифровой экономике.

Таким образом, помимо состава и структуры угроз, цифровая трансформация изменяет саму деятельность по обеспечению экономической безопасности предприятия и по ряду направлений упрощая работу и высвобождая ресурсы.

Перечисленные факторы обуславливают необходимость проведения дополнительных исследований по изучению и формированию направлений совершенствования экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации, что представляет собой актуальную научную задачу.

Объектом исследования являются предприятия среднего и крупного бизнеса, занимающиеся производством продукции (оказанием услуг) в условиях цифровизации экономики.

В качестве *предмета исследования* выступает система обеспечения экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации.

Литературный обзор

Теоретический анализ сущности и содержания категории «экономическая безопасность» проводит Ю.В. Быковская. [5] Структуру экономической безопасности по уровням (организационная структура) и видам (функциональная структура) рассматривает Кузнецова Е.И. [6, с. 24]. Разбирая сектор финансовых учреждений Дианов Д.В., дает прогноз материального ущерба от противоправных действий в банковском секторе и сфере страхования, который позволяет смоделировать ряд мероприятий по недопущению ухудшения экономической обстановки, а также меры активного противодействия существующим угрозам. [7] Бобошко В.И. проводит анализ рентабельности активов, являющихся инструментом обеспечения безопасности предприятия, так как позволяет определить оптимальные методы применения ресурсов и сформировать структуру средств предприятия, а также выявить резервы увеличения прибыли, что будет способствовать устойчивому выходу на новый уровень экономического развития предприятия. [8, с. 329]

Клычова Г.С., Закирова А.Р. раскрывают методологический инструментарий обеспечения экономической безопасности в системе управления персоналом предприятий. [9]

Васильев Д.В., Кравец Е.Г. обосновывают использование технологии больших данных для борьбы с экономическими преступлениями в топливно-энергетическом комплексе. Интеллектуальный мониторинг нефтепродуктов создает условия для предотвращения преступлений в топливно-энергетическом комплексе, повышая тем самым уровень экономической безопасности предприятия. [10] Бабкин А.В. рассматривает возможность оценки уровня экономической безопасности предприятия через экономический потенциал предприятия, включающего производственную структуру, уровень техники и технологии производства, другие показатели. [11, с. 125]

Суглобов А.Е., Кузьмина Т.И. изучают эффективность представления российской государственной поддержки для поддержания экономической безопасности малого и среднего бизнеса в условиях пандемии COVID-19. Основываясь на статистических данных и экономических фактах, ими было подтверждено, что государственная поддержка, оказанная в условиях пандемии, оказалась небольшой и недостаточной. [12, с. 1]

Проведенный анализ публикаций показал, что многие вопросы в области обеспечения экономической безопасности предприятия изучены. Однако, в литературе недостаточно освещены вопросы совершенствования обеспечения экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации, что обуславливает необходимость формирования направлений повышения экономической безопасности и позволяет сформулировать цель и задачи исследования.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – формирование направлений совершенствования экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации за счет поиска и создания условий для поступательного развития предприятия за счет выстраивания эффективной системы экономической безопасности предприятия позволяющей своевременно выявлять угрозы; их устранять; целесообразно использовать потенциал, сохранять и высвобождать ресурсы в условиях цифровой трансформации.

Задачи исследования:

- оценка ситуации в области обеспечения экономической безопасности предприятия в современных условиях;
- определение и анализ угроз, вызывающих наибольшие сложности в развитии предприятия в условиях цифровой трансформации;
- оценка возможности использования цифровизации в обеспечении экономической безопасности предприятия, находящегося в процессе цифровой трансформации.

Методы исследования

Использовались общенаучные методы как научная абстракция, обобщение, синтез, а также специальные и другие методы научного исследования.

Сбор информации по тенденциям, факторам и условиям цифровизации в развитых странах свидетельствует о ее неоднозначном влиянии на предприятие (растет скорость принятия решений на основе «цифры», конкуренция), вызывая необходимость разработки методик, формирования инструментария выявления возникающих при этом рисков [13], угроз с целью их минимизации для последующего получения ожидаемых положительных результатов цифровизации.

Полученные результаты и обсуждение

Сегодня цифровая экономика опирается на сложную экосистему взаимосвязанных информационных и коммуникационных технологий, основанную на обработке «больших данных», обеспечиваемых сложным аналитическим инструментарием. В такой многоуровневой взаимозависимой структуре существуют риски, представляющие собой проблему многостороннего характера. То, что происходит в малом бизнесе, может оказать влияние на крупный бизнес и всех участников цепочки создания стоимости. Верно и обратное: системный сбой в цифровой системе страны поставит под угрозу существование отдельных предприятий, банков, организаций государственного сектора. [14, с. 95]

С целью снижения уровня этих угроз выстраивается на двух уровнях система обеспечения экономической безопасности предприятия:

- на макроуровне экономическая безопасность обеспечивается государством за счет общей организации деятельности субъектов в области экономической безопасности (законодательной, исполнительной власти, правоохранительных органов, общественных организаций и т.д.). Наличие этого уровня следует из того что не всем угрозам может противостоять система обеспечения экономической безопасности организации, и поэтому государство участвует в этом процессе, помогая организациям и противодействуя части угроз (снижая уровень коррупции, криминализацию, экономическую нестабильность, а также формирует благоприятную для предпринимательства институциональную среду и др.);

- на уровне предприятия экономическая безопасность обеспечивается самой организацией за счет работы службы безопасности, привлечения охранных подразделений и т.д. Система функционирует в рамках разработанной и принятой Концепции безопасности предприятия (как правило крупный бизнес принимает такой документ), с учетом стратегических целей, конкурентных преимуществ, угроз экономической безопасности, срока их воздействия и возможности предотвращения и др. особенностей деятельности.

На рис. 1 представлены этапы развития системы обеспечения экономической безопасности предприятия.

Представленные на рисунке этапы позволяют формировать достаточно эффективную систему обеспечения экономической безопасности предприятия, снижающую величину угроз, способствуя достижению предприятием поставленных стратегических целей при успешном функционировании в нестабильных условиях внешней и внутренней среды.

При построении системы безопасности необходимо определить приемлемый уровень риска, как с точки зрения его управляемости и предсказуемости, так и возможных последствий его реализации. [15, с. 313]

В результате цифровой трансформации меняется стиль работы (становится цифровым), повышается адаптивность предприятия к внешним вызовам и угрозам с обеспечением гибкости технологических операций. Конечно руководство предприятия должно осознанно перейти на этот уровень, прогнозируя особенности будущей деятельности с расчетом окупаемости вложений. [16] Возможен переход на цифровую базу (IT-решения), без повышения эффективности, что только

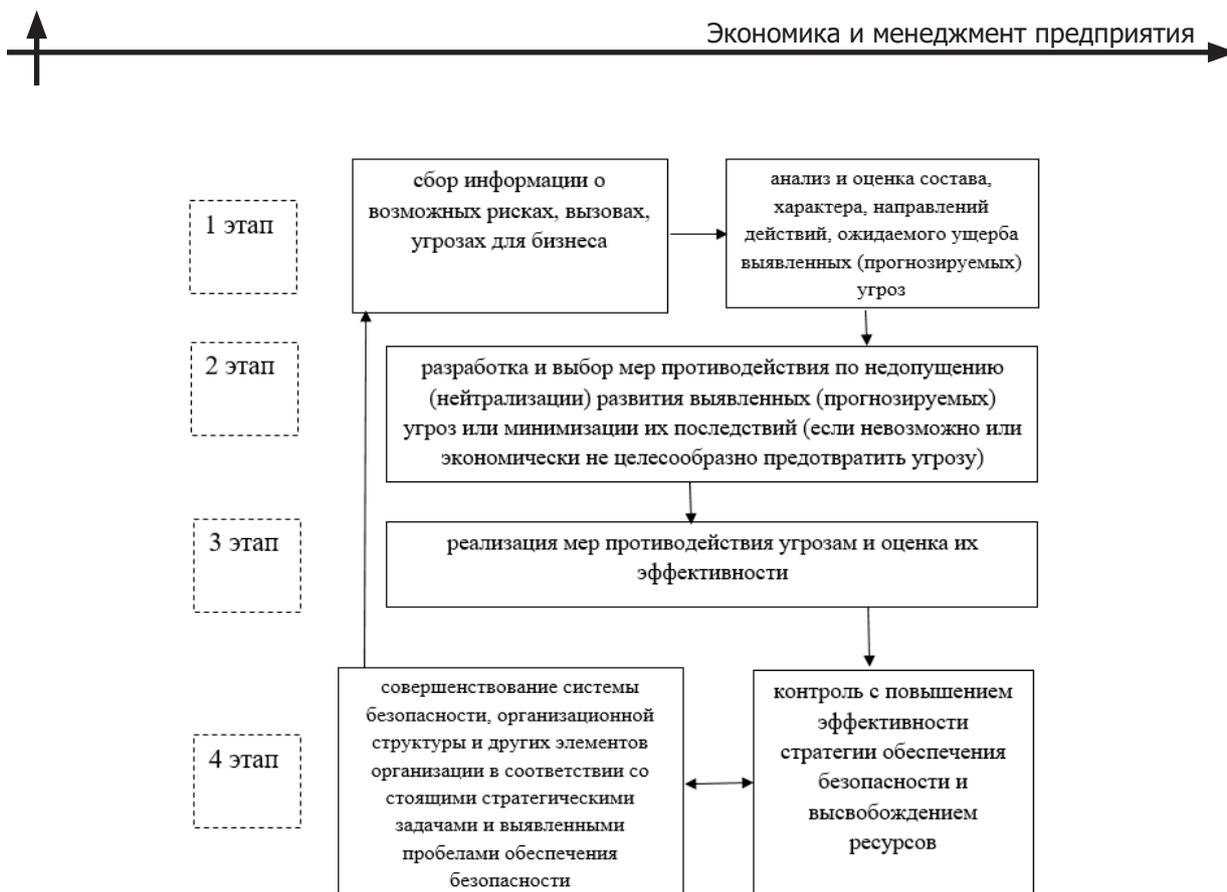


Рис. 1. Этапы развития системы обеспечения экономической безопасности предприятия

Fig. 1. Stages of the enterprise's economic security system

снижает рентабельность (предприятие покупает и внедряет ИТ-системы, как лидеры отрасли, но при этом не получает ожидаемого результата). [17, 18] При обеспечении безопасности ИТ-решения могут применяться для борьбы с киберугрозами, для анализа поведения потенциальных преступников, террористов и самоубийц (например, система искусственного интеллекта VaakEye), для разработки центров данных, приложений для эффективной работы, системных решений.

В системе безопасности за каждым должностным лицом закреплены свои функциональные обязанности. Не детализируя их по должностным уровням (регламентам) и учитывая, что трудно (не всегда возможно и экономически целесообразно) все защитить, безопасность ключевых направлений деятельности от реальных угроз осуществляется с помощью следующих направлений деятельности по обеспечению безопасности:

- сбора информации и проверки контрагентов;
- анализа деятельности конкурентов;
- реализации профилактических мероприятий по недопущению возникновения угроз;
- контроля за работой подчиненных сотрудников, включая проведение служебных проверок и внутренних расследований;
- противодействия экономическим преступлениям;
- взаимодействия с правоохранительными органами [19, 20].

Вышеперечисленные направления деятельности системы безопасности позволяют предотвращать угрозы и негативные воздействия, улучшая текущие показатели работы предприятия. Отметим, что для предприятий различных сфер деятельности будут актуальными различные угрозы, отличающиеся степенью сформированности и последствиями воздействия. Общим является то, что на первое место среди угроз безопасности выходят информационные угрозы (кибератаки, по-

хищение конфиденциальной информации, финансовых активов и др.), делающие предприятие уязвимым и вызывающие необходимость в рамках цифровой трансформации создания и внедрения информационных технологий устойчивых к киберугрозам, а также развитие механизмов обнаружения, предупреждения информационных угроз с ликвидацией последствий их проявления.

Проблемы противодействия угрозам на уровне предприятия вызваны:

- пробелами организационного характера, допущенными при планировании и создании целостной системы (комплексной программы) обеспечения безопасности предприятия;
- не верно определенным горизонтом планирования для выбранной бизнес-модели (слабый уровень планирования и прогнозирования при недостаточной компетентности сотрудников);
- ограниченностью располагаемых ресурсов, не позволяющей точно прогнозировать возникновение новых угроз;
- чрезмерными расходами на безопасность в результате отсутствия оценки экономической эффективности мер обеспечения безопасности;
- слабой степенью координации (согласованности) между структурными подразделениями предприятия, сторонними организациями при обеспечении безопасности;
- ошибочно определенными критериями цифровой трансформации с целью достижения «цифровой зрелости».

Для устранения данных проблем авторами на основе проведенных исследований разработаны направления совершенствования системы обеспечения экономической безопасности предприятия:

- учет в системе безопасности специфических технологических, финансовых, организационно-управленческих, кадровых факторов деятельности организации;
- использование предупредительных мер направленных на прогнозирование угроз, адаптацию деятельности предприятия к изменениям во внутренней и внешней среде;
- координации деятельности (объединения усилий) службы безопасности и правоохранительных органов с целью снижения уровня угроз и эффективного противодействия существующим угрозам;
- расчета экономической целесообразности противодействия вызовам и угрозам;
- профессионального аудита безопасности, направленного на ликвидацию просчетов в обеспечении безопасности;
- просчитывание и реализация цифровых проектов в области обеспечения экономической безопасности (при этом отсутствует уверенность в «правильном» подходе и велика вероятность ошибки);
- активизации деятельности «агентов трансформации».

Крупной компании достаточно тяжело перестроить работающий бизнес-процесс, ведь в них работают сотрудники с разным возрастом, опытом, культурой. [21] Как правило, реализация цифровой трансформации осуществляется нелегко. Необходимо вовлечение сотрудников с поиском мотива для принятия цифровых проектов. Одним из мотивов является сравнение с лидерами отрасли, вызывающим у сотрудников соревновательные стремления.

Развитие информационных технологий способствовало за счет новых возможностей появлению на мировом и региональном рынке компаний (например, Oracle, Ebay, PayPal, Badoo, Telegram и др.) с новыми моделями бизнеса (по прошествии некоторого времени становящимися уже «традиционными») [22], постоянно развивающимися технологическую составляющую и более конкурентоспособными по сравнению с классическими традиционными предприятиями.

Крайне сложно подвергнуть цифровой трансформации (практически невозможно) только систему экономической безопасности предприятия без всего предприятия в целом. В рамках стратегии цифровой трансформации необходима оценка эффективности бизнес-модели и предполагаемые изменения в рамках цифровой трансформации с ожидаемыми результатами (целе-



выми показателями). Расчет бюджета новых бизнес-моделей, цифровых преобразований с учетом окупаемости позволяет принять обоснованное решение о начале цифровой трансформации предприятия (Концепцию цифрового предприятия, стратегию ведения бизнеса (цифровых продуктов) с формированием цифровой структуры, цифровой культуры с управлением процессом трансформации) с разработкой дорожной карты трансформации.

Комплексное решение указанных проблем с учетом предлагаемых рекомендаций позволит повысить экономическую безопасность предприятия, показатели уставной деятельности и, в конечном итоге, его конкурентоспособность.

Заключение

Подводя итоги, отметим, что происходит распространение цифровых технологий во всех сферах деятельности человека, и обеспечение экономической безопасности предприятия не стало исключением. Внедряются модели и средства обеспечения безопасности с элементами искусственного интеллекта, направленные на повышения уровня обеспечения экономической безопасности предприятия, вызывая необходимость анализа и оптимизации этой деятельности.

В рамках исследования получены следующие результаты:

1. При оценке ситуации в области обеспечения экономической безопасности, выявлены проблемы организационного и управленческого характера, возникающие в системе экономической безопасности предприятия. Закреплены практические основы по разработке системы экономической безопасности предприятия, описан комплексный подход по функционированию системы экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации.

2. Определены и проанализированы угрозы безопасности, отличающиеся степенью сформированности и последствиями воздействия и вызывающие наибольшие сложности в развитии предприятия в условиях цифровой трансформации: на первое место среди угроз безопасности выходят информационные угрозы (кибератаки, похищение конфиденциальной информации, финансовых активов и др.), приводящие к потере, искажению или разглашению конфиденциальной информации, в итоге делающие предприятие уязвимым. Возникает необходимость в рамках цифровой трансформации создания и внедрения информационных технологий устойчивых к киберугрозам, а также развитие механизмов обнаружения, предупреждения информационных угроз с ликвидацией последствий их проявления.

3. Определены факторы, влияющие на эффективный выбор реализации цифровой трансформации на предприятии. Обоснована необходимость интеграции (включения) направлений деятельности предприятия по обеспечению безопасности между собой, с другими функциональными направлениями деятельности с целью выстраивания интегративной системы собирающей, передающей, анализирующей данные по цифровым каналам (о ситуации на рынке, предпочтениях клиентов и т.д.), что позволяет повысить эффективность и соответственно конкурентоспособность предприятия. Данная деятельность может осуществляться в рамках созданного на предприятии специализированного программного продукта, включающего в себя цифровые сервисы как для сотрудников по обеспечению безопасности в направлении интеграции, включая цифровизацию.

4. Предложены направления совершенствования экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации: учет факторов деятельности организации, использование предупредительных мер, координация деятельности службы безопасности и правоохранительных органов; расчет экономической целесообразности (эффективности) противодействия вызовам и угрозам, профессиональный аудит безопасности, экономический анализ реализации цифровых проектов в области обеспечения экономической безопасности, активизация деятельности «агентов трансформации».

Направления дальнейших исследований

В статье рассматривается обеспечение экономической безопасности в условиях цифровой трансформации предприятия с позиции среднего и крупного бизнеса. Для этих предприятий необходимы дальнейшие исследования по изучению типичных ошибок, допускаемых компаниями при обеспечении безопасности в условиях цифровой трансформации с целью минимизации ущерба.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Хачатурян М.В.** Особенности управления рисками цифровой трансформации бизнес-процессов организации в условиях пандемии // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 1. С. 45–58.
2. **Коломьцева О.Ю., Плотников В.А.** Специфика обеспечения экономической безопасности предприятия в условиях цифровизации экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2019. № 5-1 (119). С. 75–83.
3. **Litvinenko A.N., Grachev A.V., Titov V.A., Guzikova L.A.** Shadow economy-threat and factor of economic security // ACM International Conference Proceeding Series. Proceedings Papers – 3rd International Scientific and Practical Conference, DEFIN 2020.
4. **Грачев А.В., Пузыревский Л.С., Бабкин А.В.** Теневая экономика как инструмент обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2011. № 3 (125). С. 214–218.
5. **Быковская Ю.В.** Теоретический анализ сущности и содержания категории «экономическая безопасность»: отечественный и зарубежный опыт проведения исследований // Мировая экономика. Проблемы безопасности. 2020. № 2. С. 108–113.
6. **Кузнецова Е.И.** Теория экономической безопасности в эволюционном развитии современной науки // Экономическая безопасность. 2018. № 1. С. 21–27.
7. **Дианов Д.В.** Статистический очерк по экономической безопасности финансово-кредитных организаций // Вестник Московского университета МВД России. 2021. № 4. С. 272–279.
8. **Бобошко В.И.** Анализ рентабельности активов предприятия как инструмента обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта // Вестник Московского университета МВД России. 2021. № 3. С. 328–334.
9. **Klychova G., Zakirova A., Klychova A., Zalyalova N., Dyatlova A., Zaugarova E.** Methodological tools to ensure economic security in the personnel management system of enterprises // В сборнике: E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019. С. 04008.
10. **Vasilev D.V., Kravets E.G., Naumov Yu.G., Bulgakova E.V., Bulgakov V.G.** Analysis of the data used at oppugnancy of crime in the oil and gas industry // Studies in Systems, Decision and Control. 2019. Т. 181. С. 249–258.
11. **Suglobov A., Kuzmina T., Bessonova E., Bank S., Nabiyeva A.** Economic security strategy for managing and supporting businesses in the context of the COVID-19 // Academy of Strategic Management Journal. 2021. Т. 20. № 6. С. 1–8.
12. **Бабкин А.В.** О соотношении понятий «экономическая безопасность» и «экономический потенциал» // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 4 (175). С. 121–127.
13. **Avdiysky V.I., Bezdenezhnykh V.M., Lebedev I.A.** Risk in activities of organization as economic category // Espacios. 2018. Т. 39. № 34.
14. **Чечин О.П.** Цифровая трансформация в концепции экономической безопасности // Экономические науки. 2019. № 176. С. 92–97.
15. **Свирина М.В., Чернецова Ю.А.** Система экономической безопасности страны в условиях цифровой экономики // Вестник экономической безопасности. 2020. № 3. С. 311–313.
16. **Bolshakova L.V., Litvinenko A.N., Baturina E.V., Sidenko I.K., Ivanov A.N., Dali F.A., Shidlovsky G.L.** Application of the econometric model as a mechanism of management of socio-economic systems ПАОБ Journal. 2020. Т. 11. № S3. С. 64–71.

17. **Bezdenzhnykh V.M., Karanina E.V., Yartseva N.M.** The problems of using intellectual property as a tool of growth of national economy's competitiveness // *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*. 2020. Т. 13. № 5. С. 443–452.
18. **Агапова Т.Н., Борисова Е.В., Бобошко Н.М., Дианов Д.В., Долбилов А.В., Иванов А.В. и др.** Применение информационных технологий в экономическом анализе. – М.: Перо, 2020. – 152 с.
19. **Егорова Е.В.** Внутренний контроль как инструмент обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта // Сборник научных трудов: Актуальные проблемы обеспечения экономической безопасности. – М.: Научный консультант, 2016. С. 29–34.
20. **Коноваленко С.А., Трофимов М.Н.** Особенности документального исследования специалистами-ревизорами в рамках реализации ст.160 УК РФ «Присвоение и растрата» // *Криминологический журнал*. 2021. № 1. С. 121–126.
21. **Лошаков А.С.** Актуальные направления повышения производительности труда в современной России // *Вестник Московского финансово-юридического университета*. 2020. № 2. С. 75–83.
22. **Скляренко Р.П.** Структура рынка наукоемкой продукции // *Вестник Московского гуманитарно-экономического института*. 2017. № 3. С. 65–76.

REFERENCES

1. **M.V. Khachatryan**, Osobennosti upravleniya riskami tsifrovoy transformatsii biznes-protsessov organizatsii v usloviyakh pandemii // *Kreativnaya ekonomika*. 2021. Т. 15. № 1. С. 45–58.
2. **O.Yu. Kolomytseva, V.A. Plotnikov**, Spetsifika obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2019. № 5-1 (119). С. 75–83.
3. **A.N. Litvinenko, A.V. Grachev, V.A. Titov, L.A. Guzikova**, Shadow economy-threat and factor of economic security // *ACM International Conference Proceeding Series. Proceedings Papers – 3rd International Scientific and Practical Conference, DEFIN 2020*
4. **A.V. Grachev, L.S. Puzyrevskiy, A.V. Babkin**, Tenevaya ekonomika kak instrument obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti khozyaystvuyushchikh subyektov // *Nauchno-tehnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskiye nauki*. 2011. № 3 (125). С. 214–218.
5. **Yu.V. Bykovskaya**, Teoreticheskiy analiz sushchnosti i sodержaniya kategorii «ekonomicheskaya bezopasnost»: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt provedeniya issledovaniy // *Mirovaya ekonomika. Problemy bezopasnosti*. 2020. № 2. С. 108–113.
6. **Ye.I. Kuznetsova**, Teoriya ekonomicheskoy bezopasnosti v evolyutsionnom razvitii sovremennoy nauki // *Ekonomicheskaya bezopasnost*. 2018. № 1. С. 21–27.
7. **D.V. Dianov**, Statisticheskiy ocherk po ekonomicheskoy bezopasnosti finansovo-kreditnykh organizatsiy // *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*. 2021. № 4. С. 272–279.
8. **V.I. Boboshko**, Analiz rentabelnosti aktivov predpriyatiya kak instrumenta obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti khozyaystvuyushchego subyekta // *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*. 2021. № 3. С. 328–334.
9. **G. Klychova, A. Zakirova, A. Klychova, N. Zalyalova, A. Dyatlova, E. Zaugarova**, Methodological tools to ensure economic security in the personnel management system of enterprises // *V sbornike: E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019*. С. 04008.
10. **D.V. Vasilev, E.G. Kravets, Yu.G. Naumov, E.V. Bulgakova, V.G. Bulgakov**, Analysis of the data used at oppugnancy of crime in the oil and gas industry // *Studies in Systems, Decision and Control*. 2019. Т. 181. С. 249–258.
11. **A. Suglobov, T. Kuzmina, E. Bessonova, S. Bank, A. Nabiyeva**, Economic security strategy for managing and supporting businesses in the context of the COVID-19 // *Academy of Strategic Management Journal*. 2021. Т. 20. № 6. С. 1–8.
12. **A.V. Babkin**, O sootnoshenii ponyatiy «ekonomicheskaya bezopasnost» i «ekonomicheskii potential» // *Nauchno-tehnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskiye nauki*. 2013. № 4 (175). С. 121–127.

13. **V.I. Avdiysky, V.M. Bezdenezhnykh, I.A. Lebedev**, Risk in activities of organization as economic category // *Espacios*. 2018. T. 39. № 34.
14. **O.P. Chechin**, Tsifrovaya transformatsiya v kontseptsii ekonomicheskoy bezopasnosti // *Ekonomicheskiye nauki*. 2019. № 176. S. 92–97.
15. **M.V. Svirina, Yu.A. Chernetsova**, Sistema ekonomicheskoy bezopasnosti strany v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki // *Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti*. 2020. № 3. S. 311–313.
16. **L.V. Bolshakova, A.N. Litvinenko, E.V. Baturina, I.K. Sidenko, A.N. Ivanov, F.A. Dali, G.L. Shidlovsky**, Application of the econometric model as a mechanism of management of socio-economic systems *PIOAB Journal*. 2020. T. 11. № S3. S. 64–71.
17. **V.M. Bezdenezhnykh, E.V. Karanina, N.M. Yartseva**, The problems of using intellectual property as a tool of growth of national economy's competitiveness // *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*. 2020. T. 13. № 5. S. 443–452.
18. **T.N. Agapova, Ye.V. Borisova, N.M. Boboshko, D.V. Dianov, A.V. Dolbilov, A.V. Ivanov i dr.**, Prime-neniye informatsionnykh tekhnologiy v ekonomicheskom analize. – M.: Pero, 2020. – 152 s.
19. **Ye.V. Yegorova**, Vnutrenniy kontrol kak instrument obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti khozyaystvuyushchego subyektu // *Sbornik nauchnykh trudov: Aktualnyye problemy obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti*. – M.: Nauchnyy konsultant, 2016. S. 29–34.
20. **S.A. Konovalenko, M.N. Trofimov**, Osobennosti dokumentalnogo issledovaniya spetsialistami-revi-zorami v ramkakh realizatsii st.160 UK RF «Prisvoyeniye i rastrata» // *Kriminologicheskiy zhurnal*. 2021 № 1. S. 121–126.
21. **A.S. Loshakov**, Aktualnyye napravleniya povysheniya proizvoditelnosti truda v sovremennoy Rossii // *Vestnik Moskovskogo finansovo-yuridicheskogo universiteta*. 2020. № 2. S. 75–83.
22. **R.P. Sklyarenko**, Struktura rynka naukoemkoy produktsii // *Vestnik Moskovskogo gumanitar-no-ekonomicheskogo instituta*. 2017. № 3. S. 65–76.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

БАБКИН Александр Васильевич

E-mail: al-vas@mail.ru

BAVKIN Aleksandr V.

E-mail: al-vas@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0941-6358>

ЛОШАКОВ Андрей Сергеевич

E-mail: Loshakov@inbox.ru

LOSHAKOV Andrey S.

E-mail: Loshakov@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8641-353X>

Статья поступила в редакцию 28.10.2021; одобрена после рецензирования 05.12.2021; принята к публикации 14.12.2021.

The article was submitted 28.10.2021; approved after reviewing 05.12.2021; accepted for publication 14.12.2021.

Экономико-математические методы и модели Economic & mathematical methods and models

Научная статья

УДК 005, 330.4

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14607>

СИСТЕМОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ: РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАДРОВОЙ СТРУКТУРЫ ПЕРСОНАЛА

О.В. Милёхина ✉ 

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

✉ olga.milekhina@gmail.com

Аннотация. Восстановление бизнеса после COVID-19 и его дальнейшая деятельность во многом зависит от реализации политики управления персоналом. Для достижения наилучших результатов в этом направлении разработаны автоматизированные системы управления персоналом (HRM-системы), которые поддерживают HR-процессы подбора, адаптации, оценки, обучения и аттестации персонала, расчета заработной платы, кадрового учета, охраны труда, актуализации систем KPI, позволяют формировать кадровый резерв и вести HR-аналитику. В работе показано, что HRM-системы ориентированы на решение двух классов задач: реализацию учетно-расчетных функций и ведение кадрового делопроизводства (поддерживают выполнение рутинизированных HR-процессов), а также повышение эффективности HR-процессов (должны обеспечивать интеллектуальные HR-процессы стратегического характера). Работа с этими системами позволяет специалистам соответствующих служб приобрести практику управления HR-данными и качественно улучшить HR-процессы. При этом HRM-системы не всегда обеспечивают качественную обратную связь в процессе управления талантами (особенно в части вовлечения и мотивации сотрудников) и слабо снабжены системными метриками работы с персоналом. Отсутствие данной информации снижает точность HR-аналитики, результаты которой являются основой для принятия долгосрочных управленческих решений. Принимая за аксиому, что коллектив предприятия – главный системообразующий фактор, который обеспечивает устойчивость работы и развития социально-экономической системы в целом, мониторинг системных параметров должен быть одной из функций HRM-систем. Проведенными исследованиями обосновывается, что системометрический подход может улучшить решение задач управления персоналом. Количественные (метрические) результаты позволяют дать ответы на важные вопросы, которые ранее не имели решения. Целью исследования является разработка математической модели дифференциации вознаграждения работников на основе степенного распределения Парето – системной метрики целостности предприятия. Для достижения данной цели разработана математическая модель кадровой структуры персонала на основе степенного распределения Парето, которая позволила ввести объективную характеристику качества управления – интегральный коэффициент использования кадрового потенциала предприятия. Его применение позволяет поддержать процессы перехода на современные системы оплаты труда, развить профессиональные и цифровые компетенции сотрудников служб управления персоналом и обеспечить успешную деятельность предприятия в долгосрочном периоде на основе реализации эффективной политики управления персоналом.

Ключевые слова: математическая модель кадровой структуры персонала, степенное распределение Парето, гиперболическая лестница, коэффициент использования кадрового потенциала, успешная политика управления персоналом

Для цитирования: Милёхина О.В. Системометрический подход к управлению: разработка математической модели кадровой структуры персонала // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 89–101. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14607>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14607>

SYSTEMOMETRIC APPROACH TO MANAGEMENT: DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PERSONNEL STRUCTURE

O.V. Milekhina ✉ 

Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk, Russian Federation

✉ olga.milekhina@gmail.com

Abstract. Business recovery after COVID-19 and its future activities depend on the implementation of the personnel management policy. To achieve the best results in this direction, automated personnel management systems (HRM systems) have been developed that support the HR processes of selection, adaptation, assessment, training and certification of personnel, payroll accounting, personnel records, labor protection, updating KPI systems, talent pool and conduct HR analytics. It is shown that HRM systems are focused on solving two classes of tasks: the implementation of accounting and settlement functions and HR record keeping (supporting the execution of routine HR processes), as well as improving the efficiency of HR processes (should provide intelligent HR processes of a strategic nature). Working with these systems allows specialists to acquire the practice of HR data management and qualitatively improve HR processes. At the same time, they need to be provided with high-quality feedback (especially in terms of employee engagement and motivation) in the talent management process. The absence of this information reduces the accuracy of HR analytics, the results of which are the basis for making long-term management decisions. Advances in systems research can improve the solution of HR problems. Quantitative (metric) results allow you to give answers to important questions that have not previously had a solution. The aim of the study is to develop a mathematical model for differentiating employee remuneration based on the Pareto distribution power-law: a systemic metric of enterprise integrity. To achieve this goal, a mathematical model of the personnel structure was developed on the basis of the Pareto distribution, which made it possible to introduce an objective characteristic of the quality of management: the integral coefficient of the use of the personnel potential of the enterprise. Its application allows you to support the processes of transition to modern salary systems, develop professional and digital competencies of personnel management services and ensure long-term successful operation of the enterprise based on the implementation of an effective personnel management policy.

Keywords: mathematical model of personnel structure, Pareto distribution, hyperbolic ladder, human resource utilization rate, successful personnel management policy

Citation: O.V. Milekhina, Systemometric approach to management: development of the mathematical model of the personnel structure, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 89–101. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14607>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Восстановление бизнеса после COVID-19 и его дальнейшая успешная деятельность во многом зависит от базовых принципов формирования и реализации политики управления персоналом. Для достижения наилучших результатов в этом направлении разработана целая палитра систем управления персоналом (HRM-систем, англ. Human Resource Management). В разной мере они поддерживают рутинизированные и интеллектуальные HR-процессы подбора, адаптации, оценки, обучения и аттестации персонала, расчета заработной платы, кадрового учета, охраны труда, актуализации систем KPI (составляющих основу грейдов), позволяют формировать кадровый резерв и вести HR-аналитику [1–4]. Действительно, согласно данным отчета Всемирного экономи-



ческого форума 2020 о будущем рабочих мест [5], доля текущих задач, выполняемых людьми на рабочих местах, к 2025 году существенно сократится. В первую очередь на программные системы (в т.ч. и HRM-системы) будут возложены процессы поиска, обработки, хранения и визуализации информации для периодически решаемых административных задач. Например, уже сегодня применение чатботов позволяет значительно сократить участие HR-специалистов в поиске, размещении вакансий и обработке откликов от кандидатов в процессе отбора.

Такие известные HRM-системы, как 1C:Solutions [6], Boss-HR manager [7], Система кадры [8], E-Staff Рекрутер [9], Oracle: Управление Персоналом [10], АИТ: Управление Персоналом [11], Галактика: Управление персоналом и кадровой политикой [12], ИНЕК-Персонал [13], Парус: Кадры [14], HackerRank [15], Pymetrics [16], Self Management Group [17], Ideal [18], Textio [19], Bullhorn [20], Greenhouse [21], SAP SuccessFactors [22], ICIMS [23], Jobvite [24], Lever [25], SmartRecruiters [26], Breezy HR [27] поддерживают два крупных класса задач [28]:

- реализацию учетно-расчетных функций (расчет вознаграждения, отпусков, командировок) и ведение кадрового делопроизводства;

- повышение эффективности HR-процессов: управление подбором персонала, адаптацией и обучением, оценкой эффективности и потенциала, планированием кадровой преемственности и развития кадрового потенциала, организационное проектирование и планирование численности.

Самой распространенной в нашей стране HRM-системой является 1С: Зарплата и управление персоналом (ЗУП) [29], которая позволяет государственным и коммерческим организациям поддерживать все базовые процессы управления персоналом, в том числе осуществлять кадровый учет и рассчитывать вознаграждение [30–33].

С одной стороны, работа с системами позволяет специалистам приобрести практику управления HR-данными и качественно улучшить HR-процессы. С другой – пока не всегда обеспечивает их потребности в качественной обратной связи (особенно в части вовлечения и мотивации сотрудников) в процессе управления талантами. Отсутствие данной информации снижает точность HR-аналитики, результаты которой ориентированы на решение задач бизнеса стратегического характера [34].

Достижения системных исследований могут улучшить решение стратегических задач управления персоналом в контексте требований Менеджмента 3.0 [35, 36]. Количественные (метрические) результаты позволяют дать ответы на важные вопросы, которые ранее не имели решение. Например, качественное свойство сложных систем «целостность» может быть охарактеризовано одним параметром подобно температуре живого организма: когда его численные значения выходят за допустимые пределы, эффективность функционирования системы резко ухудшается. Количественная закономерность такого рода была обнаружена еще в прошлом веке в экономике и социологии В. Парето. Последующее изучение сложных систем иной природы подтвердило фундаментальный характер его открытия. Данная закономерность была зафиксирована в ряде областей науки и техники, например, эта закономерность названа законом Ципфа (*англ. Zipf's law*) в лингвистике [37–39], законом Брэдфорда (*англ. Bradford's law of scattering*) в информатике [40–43].

Принимая за аксиому, что коллектив предприятия – главный системообразующий фактор, который обеспечивает устойчивость работы и развития социально-экономической системы в целом, мониторинг системных параметров должен быть одной из функций HRM-систем. В качестве объекта исследования автор рассматривает кадровую структуру персонала предприятия. Предметом исследования выступает информационное обеспечение технологии датацентричного управления персоналом (реализации политики управления персоналом)

Целью исследования является разработка математической модели дифференциации вознаграждения работников на основе степенного распределения Парето – системной метрики целостности предприятия. Достижение поставленной цели обеспечивается реализацией следующих этапов: 1) систематизации и анализа функционала современных HRM-систем в контексте

полноты информационного обеспечения, датацентричности и результативности HR-процессов; 2) математического определения кадровых пропорций структуры персонала предприятия на основе степенного распределения Парето; 3) математического определения коэффициента использования кадрового потенциала персонала.

Методы исследования

Статистическая закономерность, установленная В. Парето при исследовании распределения доходов, может быть получена на основе достаточно простой математической модели. Индивидуальные вознаграждения не могут быть все одинаковы или все до единого различны. Очевидно, что должно иметь место разбиение на группы, в каждой из которых они равны (в пределах допустимых отклонений) и изменяются от группы к группе.

Пусть n – объем выборки, m_i – количественный состав группы с номером (рангом) i , r – число групп. Тогда

$$n = \sum_{i=1}^r m_i, \text{ где } i = \overline{1, r}.$$

Возможное число вариантов разбиения сотрудников организации на группы равно количеству сочетаний с повторениями:

$$C(m_1, m_2, \dots, m_r) = \frac{n!}{m_1! * m_2! * \dots * m_r!} = \frac{n!}{\prod_{i=1}^r m_i!}. \quad (1)$$

Чтобы определить m_i , воспользуемся принципом максимума энтропии. Неопределённость выбора одного варианта составляет:

$$\ln C(m_1, m_2, \dots, m_r) = \ln \frac{n!}{\prod_{i=1}^r m_i!} \quad (2)$$

(выбор основания логарифмов в данном случае, не имеет значения). При фиксированном n величина $\ln C(m_1, m_2, \dots, m_r)$ достигает максимума, когда знаменатель (2) минимален. Однако непосредственная минимизация $\prod_{i=1}^r m_i!$ привела бы к тривиальному результату $m_1 = m_2 = \dots = m_n = 1$.

Для корректного решения этой задачи необходимо учесть, что функция m_i с ростом i либо растёт, либо уменьшается, т.е. является строго монотонной. Поэтому такой же будет и обратная к ней функция $i_m = m_i^{(-1)}$. Таким образом, полное множество вариантов разбиения определяется произведением:

$$\varphi = \prod_{i=1}^r m_i! \prod_{i_m=1}^r i_m!$$

Заменим φ на равносильное выражение

$$\ln \varphi = \sum_{i=1}^r \ln m_i! + \sum_{i_m=1}^r \ln i_m!,$$

которое имеет экстремум в той же точке, что и (2). Применив к факториалам формулу Стирлинга: $\ln k! = k \ln k - k$, где k – целое, получим выражение вида:



$$\ln \varphi = \sum_{i=1}^r m_i \ln m_i - \sum_{i=1}^r m_i + \sum_{i_m=1}^r i_m \ln i_m - \sum_{i_m=1}^r i_m$$

при условии

$$n = \sum_{i=1}^r m_i.$$

Для минимизации $\ln \varphi$ воспользуемся методом неопределенных множителей Лагранжа:

$$F = \sum_{i=1}^r m_i \ln m_i - \sum_{i=1}^r m_i + \sum_{i_m=1}^r i_m \ln i_m - \sum_{i_m=1}^r i_m - \lambda \left(\sum_{i=1}^r m_i - n \right),$$

где λ подлежит определению.

Решение управления $F'_{m_i} = 0$ дает

$$m_i = \frac{n}{i_m \sum_{i=1}^r \frac{1}{i}}, \quad i = \overline{1, r}. \quad (3)$$

Разделив обе части (3) на n , введем вероятность:

$$p_i = \frac{m_i}{n} = \frac{c}{i}, \quad i = \overline{1, r}. \quad (4)$$

Здесь $c = \sum_{i=1}^r \frac{1}{i}$ – нормировочный множитель. Индекс m_i в i_{m_i} опущен в виде взаимно однозначного соответствия прямых и обратных функций m_i и i_m . Распределение вероятностей (4) и есть закон Парето.

Известно, что математическое ожидание для суммы $n = \sum_{i=1}^r m_i$ равно [44]:

$$M(n) = \bar{n} = r \sum_{i=1}^r \frac{1}{i}, \quad (5)$$

а ее дисперсия равна:

$$D(n) = \frac{\pi^2 r^2}{6}. \quad (6)$$

Более общий подход к соотношению m_i и i_m , приводит и к более общему результату – степенному распределению Парето. Как было показано Шрейдером Ю.А. [45]:

$$p_i = \frac{c_i}{i^\alpha}, \quad i = \overline{1, r}, \quad (7)$$

где $0 < \alpha \leq 1$. Следовательно, распределение (4) – частный случай (7), когда $\alpha = 1$. При этом выражение математического ожидания $n = \sum_{i=1}^r m_i$ аналогично (5):

$$M_{\alpha}(n) = \bar{n} = r \sum_{i=1}^r \frac{1}{i^{\alpha}}. \quad (8)$$

В. Парето получил результат, который базировался на больших выборках. Как можно убедиться, он остается справедливым даже для численности средних организаций. Выражение (5) зависит только от r и дает наименьшую величину полного набора представителей всех групп (квалификаций), при которой ещё выполняется распределение p_i . При $r = 6$ согласно (5) получаем $n \approx 15$. Для значительно большей численности N , так что $\frac{N}{15} = l \gg 1$, формулы (5) и (6) в соответствии с теоремами сложения математических ожиданий и дисперсий примут вид [46]:

$$M(N) = lr \sum_{i=1}^r \frac{1}{i} \quad \text{и} \quad D(N) = \frac{\pi^2 r^2}{6l^2}, \quad (9)$$

а формула (8) соответственно

$$M_{(\alpha)}(N) = lr \sum_{i=1}^r \frac{1}{i^{\alpha}} \quad \text{и} \quad D(N) = \frac{\pi^2 r^2}{6l^2}. \quad (10)$$

Поэтому коэффициент вариации $M(N)$ для $r = 6$ будет равен:

$$\delta = \frac{\sqrt{D(N)}}{M(N)} = \frac{\pi}{\sqrt{6l} * \sum_{i=1}^6 \frac{1}{i}} = \frac{1,28}{\sqrt{6l}}.$$

Таким образом, чем больше численность сотрудников организации, тем меньше коэффициент вариации. При $N = 1000$, например, $l = \frac{1000}{15} = 66,7$, $\delta = 6\%$.

Все приведенные выше рассуждения о распределении групп по относительной численности дословно применимы для вывода подобного же распределения по их относительным вознаграждениям. Если s_i обозначим вознаграждение группы (ранга) номера i , а $S = \sum_{i=1}^r s_i$ соответствующую сумму для всей выборки, то по аналогии с (4) получим:

$$p'_i = \frac{s_i}{S} = \frac{c'}{r-i}.$$

График $p_i = \frac{c}{i}$, называемый «гиперболической лестницей», представлен на рис. 1.

Различие значений p_i при $i > 6$ визуально затруднено, поэтому составим ряд отношений:

$$\frac{p_1}{p_2} = 2; \quad \frac{p_2}{p_3} = 1,5; \quad \frac{p_3}{p_4} = 1,32; \quad \frac{p_4}{p_5} = 1,25; \quad \frac{p_5}{p_6} = 1,17; \quad \frac{p_6}{p_7} = 1,14; \quad \frac{p_7}{p_8} = 1,13$$

и т.д.

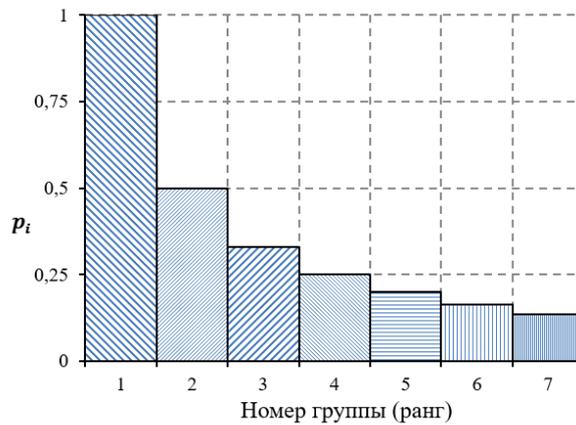


Рис. 1. Гиперболическая лестница
Fig. 1. The hyperbolic ladder

Дополним его разностью $\Delta p_i = \frac{c}{i} - \frac{c}{i+1} \approx \frac{c}{i^2}$ при $i > 7$. Из этих отношений становится понятно, почему Парето обнаружил всего шесть групп (социальных страт) экономически активного населения: при $i > 6$ их разбиение по доходам практически исчезает – с ростом i оно уменьшается обратно пропорционально i^2 .

Полученные результаты и их обсуждение

Особый интерес представляет интерпретация i – номера (ранга) социальных страт, по которому происходит их формирование. Очевидно, что i не зависит от профессии (их многие сотни), вида деятельности и проч. Этот показатель допускает единственную интерпретацию: это может быть порядковый номер уровня образования в любой области науки и техники, порядковый номер уровня квалификации (разряд) в рабочих профессиях и т.п. Таких уровней, действительно, шесть, например: 1) начальное образование, 2) неполное среднее образование; 3) среднее образование; 4) высшее образование в любой области науки и техники; 5) первая ученая степень (кандидат наук); 6) вторая ученая степень (доктор наук). Возможны вариации в названиях и плюс-минус один-два в количестве, но не в принципе построения системы. Аналогично, разрядные сетки рабочих профессий, особенно в металлообработке и машиностроении, также имеют шесть уровней.

Век назад, когда В. Парето проводил свои исследования, фактический уровень профессионализма в том или ином роде деятельности фиксировался так же, как и в настоящее время. Это автоматически следует из свойства ранговых распределений, показанного выше на математической модели, что подтверждает объективный характер такого подхода к стратификации профессий и видов деятельности. Распределение Парето называется равновесным, так как оно является свидетельством общественного согласия относительно его социальной справедливости. В частности, максимальное превышение дохода в социальной страте первого ранга по отношению к

доходу шестого ранга $\frac{p_1}{p_6} = 6$ признается нормальным экономистами и социологами.

Вернемся к рассмотрению выражений (5) и (8). Так как $0 < \alpha \leq 1$, то всегда, кроме случая $\alpha = 1$, должны выполняться неравенства $\frac{1}{i} < \frac{1}{i^\alpha}$, $\sum_{i=1}^r \frac{1}{i} < \sum_{i=1}^r \frac{1}{i^\alpha}$ и, следовательно, $M(n) < M(n_\alpha)$. Таким образом, расчетная численность персонала минимальна при $\alpha = 1$ и возрастает с уменьшением α . Непосредственное использование этого параметра в качестве экономического

показателя неудобно. Это обстоятельство дает основания для введения коэффициента использования кадрового потенциала предприятия, определяемого как

$$K_{use} = \frac{M(n)}{M(n_\alpha)} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{1}{i}}{\sum_{i=1}^6 \frac{1}{i^\alpha}} = \frac{2,45}{\sum_{i=1}^6 \frac{1}{i^\alpha}}, \quad (11)$$

и изменяющегося в тех же пределах, что и α : $0 < K_{use} \leq 1$. Будучи содержательно прозрачным, он является эквивалентом данного критически важного системного параметра распределения α . Расчетный коэффициент использования кадрового потенциала предприятия K_{use} показан в табл. 1.

Таблица 1. Расчетный коэффициент использования кадрового потенциала предприятия
Table 1. The calculated coefficients of using the company's human resources

| α | p_1 | p_2 | p_3 | p_4 | p_5 | p_6 | $\sum_{i=1}^6 \frac{1}{i^\alpha}$ | K_{use} |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-----------|
| 1 | 0,408 | 0,20 | 0,13 | 0,10 | 0,08 | 0,068 | 2,450 | 1,00 |
| 0,8 | 0,353 | 0,20 | 0,15 | 0,12 | 0,11 | 0,080 | 2,625 | 0,86 |
| 0,6 | 0,300 | 0,20 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,100 | 3,330 | 0,74 |
| 0,4 | 0,250 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,122 | 3,980 | 0,62 |

При $\alpha = 1$ отношение максимального вознаграждения к минимальному $\frac{p_1}{p_6} = \frac{0,408}{0,068} = 6$, а коэффициент использования кадрового потенциала $K_{use} = 1$. При $\alpha = 0,4$ соответствующее отношение $\frac{p_1}{p_6} = \frac{0,25}{0,122} = 2$, а $K_{use} = 0,62$. Продолжение той таблицы для меньших значений α не имеет смысла.

Представленные выводы сделаны для предприятия в целом, т.е. «гиперболическая лестница» относится к персоналу всего предприятия, а не к отдельным структурным подразделениям. Предельно высокие значения K_{use} может быть нарушено внешними экономическими причинами, естественной текучестью кадров и т.п. Для восстановления кадровых пропорций, диктуемых требованиями равновесности p_i , требуется время и целенаправленная политика в области управления кадрами. Поэтому среднее значение K_{use} за достаточно длительный период времени будет меньше единицы. Отсутствие статистики для данного подхода может быть компенсировано известным опытом других производственных систем. Известно, например, что средний коэффициент использования ресурсов не превосходит 0,62 (так называемое «Золотое сечение»). Именно такова величина K_{use} в нашем случае при $\alpha = 0,4$. Поэтому можно допустить, что минимальное допустимое значение $\alpha = 0,5$, а соответствующее значение $K_{use} = 0,68$.

Самая главная и отличительная черта любого коллектива – органическая целостность. Это интуитивно понятное, но формально почти неопределимое свойство, может быть охарактеризовано одним критическим параметром – показателем α в степенном распределении Парето $p_i = \frac{c}{i^\alpha}$.

При $\alpha = 1$ данное распределение обладает экстремальным свойством: расчетная численность персонала по штатному расписанию минимальна. При этом в частности, отношение максималь-



ного вознаграждения к минимальному составляет $\frac{p_1}{p_6} = 6$. Уменьшение α , к примеру, до $\alpha = 0,4$

приводит к тому, что это отношение становится $\frac{p_1}{p_6} = 2$, а численность по штатному расписанию увеличивается в $\frac{1}{0,62} = 1,61$ раза. Дальнейшее падение величины этого параметра может привести к полной деградации предприятия.

Вычисление коэффициента использования кадрового потенциала предприятия производится по формуле, аналогичной (11). Для этого необходимо ввести фактическую вероятность p_{f_i} , которое получено при регистрации реальной «гиперболической лестницы» всего предприятия в целом:

$$K_{use} = \frac{2,45}{\sum_{i=1}^6 \frac{1}{p_{f_i}}}.$$

Практический мониторинг этого показателя может быть организован без существенных затрат на основе накопленных и хранимых данных предприятия и стандартных программных средств статистического анализа данных.

Предложенная математическая модель поддерживает внедрение современных систем оплаты труда, например, грейдовых. Специфика подобных систем вознаграждения позволяет создать систему рангов для всего предприятия на основе ценности и важности конкретного рабочего места для предприятия [47–50], повысить мотивацию персонала и обеспечить выживание и успех предприятия в долгосрочном периоде [51, 52]. Кроме того она позволяет развивать профессиональные и цифровые компетенции сотрудников служб управления персоналом и обеспечивает успешную деятельность предприятия в долгосрочном периоде на основе цифровизации и реализации эффективной политики управления персоналом.

Заключение

В рамках данного исследования получены следующие результаты:

1. Установлено, что существующее программное обеспечение в разной мере поддерживает рутинизированные и интеллектуальные HR-процессы, однако не в полной мере обеспечивает специалистов по персоналу данными стратегического характера. Предложено устранить этот разрыв применением степенного распределения Парето для определения кадровых пропорций структуры персонала предприятия.

2. Математически определен коэффициент использования кадрового потенциала, поддерживающий датацентричную технологию принятия управленческих решений стратегического характера.

3. Разработана математическая модель использования кадрового потенциала предприятия, которая позволяет реализовать датацентричную политику управления персоналом, чем обеспечить дальнейшую успешную деятельность предприятий и организаций после завершения пандемии.

В качестве дальнейших исследований автор ставит перед собой задачу поиска системных метрик и пропорций, обеспечивающих успешное развитие бизнеса в процессе восстановления после пандемии COVID-19 на основе современного стека проактивных датацентричных технологий управления социально-экономическими системами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Просвирина Н.В.** Использование автоматизированных систем бизнес-аналитики в управлении персоналом на предприятиях авиационной промышленности // *Управленческий учет*. 2021. № 5. С. 229–235. DOI: 10.25806/uu5-12021229-235
2. **Варшавский В.Р.** Внедрение автоматизированной системы документационного обеспечения системы управления персоналом. URL: https://www.researchgate.net/profile/Vladislav-Rimovich-Varshavskij-2/publication/351268772_Implementation_of_the_automated_system_of_documentation_support_of_the_personnel_management_system/links/608e89ba299bf1ad8d7045c5/Implementation-of-the-automated-system-of-documentation-support-of-the-personnel-management-system.pdf (дата обращения: 07.08.2021).
3. **Давыденко Д.Ю.** Новые перспективы для HR менеджеров условиях перехода к автоматизации процессов // *Инновационная наука*. 2021. № 6. С. 96–98.
4. **Архипова Н.И., Седова О.Л.** Применение digital инструментов в подборе и отборе персонала в организации // *Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право»*. 2018. № 2 (12). С. 9–22. DOI: 10.28995/2073-6304-2018-2-9-22
5. **Казанцева К.А.** Автоматизация учета труда и его оплата. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-truda-i-ego-oplaty-na-osnove-programm-firmy-1s> (дата обращения: 07.08.2021).
6. **Колесникова И.А., Лиценталь И.Е.** Оценка профессионально-важных качеств руководителя образовательной организации средствами программы «1С: Зарплата и управление персоналом 8» // *Труды XVIII Международной научно-практической конференции: «Фундаментальные научно-практические исследования: актуальные тенденции и инновации»*. 2021. С. 12–16.
7. **Буракова А.В., Скрипник В.А.** Особенности ведения штатного расписания в программе 1С: Предприятие 8» использование конфигурации «зарплата и управление персоналом» (пользовательские режимы) редакция 3.0». URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44218541> (дата обращения: 07.08.2021).
8. **Огорева Ю.А.** Оптимизация затрат времени инспектора по кадрам на предприятии. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41512422> (дата обращения: 07.08.2021).
9. **Назайкинский С.В., Седова О.Л.** Роль HR-аналитики в принятии управленческих решений в организациях // *Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право»*. 2017. № 3. С. 9–19.
10. **Акмаева Р.И., Бабкин А.В., Епифанова Н.Ш.** О стратегиях восстановления российских организаций после COVID-19 // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. 2020. Т. 13. № 3. С. 115–128. DOI: 10.18721/JE.13309
11. **Апелло Ю.** Agile-менеджмент: лидерство и управление компаниями. М.: Альпина Паблишер, 2018. 288 с.
12. **Маслов В.П., Маслова Т.В.** О законе Ципфа и ранговых распределениях в лингвистике и семиотике. URL: http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=mzm&paperid=3081&option_lang=rus (дата обращения 07.08.2021).
13. **Maslov V.** Refinement of Zipf's law for frequency dictionaries // *Doklady Mathematics*. 2005. Т. 72. № 3. С. 942–945.
14. **Bradford S.** Sources of information on specific subjects // *Engineering*, 1934, vol. 137, pp. 85–86.
15. **Bradford S.** Documentation. London: Crosby Lockwood & Son, 1948.
16. **Brookes B.** "Theory of the Bradford law" // *Journal of Documentation*, 1977, vol. 33, no. 3, pp. 180–209.
17. **Garfield E.** Bradford's law and related statistical patterns // *Current Contents*, 1980, no. 19, pp. 5–12.
18. **Писляков В.В.** Моделирование процесса обращения к электронным информационным источникам на основе информетрического закона Брэдфорда // *Ученые записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки*. 2007. Т. 149, кн. 2. С. 116–127.
19. **Феллер В.** Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М: Мир, 1984. 278 с.
20. **Шрейдер Ю.А., Шаров Н.А.** Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982. 221с.
21. **Четыркин Е.М., Калихман И.Л.** Вероятность и статистика. М: Финансы и статистика, 1982. 320 с.



22. **Андропова И.В., Шевченко С.Ю., Осиновская И.В.** Информационно-методическое обеспечение оценки эффективности системы мотивации и стимулирования труда // *Естественно-гуманитарные исследования*. 2020. № 29 (3), С. 43–48.
23. **Акимов А.А., Тихонов А.И.** Применение системы грейдинга как современного инструмента управления заработной платой на предприятиях авиационной промышленности // *Московский экономический журнал*. 2020. № 3. С. 391–406.
24. **Карташова Н.А.** Разработка предложений по совершенствованию системы оплаты труда предприятия горнодобывающей отрасли северо-востока России (на примере магаданского филиала АО «Полиметалл УК») // *International Research Journal Posted in 2020. ECONOMICS*. 2020. № 5 (95). URL: <https://research-journal.org/en/economics-en/razrabotka-predlozhenij-po-sovershenstvovaniyu-sistemy-oplaty-truda-predpriyatiya-gornodobyvayushhej-otrasli-severo-vostoka-rossii-na-primere-magadanskogo-filiala-ao-polimetall-uk/> (дата обращения 07.08.2021).
25. **Русакова Е.В., Сунтеев А.Н.** Возможности и перспективы применения грейдинга на промышленных предприятиях. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-primeneniya-greydirovaniya-na-promyshlennyh-predpriyatiyah> (дата обращения 07.08.2021).
26. **Милёхина О.В.** Пути преодоления qwerty-эффектов в социально-экономических системах микроуровня // *Непрерывное профессиональное образование: теория и практика. Сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции студентов, магистров, аспирантов и преподавателей*. 2014. С. 54–56.
27. **Милёхина О.В., Адова И.Б.** Сетевое взаимодействие институциональных единиц: проблемы и локализация точек роста стратегической результативности // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2016. № 6 (256). С. 97–111. DOI: 10.5862/JE.256.9

REFERENCES

1. **N.V. Prosvirina**, Ispolzovaniye avtomatizirovannykh sistem biznes-analitiki v upravlenii personalom na predpriyatiyakh aviatsionnoy promyshlennosti // *Upravlencheskiy uchet*. 2021. № 5. S. 229–235. DOI: 10.25806/uu5-12021229-235
2. **V.R. Varshavskiy**, Vnedreniye avtomatizirovannoy sistemy dokumentatsionnogo obespecheniya sistemy upravleniya personalom. URL: https://www.researchgate.net/profile/Vladislav-Rimovich-Varshavskij-2/publication/351268772_Implementation_of_the_automated_system_of_documentation_support_of_the_personnel_management_system/links/608e89ba299bf1ad8d7045c5/Implementation-of-the-automated-system-of-documentation-support-of-the-personnel-management-system.pdf (дата обращения: 07.08.2021).
3. **D.Yu. Davydenko**, Novyye perspektivy dlya HR menedzherov usloviyakh perekhoda k avtomatizatsii protsessov // *Innovatsionnaya nauka*. 2021. № 6. S. 96–98.
4. **N.I. Arkhipova, O.L. Sedova**, Primeneniye digital instrumentov v podbore i otbore personala v organizatsii // *Vestnik RGGU. Seriya «Ekonomika. Upravleniye. Pravo»*. 2018. № 2 (12). S. 9–22. DOI: 10.28995/2073-6304-2018-2-9-22
5. **K.A. Kazantseva**, Avtomatizatsiya ucheta truda i yego oplata. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-ucheta-truda-i-ego-oplaty-na-osnove-programm-firmy-1s> (дата обращения: 07.08.2021).
6. **I.A. Kolesnikova, I.Ye. Liliyental**, Otsenka professionalno-vazhnykh kachestv rukovoditelya obrazovatelnoy organizatsii sredstvami programmy «1S: Zarplata i upravleniye personalom 8» // *Trudy XVI-II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: «Fundamentalnyye nauchno-prakticheskiye issledovaniya: aktualnyye tendentsii i innovatsii»*. 2021. S. 12–16.
7. **A.V. Burakova, V.A. Skripnik**, Osobennosti vedeniya shtatnogo raspisaniya v programme 1S: Predpriyatiye 8» ispolzovaniye konfiguratsii «zarplata i upravleniye personalom» (polzovatel'skiye rezhimy) redaktsiya 3.0». URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44218541> (дата обращения: 07.08.2021).
8. **Yu.A. Ogoreva**, Optimizatsiya zatrat vremeni inspektora po kadram na predpriyatii. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41512422> (дата обращения: 07.08.2021).

9. **S.V. Nazaykinskiy, O.L. Sedova**, Rol HR-analitiki v prinyatii upravlencheskikh resheniy v organizatsiyakh // Vestnik RGGU. Seriya «Ekonomika. Upravleniye. Pravo». 2017. № 3. S. 9–19.
10. **R.I. Akmayeva, A.V. Babkin, N.Sh. Yepifanova**, O strategiyakh vosstanovleniya rossiyskikh organizatsiy posle COVID-19 // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki. 2020. T. 13. № 3. S. 115–128. DOI: 10.18721/JE.13309
11. **Yu. Apello**, Agile-menedzhment: liderstvo i upravleniye kompaniyami. M.: Alpina Publisher, 2018. 288 s.
12. **V.P. Maslov, T.V. Maslova**, O zakone Tsipfa i rangovykh raspredeleniyakh v lingvistike i semiotike. URL: http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=mzm&paperid=3081&option_lang=rus (data obrashcheniya 07.08.2021).
13. **V. Maslov**, Refinement of Zipf's law for frequency dictionaries // Doklady Mathematics. 2005. T. 72. № 3. S. 942–945.
14. **S. Bradford**, Sources of information on specific subjects // Engineering, 1934, vol. 137, pp. 85–86.
15. **S. Bradford**, Documentation. London: Crosby Lockwood & Son, 1948.
16. **B. Brookes**, "Theory of the Bradford law" // Journal of Documentation, 1977, vol. 33, no. 3, pp. 180–209.
17. **E. Garfield**, Bradford's law and related statistical patterns // Current Contents, 1980, no. 19, pp. 5–12.
18. **V.V. Pislyakov**, Modelirovaniye protsessa obrashcheniya k elektronnyim informatsionnym istochnikam na osnove informetricheskogo zakona Bredforda // Uchenyye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Fiziko-matematicheskkiye nauki. 2007. T. 149, kn. 2. S. 116–127.
19. **V. Feller**, Vvedeniye v teoriyu veroyatnostey i yeye prilozheniya. M: Mir, 1984. 278 s.
20. **Yu.A. Shreyder, N.A. Sharov**, Sistemy i modeli. M.: Radio i svyaz, 1982. 221 s.
21. **Ye.M. Chetyrkin, I.L. Kalikhman**, Veroyatnost i statistika. M: Finansy i statistika, 1982. 320 s.
22. **I.V. Andronova, S.Yu. Shevchenko, I.V. Osinovskaya**, Informatsionno-metodicheskoye obespecheniye otsenki effektivnosti sistemy motivatsii i stimulirovaniya truda // Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya. 2020. № 29 (3), S. 43–48.
23. **A.A. Akimov, A.I. Tikhonov**, Primeneniye sistemy greydirovaniya kak sovremennogo instrumenta upravleniya zarabotnoy platoy na predpriyatiyakh aviatsionnoy promyshlennosti // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. 2020. № 3. S. 391–406.
24. **N.A. Kartashova**, Razrabotka predlozheniy po sovershenstvovaniyu sistemy oplaty truda predpriyatiya gornodobyvayushchey otrasli severo-vostoka Rossii (na primere magadanskogo filiala AO «Polimetall UK») // International Research Journal Posted in 2020. ECONOMICS. 2020. № 5 (95). URL: <https://research-journal.org/en/economics-en/razrabotka-predlozhenij-po-sovershenstvovaniyu-sistemy-oplaty-truda-predpriyatiya-gornodobyvayushchey-otrasli-severo-vostoka-rossii-na-primere-magadanskogo-filiala-ao-polimetall-uk/> (data obrashcheniya: 07.08.2021).
25. **Ye.V. Rusakova, A.N. Suntayev**, Vozmozhnosti i perspektivy primeneniya greydirovaniya na promyshlennykh predpriyatiyakh. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-primeneniya-greydirovaniya-na-promyshlennykh-predpriyatiyah> (data obrashcheniya: 07.08.2021).
26. **O.V. Milekhina**, Puti preodoleniya qwerty-effektov v sotsialno-ekonomicheskikh sistemakh mikro-urovnya // Nepreryvnoye professionalnoye obrazovaniye: teoriya i praktika. Sbornik statey po materialam V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, magistrrov, aspirantov i prepodavateley. 2014. S. 54–56.
27. **O.V. Milekhina, I.B. Adova**, Setevoye vzaimodeystviye institutsionalnykh yedinit: problemy i lokalizatsiya tochek rosta strategicheskoy rezultativnosti // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskiye nauki. 2016. № 6 (256). S. 97–111. DOI: 10.5862/JE.256.9



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / THE AUTHOR

МИЛЁХИНА Ольга Викторовна

E-mail: olga.milekhina@gmail.com

MILEKHINA Olga V.

E-mail: olga.milekhina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2962-0946>

Статья поступила в редакцию 16.08.2021; одобрена после рецензирования 09.12.2021; принята к публикации 16.12.2021.

The article was submitted 16.08.2021; approved after reviewing 09.12.2021; accepted for publication 16.12.2021.

Научная статья

УДК 338.27

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14608>

ОЦЕНКА КИБЕРРИСКОВ В ПРОЕКТАХ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

С.В. Гришунин , И.Ю. Пищалкина , С.Б. Сулоева 

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

 eskelinen.ilona@gmail.com

Аннотация. Интернет вещей (IoT) открывает широкие возможности для инноваций, начиная от промышленных предприятий до здравоохранения и потребителей. Однако развитие проектов Интернета вещей создает значительные риски для разработчиков и пользователей. Количество и частота IoT-атак увеличивается и наблюдается рост прямого и косвенного ущерба. Так одно зараженное устройство может открыть для атаки всю экосистему компании с потенциальными сбоями: от нарушения конфиденциальности отдельных пользователей до массового сбоя общественных систем и угрозы для жизни людей. Актуальность выбранной темы объясняется ростом числа кибератак, скоростью появления новых угроз и увеличением ущерба от атак. Поэтому в статье рассматривается снижение эффективности существующих механизмов оценки киберрисков и восполняются пробелы в исследованиях в этой области. Авторами был разработан показатель Cyber ROI (CyROI), позволяющий отразить киберриски и измерить эффективность инвестиций в развитие Интернета вещей с учетом киберпреступности и связанных с ним мер контроля. Далее был сформирован подход к оценке киберрисков для проектов Интернета вещей (IoT), основанный на принципах риск-контроллинга и включающий этапы выявления рисков, моделирования деревьев рисков, оценки рисков и анализа результатов. Помимо формирования самого подхода, была представлена структурно-логическая схема оценки киберрисков и описаны входящие в него инструменты. В отличие от аналогов, разработанный подход обеспечивает системность в оценке киберрисков; позволяет интегрировать и координировать все связанные с этим действия и инструменты, моделировать доверительный интервал возможной рентабельности инвестиций, а также показывает шансы выйти за рамки риск-аппетита и толерантности к риску. Предложенный подход делает оценку киберрисков динамичной, итеративной, реагирующей на изменения в киберсреде. Также данный подход имеет значительное научное и практическое применение. По сравнению с существующими подходами, предложенный авторами подход к оценке киберрисков обладает большей гибкостью, учитывает корреляции между рисками, позволяет оценить влияние каждого фактора риска на CyROI и рассчитывать большое количество сценариев.

Ключевые слова: интернет вещей, киберриски, кибербезопасность, риск-контролинг

Для цитирования: Гришунин С.В., Пищалкина И.Ю., Сулоева С.Б. Оценка киберрисков в проектах интернета вещей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 102–116. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14608>

Это статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14608>

ASSESSING CYBER RISKS IN THE INTERNET OF THINGS PROJECTS

S.V. Grishunin , I.Yu. Pishchalkina , S.B. Suloeva 

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation

 eskelinen.ilona@gmail.com

Abstract. The Internet of Things (IoT) opens up vast opportunities for innovation, ranging from industrial enterprises to healthcare and consumers. However, the development of Internet of Things projects creates significant risks for developers and users. The number and frequency of IoT attacks is increasing, while the direct and indirect damage are on the rise. Thus, one infected device can make the entire ecosystem of a company vulnerable to attacks with potential failures: from violating the privacy of individual users to a massive failure of public systems and a threat to people's lives. The relevance of the article is explained by the increase in the number of cyber attacks, the speed of the emergence of new threats and the increase in damage from attacks. Therefore, the article examines the decrease in the effectiveness of the existing mechanisms for assessing cyber risks and fills the gaps in research in this area. The authors developed Cyber ROI indicator (CyROI), which allows reflecting cyber risks and measuring the effectiveness of investments in the development of the Internet of Things, taking into account cybercrime and related control measures. Next, an approach to cyber risk assessment for Internet of Things (IoT) projects was formed, based on the principles of risk controlling and including the stages of risk identification, risk tree modeling, risk assessment and analysis of results. In addition to the formation of the approach itself, a structural and logical scheme for assessing cyber risks was presented with its tools described. Unlike analogues, the developed approach provides a holistic approach to the assessment of cyber risks; it allows integrating and coordinating all related actions and tools, simulating the confidence interval of possible return on investment, and shows the chances to go beyond risk appetite and risk tolerance. The proposed approach makes the assessment of cyber risks dynamic, iterative, responsive to changes in the cyber environment. Moreover, this approach has significant scientific and practical application. Compared to existing approaches, the author's approach to cyber risk assessment has more flexibility, takes into account correlations between risks, allows you to assess the impact of each risk factor on CyROI and calculate a large number of scenarios.

Keywords: internet of things, cyber risks, cybersecurity, risk controlling

Citation: S.V. Grishunin, I.Yu. Pishchalkina, S.B. Suloeva, Assessing cyber risks in the internet of things projects, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 102–116. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14608>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Интернет вещей (IoT) – это набор технологий и приложений, которыми оснащают устройства для генерации данных и информации, с возможностью подключения этих устройств для мгновенного анализа данных и, в идеале, «умных» операций с ними [1]. Технология Интернета вещей позволяет физическим объектам использовать интернет для передачи данных об их состоянии, положении или других атрибутах. В IoT информационные и коммуникационные технологии слились воедино и сформировали информационно-коммуникационное пространство [2].

Ожидается, что количество устройств, подключенных к IoT, будет расти совокупными годовыми темпами на 15% и достигнет 31 миллиарда единиц к 2020 году при предполагаемой рыночной стоимости в 1,1 триллиона долларов [1]. Данная тенденция сопряжена (1) со снижением цен на пропускную способность, хранение данных и вычислительную технику; (2) растущим исполь-

зованием расширенного интеллекта; (3) и проникновением промышленных роботов. Промышленные устройства Интернета вещей (такие как устройства для мониторинга на основе условий и прогнозного обслуживания основных фондов) будут охватывать около 50% глобальных расходов на Интернет вещей [1]. Устройства для потребителей, здравоохранения или общественных услуг будут занимать долю в размере 25% каждое [1].

Наряду с перечисленными возможностями, данная отрасль характеризуется значительными трудностями, которые могут остановить инвестиции в этот сектор. Они включают (1) отсутствие инфраструктуры для управления устройствами; (2) угроза непринятия устройств пользователями; (3) плохое исполнение поставщиками, (4) проблемы с эксплуатацией; или (5) отсутствие регулирования [1]. Наиболее опасной угрозой является растущее число кибератак на устройства Интернета вещей; одна только киберпреступность обходится странам во всем мире более чем в 1 миллиард долларов [3, 4, 5]. Примеры кибератак включают (1) атаки с распределенным отказом в обслуживании (DDOS); (2) кража данных и личных данных; (3) разведывательные атаки; (4) промежуточное проникновение человека; (5) Трояны и вирусы и другие [6]. Растущая сложность, взаимосвязь и распространенность Интернета вещей подвергают эти устройства новым видам опасностей, для которых существующие методы управления рисками не предназначены, в том числе ни для выявления, ни для прогнозирования [2, 7]. Актуальность исследования обусловлена тем, что эти проблемы вынуждают разработчиков интернета вещей, поставщиков и пользователей пересмотреть подходы к управлению киберрисками [7] и переключиться на новейшие системы, такие как управление рисками проекта [8, 9].

В таких условиях процедуры оценки киберрисков должны быть интегрированы и скоординированы в единый подход, который опирается на комбинацию методов и инструментов, а также обеспечивает диапазон вероятных денежных потерь от киберпреступности в течение определенного периода. Предлагаемый подход к оценке киберрисков должен обеспечивать своевременное выявление и оценку угроз, предвидение вероятных новых угроз, а также разработку и реализацию решений по снижению рисков. Проведенное исследование показывает, что многие существующие подходы, такие как оценка уязвимости активов с точки зрения операционной угрозы (OCTAVE) или киберценности, подверженной риску (CyVAR), лишь частично служат этим целям. Поэтому авторами предложен подход, имитирующий доверительный интервал для целевых значений проекта (ROI) с учетом рисков и показывающий шансы выйти за рамки склонности к риску. Он включает в себя инструменты и методы, позволяющие оценивать частоту рисков с помощью нескольких точек данных, обеспечивает целостный подход к оценке киберрисков, объединяет и координирует все виды деятельности по оценке киберрисков. Это делает оценку киберрисков динамичной, итеративной, реагирующей на изменения в киберсреде.

Литературный обзор

В результате детального анализа отечественных [5] и зарубежных научных исследований [6, 7], авторами было выявлено большое разнообразие подходов к оценке рисков, которые можно разделить на: (1) качественные модели; (2) модели зрелости; (3) стандарты управления рисками; (4) количественные модели. Для последующего анализа этих исследований был применен подход SWOT-анализ (сильные и слабые стороны, возможности и угрозы) [3].

Основными достоинствами качественных моделей, таких как оценка уязвимости активов и угроз с точки зрения эксплуатации (OCTAVE) [10], анализ оценки и устранения угроз (TARA) [11] или анализ режимов и последствий кибератак (CyFMEA) [3, 4], являются (1) целостный подход; (2) простота и низкая стоимость; и (3) применимость для оценки возникающих рисков без или с ограниченной статистикой. Благодаря этим сильным сторонам данные методы применимы к разработчикам Интернета вещей малого и среднего бизнеса. К слабым сторонам, рассмотренных моделей можно отнести: (1) качественную интерпретацию вероятности угрозы и воздействия, а



также точечные оценки; (2) упрощение корреляций между рисками и расчета совокупной экспозиции; и (3) отсутствие связи между воздействием риска и целями проекта [12]. Результирующими угрозами являются несоответствие принятию рисков, сжатие диапазона или смещение центра [13]. Возможности для улучшений включают (1) расширение количественной оценки рисков [14]; или (2) добавление метода нечеткой логики, который позволяет улучшить интеграцию мнений экспертов [15]. Тем не менее, даже этих улучшений окажется недостаточно для элиминации слабых сторон.

Сильные стороны моделей зрелости управления рисками (RMM), таких как интегрированная модель зрелости возможностей (СММ) или Exostar [3], обеспечивают оценку зрелости системы управления киберрисками Интернета вещей по сравнению со стандартами управления рисками с выявлением пробелов. Их недостатком является сосредоточение внимания на выявлении уязвимостей без оценки масштабов воздействия в слабых местах и влияния на цели проекта. Возможность для RMMS заключается в интеграции с другими подходами.

Сильные стороны стандартов информационной безопасности, таких как ISO 27001:2013 [16] или NIST [17], заключаются в том, что они (1) являются проверяемыми и широко признанными международными стандартами в области кибербезопасности; и (2) обеспечивают целостную основу для организации управления киберрисками [3, 16]. Однако они не предоставляют (1) подробных моделей и инструментов для оценки рисков; и (2) информацию для руководства, так как эти модели могут быть интегрированы и применены при принятии решений, ориентированных на риски.

Наконец, стохастические количественные модели (SQM), такие как cyber value at risk (CyVAR), используют теорию вероятностей для оценки доверительного интервала вероятных потерь от киберпреступности в течение данного периода времени [3]. Сильные стороны SQM заключаются в том, что данные модели обеспечивают количественную оценку потерь при моделировании очень большого числа сценариев. Ограничения данного подхода к оценке рисков [3, 6] заключаются в том, что они (1) обеспечивают только инструмент оценки рисков, но не целостный подход к оценке рисков; (2) редко получают доступ к влиянию потерь на целевые показатели проекта; (3) могут привести к угрозам игнорирования возникающих рисков из-за отсутствия данных [3]. Возможность SQMs заключается в разработке полномасштабных подходов к управлению и оценке киберрисков.

Подводя итог, можно сказать, что существующие подходы к оценке рисков в киберпространстве ограничены рядом критических ограничений. Предложенный авторами подход позволит нивелировать пробелы в исследованиях путем разработки подхода к оценке киберрисков в инвестиционных проектах Интернета вещей, основанного на принципах риск-контроллинга. Следовательно, *объектом исследования* выступают инвестиционные проекты, направленные на развитие Интернета вещей, а *предметом* – методический подход к оценке киберрисков для проектов Интернета вещей, построенный на принципах риск-контроллинга.

Целью исследования является формирование усовершенствованного целостного подхода к оценке киберрисков в проектах Интернета вещей. В соответствии с заданной целью поставлены следующие научно-исследовательские задачи: 1) формирование концепции подхода к оценке киберрисков; 2) разработка структурно-логической схемы оценки киберрисков и описание этапов оценки; 3) проведение сравнительного анализа, предложенного и существующих подходов, с выделением отличительных особенностей, преимуществ и специфических условий функционирования.

Методы исследования

Методологической базой исследования выступают существующие системы оценки киберрисков, в том числе качественные и количественные методы оценки рисков, стандарты управления

рисками и модели зрелости, как было описано ранее. Также, авторами в рамках формирования подхода к оценке киберрисков в проектах по развитию Интернета вещей, были проанализированы концептуальные положения риск-контроллинга [8, 9, 18].

В ходе исследования были рассмотрены и использованы существующие методы качественной (OCTAVE, TARA) и количественной оценки рисков (SQM, VAR), точечные оценки среднего риска (FMEA или карты рисков), модели зрелости управления рисками (RMM), соответствующие действующие стандарты и применены методы имитационного моделирования (Монте-Карло, PERT).

Результаты и их обсуждение

Риск контроллинг (РК) – это целенаправленный набор методов, процессов и инструментов, направленных на идентификацию и анализ рисков и возможностей, влияющих на достижение стратегических целей компании, а также принятие оптимальных управленческих мер по нейтрализации угроз и использованию возможностей [9, 18]. РК обеспечивает архитектуру (инфраструктуру и процессы) управления рисками. Применяя эту инфраструктуру к конкретным рискам, руководители проектов принимают решения, основанные на оценке рисков. Функции РК перечислены в [18]. Преимущества РК по сравнению с широко применяемым интегрированным управлением рисками заключаются в (1) содействии управлению рисками; (2) интеграции управления рисками в процесс принятия решений на всех этапах проекта; (3) координации всех мероприятий по управлению рисками; и (4) применении инструментов с низкой устойчивостью к риску и повышенным вниманием к количественной оценке рисков [8, 18].

В области кибербезопасности РК направлен на снижение риска того, что пользователи IoT-решения не смогут достичь целевого показателя рентабельности инвестиций (ROI) из-за потерь от киберпреступности [9]. Чем сложнее проект интернета вещей, тем больше может быть разрыв между реальной и целевой рентабельностью инвестиций (рис. 1).

Описанная закономерность подкрепляется (1) ростом привлекательности IoT-устройств для злоумышленников с увеличением масштаба; и (2) растущей изощренностью атак, приводящей к увеличению затрат на контроль и исправление [19]. Чтобы отразить киберриски, авторами был разработан показатель Cyber ROI (CyROI), который измеряет эффективность инвестиций в развитие Интернета вещей с учетом киберпреступности и связанных с ним мер контроля.

$$CyROI = \frac{(B - CL \times ME - C_{cs}) - I_{IoT} - I_s}{I_{IoT} + I_s},$$

где B – выгоды клиента от применения устройства Интернета вещей; CL – убытки от киберпреступности; ME – коэффициент смягчения последствий, учитывающий решение для обеспечения кибербезопасности; I_{IoT} – инвестиции клиента в IoT-устройства; I_s – инвестиции клиента в разработку решения для обеспечения кибербезопасности; C_{cs} – затраты на обслуживание решения для обеспечения кибербезопасности.

Чтобы сократить этот разрыв, разработчикам Интернета вещей необходимо оптимизировать взаимосвязь между выгодами от внедрения технологии; (2) остаточными потерями от кибератак с учетом системы управления; и (3) инвестициями в системы контроля и устранения киберугроз (решения по кибербезопасности (CS)). В риск-контроллинге эта оптимизация выполняется путем внедрения в IoT экономически эффективной системы управления. Такая система должна (1) предотвращать и предвидеть угрозы до их возникновения; (2) отслеживать и нейтрализовывать уже действующие риски; и (3) как можно быстрее восстанавливать нормальную работу, если произошло рисковое событие [9, 19, 20]. Важнейшим вопросом для разработчика

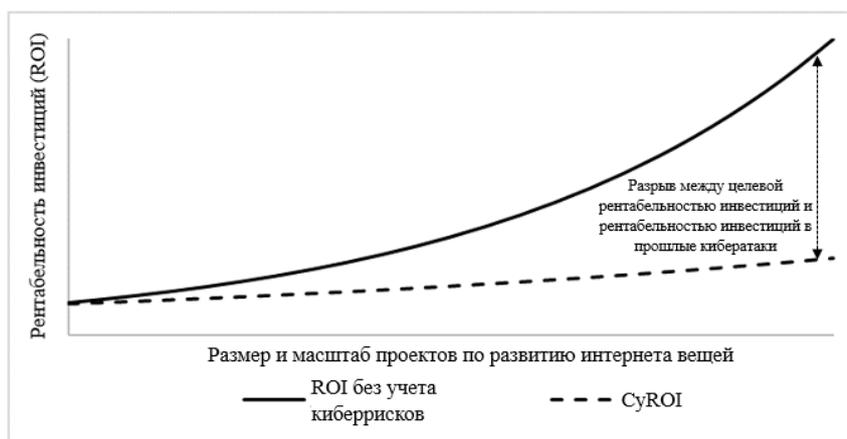


Рис. 1. Влияние кибератак на рентабельность IoT-проектов

Fig. 1. Impact of cyber-attacks on IoT project ROI

Источник. Составлено авторами

Интернета вещей является точная оценка потенциального влияния угрозы на рентабельность инвестиций проекта, чтобы принять решение о экономически эффективных мерах и методах минимизации ее последствий.

Разработанная авторами структурно-логическая схема оценки киберрисков представлена на рис. 2. Предпосылкой для применения данного подхода к оценке является система контроля киберрисков в проектной компании. Такая система может быть построена на основе стандарта ISO 27000 или NIST [3, 17]. Кроме того, требуется четкое понимание бизнес-факторов компании, соображений безопасности, а также правовых, нормативных и договорных требований, специфичных для использования конкретной технологии Интернета вещей.

Первыми входными данными структурно-логической схемы являются бизнес-характеристики устройства Интернета вещей, необходимые для дальнейшей оценки критичности и уязвимости и расчета CyROI. Вторым входным параметром является оценка критичности IoT-актива для проектной компании. Для этой цели авторами была применена аддитивно-мультипликативная модель оценки [21]. Модель описывает активы Интернета вещей по критическим факторам в нескольких измерениях. Они оказывают влияние на ключевые бизнес-процессы и операции компании; посторонних лиц (клиентов, поставщиков) и персонал. Другие включают (1) связи и взаимодействие с другими важными информационными активами; (2) прямые и косвенные затраты на сбой технологии IoT (включая деловую репутацию, регулирующее воздействие и влияние на гудвилл); (3) стоимость потери информации и ее восстановления; (4) время и стоимость возврата активов к нормальной работе; и (5) инвестиции в восстановление IoT. Помимо этого, необходимо также учитывать конфиденциальность, целостность и доступность применяемой технологии [16].

После оценки этих измерений рассчитывается итоговый балл (баллы), сравнивается с пороговым значением и принимается решение о признании проекта Интернета вещей в качестве критического актива.

$$S = \sum_{i=1}^N w_i \times X_i,$$

где X_i — оценка критического фактора, оцененная экспертами, $I \in [1, N]$, N — количество факторов; w_i — вес i -го фактора.

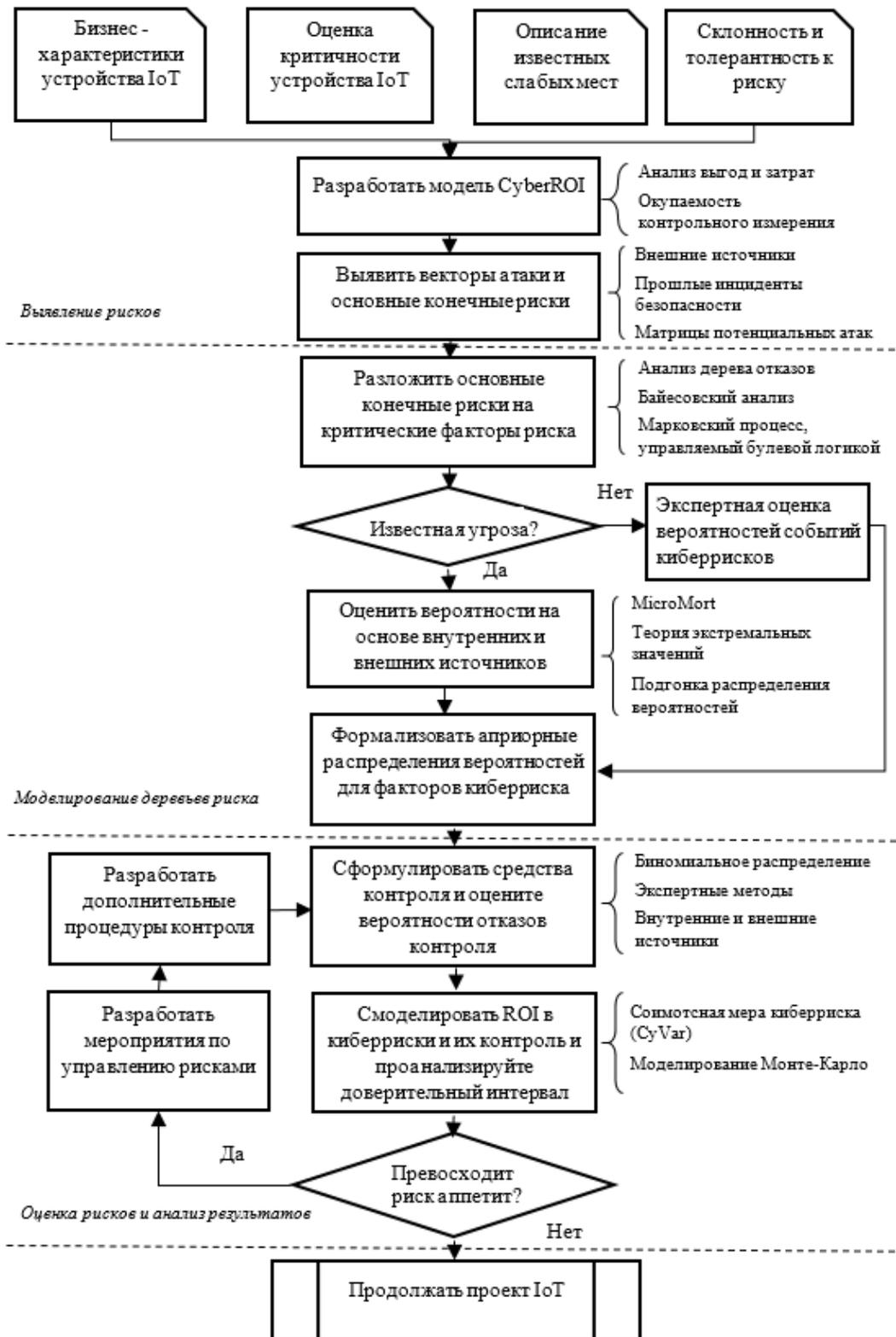


Рис. 2. Структурно-логическая схема оценки киберрисков

Fig. 2. Structural-logical scheme of cyber risk assessment

Источник. Составлено авторами



Второй вход – это результаты оценки уязвимости Интернета вещей. Это делается с использованием удаленного ИТ-управления (RMM), с возможным применением модели зрелости кибербезопасности и программного обеспечения и инструментов для сканирования уязвимостей [3]. Первый подход оценивает зрелость модели кибербезопасности Интернета вещей в соответствии со стандартами [16, 17], позволяя выявить слабые места в системе безопасности в целом и в конкретных областях для сканирования, а также помогает определить области улучшения. Программное обеспечение для сканирования определяет фактические уязвимости в слабых местах и помогает оценить их серьезность.

Последними входными параметрами являются уровень емкости риска (CyROIT) и риск-аппетит (CyROIR). Первый параметр – это терминальный уровень киберриска, который может нести компания, в то время как риск-аппетит – это максимальный уровень киберрисков, который она может принять в ходе достижения целевых показателей. Данные параметры характеризуются вероятностями достижений – γ или δ соответственно. Для рассматриваемого подхода к оценке киберрисков мы устанавливаем γ и δ на уровне 90% и 95% соответственно, но компания может изменить эти пределы.

После сбора всех входных данных модель CyROI разрабатывается с использованием формулы для расчета CyROI и подхода анализа дерева событий [14]. Для определенного IoT-решения (например, система прогнозного технического обслуживания), в табл. 1 представлены примеры составляющих выгод и потерь от киберпреступности, а также возможные средства управления.

Таблица 1. Примеры компонентов CyROI для системы прогнозного технического обслуживания
Table 1. Examples of components of CyROI for predictive maintenance system

| Выгоды и экономия (B) | Кибер потери (CL) | Контрольные точки |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> – Снижение времени простоя оборудования (время и стоимость); – Повышение безопасности и производительности персонала; – Уменьшение выходных дефектов; – Повышение эффективности цепочки поставок; – Улучшенное управление ресурсами; – Экономия от сокращения рабочей силы | <ul style="list-style-type: none"> – DDoS-атаки; – Атаки на аппаратное оборудование; – Удаленное выполнение кода; – Нарушения и потери данных (прямые и косвенные затраты); – Подмена данных; – Кража интеллектуальных активов (прямые и косвенные затраты); – Эксплуатируемые конфигурации; – Нарушение основных функций системы | <ul style="list-style-type: none"> – Ограничение доступа и обеспечение безопасной конфигурации; – Ведение журналов аудита; – Защита от вредоносных программ / антивирусы; – Ограничения и контроль портов, протоколов и сервисов; – Защита границ от внешних угроз; – Тесты на проникновение; – Обучение персонала |

Источник. Составлено по [14].

На следующем этапе для каждой уязвимости определяются потенциальные векторы атаки и конечные риски. Такой анализ начинается с определения общих векторов привязки. Источниками являются (1) публикации авторитетных организаций, таких как Отчет по расследованиям инцидентов в области информационной безопасности Verizon, отчеты Symantec или FigeEye [21]; (2) анализ внутренней базы данных (если таковая имеется) или внешних баз данных о прошлых киберинцидентах; или (3) экспертные знания. Затем общие векторы обрабатываются для конкретного IoT-проекта и формируются матрицы потенциальных атак [21]. Они помогают определить таксономию атаки, включая (1) инициатора (злоумышленника) атаки; (2) классификацию атаки по общим векторам; (3) тип (внутренний, внешний, смешанный) (4) точку вторжения и требуемые привилегии; (5) действия злоумышленника; (6) цель атаки; и (7) цель злоумышленника (отказ в обслуживании, кража данных, отключение устройства, манипуляция денежными средствами и т. д.). Результатом этого анализа является набор конечных рисков $\{R_i\}_{i \in 1, N}$.

Далее на этапе моделирования деревьев рисков и вероятностей факторов риска, каждый конечный риск разбивается на ключевые факторы риска, и для последних определяются распре-

деления вероятностей. Это делается с помощью дерева в виде диаграммы галстука-бабочки [18], которое (1) обеспечивает структурный анализ риска и визуализацию взаимосвязи между риском, его причинами или последствиями; и (2) помогает определить места для контрмер (рис. 3). В правой части диаграммы представлена модель CyROI, разработанная на предыдущем этапе. Левая часть диаграммы представляет собой причинно-следственную сеть, где конечный узел представляет собой конечный риск, верхние узлы представляют наиболее достоверные факторы риска (C_j) и условия для достижения целей злоумышленника, а нижние узлы являются начальными наборами кибератак.

Для построения структурной причинно-следственной сети применяется анализ дерева отказов (FTA) [15]. Его преимуществом является возможность найти набор минимальных сокращений, относящийся к комбинации минимальных факторов риска, возникновение которых приведет к конечному риску [15]. Расчет вероятности конечного риска зависит от вероятностей факторов риска. Это можно определить с помощью построения байесовской сети по формуле:

$$P(C_1 \dots C_M) = \prod_{j=1}^M P(C_j / pa(C_j)),$$

где M – количество факторов риска; $P(C_1 \dots C_M)$ – совместное распределение вероятностей всех факторов риска и $P(C_j / pa(C_j))$ – условная вероятность j -го фактора риска с учетом факторов C_j .

Для нижнего (предшествующего) фактора риска в дереве определяется функция распределения вероятностей. В редких случаях имеются данные достаточной глубины и продолжительности (3-5 лет), и есть ожидания, что эти угрозы повторятся в будущем. В этом случае для выбора распределения, наилучшим образом описывающего полученные данные, применяется метод подгонки распределения [2]. Наиболее часто, в этом случае, применяются распределения Пуассона, Вейбулла, логнормальные распределения или распределения из теории экстремальных значений.

В большинстве случаев внутренняя информация о прошлых киберсобытиях очень ограничена. Также могут быть использованы данные авторитетных источников (таких как Cybersecurity Ventures, Kaspersky Lab, Verizon, Symantec и другие), конференций, подрядчиков, поставщиков, клиентов или коллег. В этом случае используется микромортный подход [2] и применяется бета-распределение вероятностей [12].

$$P(X/\alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)},$$

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 t^{\alpha-1} (1-t)^{\beta-1} dt,$$

где α – количество признаков, в которых характеристики киберугрозы были обнаружены в рассматриваемый период, β – количество признаков, в которых киберугрозы не были обнаружены в рассматриваемый период.

В ситуации «атаки нулевого дня», когда обнаружена новая уязвимость и отсутствуют данные, распределение вероятностей определяется экспертными методами. В этом случае применяется распределение PERT:

$$P(X/a, b, c) = \frac{(x-a)^{\alpha-1} (c-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)(c-a)^{\alpha+\beta-1}},$$

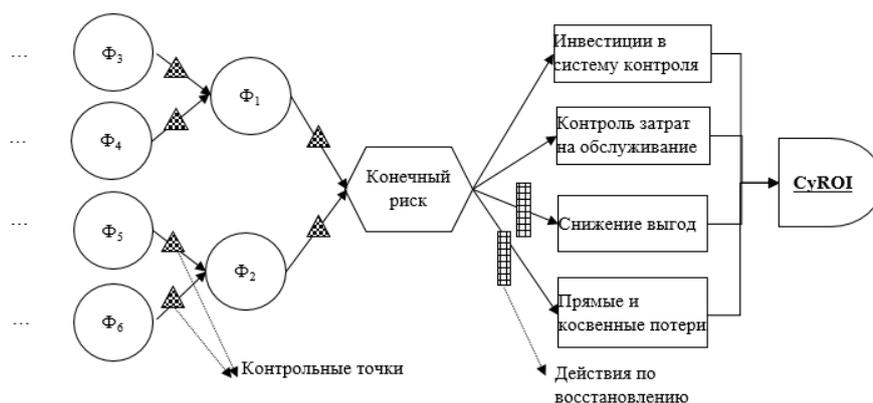


Рис. 3. Диаграмма формирования взаимосвязей факторов риска с конечным результатом с использованием метода «галстук-бабочка»

Fig. 3. Formation diagram of the relationships between risk factors and the result using the "bow tie" method

Источник. Составлено по [22, 23]

$$\alpha = \frac{4b + c - 5a}{c - a},$$

$$\beta = \frac{5c - a - 4b}{c - a},$$

где a, b, c – минимальные (a), наиболее вероятные (b) и максимальные (c) значения, которые могут принимать вероятности.

В случае «атаки нулевого дня» для расчета шансов (a, b, c) «дочернего» фактора риска в дереве с учетом экспертных оценок условных шансов, применяется подход логарифмического отношения шансов (LOR) [12]. LOR не чувствителен к размеру выборки, обеспечивает хорошую интерпретацию переменных и позволяет «суммировать» влияние независимых различных условий на вероятность.

На следующем этапе в дерево добавляются существующие и новые критические элементы управления кибербезопасностью и разрабатываются распределения вероятностей каждого сбой управления. В случае правильной статистики или треугольного распределения, параметры которого оцениваются экспертами (при отсутствии статистики), распределение Бернулли [12] является наиболее распространенным в этом случае.

На последнем этапе следует установить корреляции между конечными рисками. Они рассчитываются на основе прошлых статистических данных (если таковые имеются) или оцениваются экспертами.

Как только моделирование вероятностных распределений факторов риска завершено и корреляции между конечными рисками определены и смоделированы, моделирование методом Монте-Карло выполняется с помощью генератора псевдослучайных чисел (количество имитаций варьируется от 1000 до 10000 раз). Это моделирование основано на вероятностях и влиянии факторов риска после расчета распределения киберпотерь, таких как:

$$CL_e = P_e * I_e,$$

где CL_e – смоделированные киберпотери, P_e, I_e – смоделированная апостериорная вероятность и влияние риска. После моделирования киберпотерь, моделируется доверительный интервал CyROI в соответствии с моделью, построенной на предыдущем шаге.

Моделирование может быть выполнено в MS Excel с установленным механизмом моделирования @Risk. Результатом моделирования является (1) диапазон возможных значений заданных рисков CyROI; и (2) описательная статистика CyROI (среднее значение, медиана (квантили), дисперсия и стандартное отклонение, мода, доверительные интервалы) и т. д.

Анализ результата включает оценку (1) ожидаемого отклонения CyROI от запланированного ROI; (2) наиболее вероятного значения CyROI; (3) какие конечные риски и факторы риска в наибольшей степени способствовали отклонению результата. Если нижняя граница δ -доверительного интервала CyROI ниже $CyROI_R$, то возможные киберпотери неприемлемы для компании, и проект Интернета вещей следует прекратить или отправить обратно для доработки и устранения узких мест. Если нижняя граница γ -доверительного интервала CyROI выше $CyROI_R$, но ниже $CyROI_T$, то возможные киберпотери превышают уровень, который компания готова нести. Следует ввести дополнительные процедуры контроля, повысить надежность существующего контроля и принять меры по устранению уязвимостей. После принятия этих мер, моделирование методом Монте-Карло выполняется снова, чтобы убедиться, что диапазон возможных значений CyROI находится в пределах границ риска.

Кроме того, анализ результатов помогает определить: (1) какие резервы следует сохранить в случае реализации неблагоприятных сценариев; (2) на каких ключевых областях риска следует сосредоточить внимание главного сотрудника по информационной безопасности (CISO); (3) каковы наиболее оптимистичные и пессимистичные показатели рентабельности инвестиций; и (4) какие планы необходимо разработать на случай непредвиденных обстоятельств при реализации наихудших сценариев.

Таблица 2. Преимущества разработанного подхода перед аналогичными
Table 2. Advantages of the approach over its peers

| Сравниваемый подход | Разработанный подход |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Качественная оценка рисков (OCTAVE, TARA) или точечные оценки среднего риска (FMEA или карты рисков). Риски описываются с использованием допущений фиксированной стоимости | Система количественной оценки рисков. Факторы риска описываются распределениями вероятностей. Генерирует доверительный интервал значений CyROI на основе большого числа сценариев |
| Оценка производится только потенциальных убытков от киберрисков без перевода их воздействия на цели проекта | Прогнозирует вероятность достижения целевого ROI проекта с учетом киберрисков |
| Слабый анализ влияния каждого фактора риска на возможные отклонения ROI | Показывает влияние каждого фактора риска на потенциальные отклонения от CyROI |
| Ограниченное количество сценариев | Моделирование методом Монте-Карло большого числа сценариев |
| Не предусматривает шансы выйти за рамки риск-аппетита | Предусматривает шансы выйти за рамки риск-аппетита и толерантности к риску |
| Трудности расчета совокупных рисков | Вычисляет агрегированные риски с учетом корреляций между рисками |
| Слабая координация и интеграция процедур оценки рисков и других бизнес-процессов | Интегрирует и координирует все процессы, мероприятия и инструменты оценки киберрисков в рамках риск-контроллинга |
| Не предусматривает вероятности отказов управления | Предусматривает моделирование вероятности сбоев управления |
| Требуются данные достаточной глубины и продолжительности для количественной оценки вероятностей | Применяется микромортный подход, позволяющий количественно оценивать вероятности с помощью нескольких точек данных |
| Предоставляются только инструменты и методы оценки рисков без целостной структуры (CyVAR, карты рисков и регистры) | Обеспечивает целостный подход, начиная от выявления рисков и заканчивая устранением рисков |
| Представлен только процесс управления рисками без инструментов и методов (ISO 27000 или NIST) | Включает целый перечень инструментов и методов оценки рисков |

Источник. Составлено авторами



Таким образом, разработанный авторами подход к оценке киберрисков имеет несколько важных преимуществ перед своими аналогами, такими как RMM, OCTAVE или CyVAR (табл. 2).

По результатам проведенного сравнительного анализа, предложенный подход к оценке киберрисков обладает большей гибкостью и вариативностью, обеспечивает целостный подход, позволяет рассчитывать эффект взаимодополняющих рисков, а также оценивать влияние каждого риска в отдельности на отклонения эффективности инвестиций в развитие Интернета вещей.

Заключение

В рамках данного исследования был разработан подход к оценке киберрисков для проектов Интернета вещей (IoT) для решения проблемы снижения эффективности существующих структур в этой области. Подход имеет преимущества перед существующими аналогами. Он обеспечивает целостную основу для оценки киберрисков; объединяет и координирует все связанные с этим действия. Он содержит эффективные инструменты и методы, позволяющие количественно оценивать киберриски, анализировать их влияние на цель проекта, выстраивать распределение рентабельности инвестиций проекта с учетом рисков и анализировать шансы выхода за рамки склонности к риску. Эти преимущества делают оценку киберрисков динамичной, повторяющейся, реагирующей на изменения в киберсреде и появление новых угроз. Таким образом, проведенное исследование позволило получить следующие основные результаты:

1. Выявлено влияние кибератак на рентабельность IoT-проектов и определено, что с повышением сложности проекта Интернета вещей, может увеличиваться разрыв между реальной и целевой рентабельностью инвестиций;

2. Авторами разработан показатель Cyber ROI (CyROI), позволяющий отразить киберриски и измерить эффективность инвестиций в развитие Интернета вещей с учетом киберпреступности и связанных с ним мер контроля.

3. Далее был разработан подход к оценке киберрисков для проектов Интернета вещей, основанного на принципах риск-контроллинга и включающий этапы (1) выявления рисков; (2) моделирования деревьев рисков; (3) оценки рисков и анализа результатов;

4. Представлена подробная структурно-логическая схема разработанного подхода и рассмотрены примеры компонентов CyROI для системы прогнозного технического обслуживания;

5. Рассмотрены возможности применения к риск-анализу байесовской сети, микромортного подхода, бета-распределения вероятностей, метода Монте-Карло и PERT-распределения.

6. Выявлены основные преимущества подхода к оценке киберрисков перед аналогичными подходами: инструмент обладает большей гибкостью, учитывает корреляции между рисками, позволяет оценить влияние каждого фактора риска на CyROI и рассчитывать большое количество сценариев.

Направления дальнейших исследований

В качестве направлений дальнейших исследований планируется разработка инструментов, таких как (1) подбор соответствующих распределений вероятностей для различных типов киберрисков по имеющимся данным; (2) совершенствование моделей выявления векторов атак и оценки уязвимостей; и (3) разработка передовых моделей калибровки экспертного мнения и оценки вероятностей рисков. Они также включают разработку ключевых индикаторов риска для дальнейшего одновременного контроля рисков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Deloitte Inside. The internet of things. A technical primer. Deloitte. 2018. URL: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/internet-of-things/technical-primer.html>, (accessed: 2019.02.03).
2. Глухов В.В. Экономика и менеджмент в инфокоммуникациях: Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / В.В. Глухов, Е. Балашова. – Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 272 с. – ISBN: 978-5-459-00967-5
3. Radanliev P., De Roure D.C., Nicolescu R., Huth M., Montalvo R.M., Cannday S., Burnap P. Future developments in cyber risk assessment for the internet of things. *Computers in Industry* 102, 14–22 (2018).
4. Ralston P.A.S., Graham J.H., Hieb J.L. Cyber security risk assessment for SCADA and DCS networks. *ISA Transactions* 46, 583–594 (2007).
5. Cherdantseva Y., Burnap P., Blyth A., Eden P., Jones K., Soulsby H., Stoddart K. A review of cyber security risk assessment methods for SCADA systems. *Computers & Security* 56, 1–27 (2016).
6. Abomhara M., Koien G. Cyber security and internet of things: vulnerabilities, threats, intruders and attacks. *Journal of Cyber Security* 4, 65–68 (2015).
7. Nurse S., Greese S., De Roure D.C. Security risk assessment in internet of things systems, *IT Professional* 19(5), 20–26 (2017).
8. Гришунин С.В., Муханова Н.В., Сулоева С.Б. Разработка концепции риск-контроллинга для промышленного предприятия // Организатор производства. 2018. Т. 26. № 1. С. 45–56. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-45-56
9. Filko S., Filko I. Risk controlling of information security. Accounting, analysis and audit: theoretical and practical problems, *SSAU* 16, 123–127 (2016).
10. Caralli R., Stevens J., Young L., Wilson W. Introducing OCTAVE: improving the information security risk assessment process. *Hanscom AFB, MA* (2007).
11. Wynn J., Whitmore G., Upton L., Spriggs D., McKinnon R., McInnes R., Graubart L., Clausen J. Threat assessment and remediation analysis (TARA) methodology. *Bedford, MA* (2011).
12. Hubbard D., Seiersen R. How to measure anything in cybersecurity risk. *Wiley, NJ* (2016).
13. Thomas P., Bickel J., Bratvold R. The Risk of Using Risk Matrices. *SPE economics and management* 6, 56–66 (2013).
14. Гришунин С.В. Разработка механизма качественной оценки рисков в стратегическом контроллинге // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 2. С. 64–74. DOI: 10.18721/JE.10206
15. Gusmao A., Poletto T., Silva M., Silva L. Cybersecurity risk analysis model using fault tree analysis and fuzzy decision theory. *International Journal of Information Management* 43 (6), 248–260 (2018).
16. ISO/IEC 27005:2013. Information technology – security techniques – information security risk management. *International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission*, (2005).
17. Framework for improving critical infrastructure cybersecurity. *National Institute of Standards and Technology* (2018).
18. Grishunin S., Suloeva S., Nekrasova T. Development of the mechanism of risk-adjusted scheduling and cost budgeting of R&D projects in telecommunications. In: Galinina O., Andreev S., Koucheryavy Y. (eds) *NEW2AN ruSMART 2018, LNCS*, vol. 11118, pp. 456–470. Springer, Heidelberg (2018).
19. Antonucci D. The cyber risk handbook: creating and measuring effective cyber-security capabilities. *Wiley Finance, NJ* (2017).
20. Abie H., Balashingham I. Risk-based adaptive security for smart IoT in e-health. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Body Area Networks*, Oslo, pp. 269–275 (2002).
21. Kotenko I., Chechulin A. A cyber attack modeling and impact assessment framework. In: *5th International Conference on Cyber Conflict Proceedings*, pp. 1–24. IEEE, Tallinn (2013).
22. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2012. 124 с.
23. Burova, E., Grishunin, S., Suloeva, S. (2021). Development of a system-synergetic approach to cost management for a high-tech industrial enterprise. *Sustainable Development and Engineering Economics* 1, 2.



REFERENCES

1. Deloitte Inside. The internet of things. A technical primer. Deloitte. 2018. URL:<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/internet-of-things/technical-primer.html>, (accessed 2019.02.03).
2. **V. Glukhov, E. Balashova**, Economics and management in info-communication: Tutorial. Piter, SPb (2012).
3. **P. Radanliev, D.C. De Roure, R. Nicolescu, M. Huth, R.M. Montalvo, S. Cannday, P. Burnap**, Future developments in cyber risk assessment for the internet of things. *Computers in Industry* 102, 14–22 (2018).
4. **P.A.S. Ralston, J.H. Graham, J.L. Hieb**, Cyber security risk assessment for SCADA and DCS networks. *ISA Transactions* 46, 583–594 (2007).
5. **Y. Cherdantseva, P. Burnap, A. Blyth, P. Eden, K. Jones, H. Soulsby, K. Stoddart**, A review of cyber security risk assessment methods for SCADA systems. *Computers & Security* 56, 1–27 (2016).
6. **M. Abomhara, G. Koien**, Cyber security and internet of things: vulnerabilities, threats, intruders and attacks. *Journal of Cyber Security* 4, 65–68 (2015).
7. **S. Nurse, S. Greese, D.C. De Roure**, Security risk assessment in internet of things systems, *IT Professional* 19(5), 20–26 (2017).
8. **S. Grishunin, N. Mukhanova, S. Suloeva**, Development of concept of risk controlling for industrial enterprise. *Organizer of Production* 26 (1), 45–46 (2018).
9. **S. Filko, I. Filko**, Risk controlling of information security. Accounting, analysis and audit: theoretical and practical problems, *SSAU* 16, 123–127 (2016).
10. **R. Caralli, J. Stevens, L. Young, W. Wilson**, Introducing OCTAVE: improving the information security risk assessment process. *Hanscom AFB, MA* (2007).
11. **J. Wynn, G. Whitmore, L. Upton, D. Spriggs, R. McKinnon, R. McInnes, L. Graubart, J. Clausen**, Threat assessment and remediation analysis (TARA) methodology. *Bedford, MA* (2011).
12. **D. Hubbard, R. Seierson**, How to measure anything in cybersecurity risk. *Wiley, NJ* (2016).
13. **P. Thomas, J. Bickel, R. Bratvold**, The Risk of Using Risk Matrices. *SPE economics and management* 6, 56–66 (2013).
14. **S. Grichounine**, Developing the mechanism of qualitative risk assessment in strategic controlling. *SPbSPU Journal. Economics* 10 (2), 64–74 (2017).
15. **A. Gusmao, T. Poletto, M. Silva, L. Silva**, Cybersecurity risk analysis model using fault tree analysis and fuzzy decision theory. *International Journal of Information Management* 43 (6), 248–260 (2018).
16. ISO/IEC 27005:2013. Information technology – security techniques – information security risk management. International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission, (2005).
17. Framework for improving critical infrastructure cybersecurity. National Institute of Standards and Technology (2018).
18. **S. Grishunin, S. Suloeva, T. Nekrasova**, Development of the mechanism of risk-adjusted scheduling and cost budgeting of R&D projects in telecommunications. In: Galinina O., Andreev S., Koucheryavy Y. (eds) *NEW2AN ruSMART 2018, LNCS*, vol. 11118, pp. 456–470. Springer, Heidelberg (2018).
19. **D. Antonucci**, The cyber risk handbook: creating and measuring effective cyber-security capabilities. *Wiley Finance, NJ* (2017).
20. **H. Abie, I. Balashingham**, Risk-based adaptive security for smart IoT in e-health. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Body Area Networks, Oslo*, pp. 269–275 (2002).
21. **I. Kotenko, A. Chechulin**, A cyber attack modeling and impact assessment framework. In: *5th International Conference on Cyber Conflict Proceedings*, pp. 1–24. IEEE, Tallinn (2013).
22. GOST R ISO/IEC 31010-2011. Risk management. Methods of risk assessment. – M.: Standartinform, 2012. 124 p.
23. **E. Burova, S. Grishunin, S. Suloeva**, (2021). Development of a system-synergetic approach to cost management for a high-tech industrial enterprise. *Sustainable Development and Engineering Economics* 1, 2.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

ГРИШУНИН Сергей Вадимович

E-mail: sg279sg279@gmail.com

GRISHUNIN Sergei V.

E-mail: sg279sg279@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5563-5773>

ПИЩАЛКИНА Илона Юрьевна

E-mail: eskelinen.ilona@gmail.com

PISHCHALKINA Ilona Yu.

E-mail: eskelinen.ilona@gmail.com

СУЛОЕВА Светлана Борисовна

E-mail: suloeva_sb@mail.ru

SULOEVA Svetlana B.

E-mail: suloeva_sb@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6873-3006>

Статья поступила в редакцию 15.10.2021; одобрена после рецензирования 17.12.2021; принята к публикации 17.12.2021.

The article was submitted 15.10.2021; approved after reviewing 17.12.2021; accepted for publication 17.12.2021.

Научная статья

УДК 519.872.2

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14609>

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЕРВИСНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОДУКТОВ ЭКВАЙРИНГА В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ANYLOGIC

О.И. Долгова , С.В. Крюков 

Южный федеральный университет,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

 oldolgoва@sfedu.ru

Аннотация. Одним из самых востребованных и быстро развивающихся направлений создания моделей социально-экономических систем является имитационное моделирование. В последние годы имитационное моделирование получило «второе дыхание» с появлением новых программных продуктов, обладающих целым рядом новых достоинств, таких как дружеский интерфейс, анимация, интерактивный режим, использование в рамках одной модели нескольких разных подходов к имитационному моделированию. Цель исследования заключалась в проверке возможности и целесообразности применения программного продукта Anylogic для разработки имитационных моделей бизнес-процессов банковского учреждения. В исследовании были использованы методы имитационного моделирования, основанные на принципах системной динамики, дискретно-событийном и агентном подходах. Разработана модель деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга отделения банка в программной среде Anylogic на основе комплексного использования методов дискретно-событийного и агентного подходов. Разработана модель бизнес-процессов управления торгового эквайринга банковского учреждения в программной среде AnyLogic на основе методов системной динамики. Обе модели прошли апробацию на материалах деятельности подразделений ПАО Сбербанк. Разработанные модели являются универсальными и могут быть адаптированы для анализа бизнес-процессов в любом банковском учреждении. Проведенное исследование показало возможности и преимущества применения имитационного моделирования для анализа и совершенствования бизнес-процессов в банковском учреждении. Дополнительный положительный эффект в ходе имитационного моделирования был получен в результате использования уникальных возможностей программной среды Anylogic, позволяющей в рамках одной модели использовать в разном сочетании методы, основанные на системной динамике, дискретно-событийном и агентном подходах. Направления дальнейших исследований: создание комплексных имитационных моделей для высшего, среднего и низшего уровней управления банковским учреждением; расширение и углубление структуры разработанных моделей с добавлением новых видов операций, например, операции с валютой, открытие вклада, денежные переводы и др.; совершенствование интерфейса модели и добавление новых средств визуализации данных.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, моделирование бизнес-процессов, система массового обслуживания, эквайринг, Anylogic

Для цитирования: Долгова О.И., Крюков С.В. Имитационное моделирование бизнес-процессов сервисной поддержки продуктов эквайринга в программной среде Anylogic // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 6. С. 117–133. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14609>

Эта статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientific article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14609>

SIMULATION OF BUSINESS PROCESSES OF SERVICE SUPPORT OF ACQUIRING PRODUCTS IN THE ANYLOGIC SOFTWARE ENVIRONMENT

O.I. Dolgova  , **S.V. Kryukov** Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation oldolgova@sfedu.ru

Abstract. Simulation modeling is one of the most popular and rapidly developing areas of creating models of socio-economic systems. In recent years, simulation has received a “second wind” with the emergence of new software products that have a number of new advantages, such as user-friendly interface, animation, interactive mode, the use of several different approaches to simulation within one model. The purpose of the study was to test the possibility and feasibility of using the AnyLogic software product to simulate business processes of a banking institution. The study used simulation methods based on the principles of system dynamics, discrete-event and agent-based approaches. Two models were developed in the AnyLogic software environment. The first model of the activity of the department for service support of acquiring products of a bank branch was developed on the basis of the complex use of methods of discrete-event and agent-based approaches. The second model of business processes for managing the merchant acquiring of a banking institution is based on the methods of system dynamics. Both models were tested on the materials of the activities of Sberbank’s divisions. The developed models are universal and can be adapted for analyzing business processes in any banking institution. The study showed the possibilities and advantages of using simulation modeling to analyze and improve business processes in a banking institution. An additional positive effect in the course of simulation was obtained as a result of using the unique capabilities of the AnyLogic software environment, which makes it possible to use methods based on system dynamics, discrete-event and agent-based approaches in different combinations within one model. Areas of further research: creation of complex simulation models for the higher, middle and lower levels of management of a banking institution; expanding and deepening the structure of the developed models with the addition of new types of transactions, for example, currency transactions, opening a deposit, money transfers, etc.; improving the model interface and adding new data visualization tools.

Keywords: Simulation, business process modeling, queuing system, acquiring, Anylogic

Citation: O.I. Dolgova, S.V. Kryukov, Simulation of business processes of service support of acquiring products in the AnyLogic software environment, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (6) (2021) 117–133. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14609>

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

В современных условиях высокой волатильности как в мировой экономике, так и в экономике России для любой социально-экономической системы (каковой является любое банковское учреждение) неременным условием не только развития, но даже выживания является регулярное использование современных информационно-аналитических инструментов [8–9, 13, 15–16].

Зачастую проведение экспериментов на реальном объекте невозможно и по экономическим и по техническим причинам. Отсюда обращение специалистов к различным методам создания моделей реальных социально-экономических объектов [14].

Одним из самых востребованных и быстро развивающихся направлений создания моделей социально-экономических систем является имитационное моделирование [24–26]. В последние годы имитационное моделирование получило «второе дыхание» с появлением новых программ-



ных продуктов, обладающих целым рядом новых достоинств, таких как дружелюбный интерфейс, анимация, интерактивный режим, использование в рамках одной модели нескольких разных подходов к имитационному моделированию.

Социально-экономические системы, особенностью которых является обслуживание большого количества клиентов, являются системами массового обслуживания (СМО). Создавать такие системы и обеспечивать их эффективную работу также практически невозможно без использования модельного инструментария.

Если в целом по тематике имитационного моделирования и разработки моделей СМО есть довольно много публикаций [20–23], то вопросам применения модельного инструментария для совершенствования сервисного обслуживания в банковском учреждении посвящено не так много исследований [1, 6].

Опубликовано довольно большое количество работ, посвященных имитационному моделированию в программной среде Anylogic. Например, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Ю.Г. Исаева, Г.Р. Аляутдинова сравнили результаты имитационного моделирования систем массового обслуживания в различных программных средах: Anylogic, Arena, Bizagi modeler, GPSS W [19], Ю.Г. Карпов рассмотрел современные парадигмы имитационного моделирования в среде Anylogic [10], а В.Д. Боев сделал выводы об адекватности применения систем имитационного моделирования GPSS World и Anylogic на примере модели функционирования грузового терминала [2, 3].

В.В. Юданова изучила возможности применения имитационного моделирования для исследования экономических объектов и оптимизации их бизнес-процессов, практическая часть ее исследования была реализована в программной среде Anylogic [18], Е.В. Кислицын исследовал при помощи структуру кредитного рейтинга и при помощи дискретно-событийного моделирования в AnyLogic разработал имитационную модель демонстрирующую логику процесса обработки обращений клиентов за выдачей кредита (кредитного скоринга) [11], а в работе Т.А. Бороненко и В.С. Федотовой были представлены возможности программной среды AnyLogic для моделирования работы системы СМО на примере банковского отделения [4]. Следует отметить, что для моделирования бизнес-процессов в банковской деятельности исследователи используют и другие программные продукты. Например, Шукина Н.А. описала возможности использования имитационного моделирования применительно к отделению банка как системы массового обслуживания в среде моделирования SimEvents [17].

Цель исследования

Цель исследования заключалась в проверке возможности и целесообразности применения программного продукта Anylogic для разработки имитационных моделей бизнес-процессов банковского учреждения.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) рассмотреть сущность, этапы, области применения и виды имитационного моделирования;
- 2) выявить особенности применения имитационного моделирования в банковской сфере;
- 3) разработать и апробировать модель деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга отделения банка в программной среде Anylogic;
- 4) разработать и апробировать модель бизнес-процессов управления торгового эквайринга банковского учреждения в программной среде AnyLogic.

Объектом исследования являлось банковское учреждение. Предметом исследования – перспективы применения имитационного моделирования для совершенствования сервисного обслуживания в банковском учреждении.

Методика

В ходе исследования применялись методы имитационного моделирования, апробация разработанных моделей базировалась на фактических материалах и документах финансовой отчетности одного из отделений ПАО Сбербанк, а также на материалах авторского экономико-социологического исследования.

Метод в имитационном моделировании – это некая основа, используемая для «перевода» системы из реального мира в мир моделей. На сегодняшний день выделяют три основных метода имитационного моделирования:

- 1) системная динамика;
- 2) дискретно-событийное моделирование;
- 3) агентное моделирование.

При помощи метода системной динамики можно моделировать сложные системы на высоком уровне абстракции, не принимая в расчет мелкие детали, такие как индивидуальные свойства отдельных событий, продуктов или людей. Подобные модели дают возможность получить общее представление о системе и хорошо подходят для стратегического планирования и управления¹.

Для низкого и среднего уровня абстракции одним из наиболее подходящих видов моделирования является дискретно-событийное моделирование. В данном виде моделей каждому отдельному событию соответствует определенный дискретный момент времени. При подобном подходе все заявки рассматриваются обезличено, то есть без учета их индивидуальных свойств. Предполагается, что все заявки – универсальны, поэтому их обработку осуществляют по единому алгоритму [7].

Агентное моделирование получило свое распространение относительно недавно (1990–2000 гг.). Это метод имитационного моделирования, применяемым для исследования децентрализованных систем, которые функционируют в соответствии не с глобальными правилами и законами (как в других подходах к моделированию), а наоборот, данные глобальные правила и законы представляют собой результат активности отдельных агентов [5].

В зависимости от объекта, агент может принадлежать любому уровню абстракции:

- высокому, если рассматриваемый агент, например, страна или регион,
- среднему, если агент, например, компания,
- низкому, если роль агента выполняет человек.

При использовании агентного моделирования модели строятся снизу-вверх, то есть зависимости между агрегированными величинами не задаются исследователем, а получаются в процессе моделирования поведения тысяч агентов, взаимодействующих друг с другом и с элементами окружающей среду.

В ходе исследования были проанализированы особенности применения имитационного моделирования в банковской сфере.

Основными целями любого коммерческого банка являются (наряду с получением прибыли):

- минимизация затрат при привлечении пассивов;
- минимизация рисков и максимизация прибыли при размещении активов.
- обеспечение ликвидности банка на протяжении всей его деятельности.

Данные цели иногда «вступают в конфликт» друг с другом. Например,

- максимизация прибыли конфликтует с минимизацией рисков;
- желаемый уровень прибыльности часто расходится с требованиями ликвидности;
- качество и скорость привлечения пассивов противоречат цели минимизации затрат.

Из-за этого задачи планирования и оптимизации банковской деятельности сопряжены с большими трудностями.



Обеспечение ликвидности напрямую взаимосвязано с размещением активов и привлечением пассивов, и достижение всех этих целей зависит от разного рода случайных компонент (например, уровня спроса на банковские услуги). Присутствие стохастических составляющих служит одной из причин, которые мешают построению простых моделей банковской деятельности.

В современных реалиях полагаться только на опыт и интуицию руководителей компании становится недостаточно, поэтому руководство банков чаще начинает прибегать к имитационному моделированию [12].

Проведение экспериментов над реально действующими банковскими процессами связано с большими рисками. Применение имитационных моделей помогает этого избежать. С их помощью можно вести учет факторов неопределенности (например, ценовой политики конкурентов, интенсивности потока заявок, колебания валютного курса и т.д.).

Но следует понимать, что имитационное моделирование дает возможность изучить только приблизительное поведение системы в заданных условиях, поскольку невозможно включить в модель абсолютно все факторы, оказывающие влияние на реальный объект. Кроме этого, в модели всегда присутствует фактор случайности.

Моделирование в банковской деятельности начали применять еще в 30-е годы XX века. Известные математические модели, разработанные для применения в банковской сфере [12]:

1. Теория денег и уровня цены (Ирвинг Фишер),
2. Портфельная теория Марковигца (Гарри Марковиц),
3. Модель банка Портера (Ричард Портер),
4. Модель оценки долгосрочных активов (Уильям Шарп),
5. Модель Кейна и Малкиела (Эдвард Кейн и Бёртон Малкиел),
6. Модель Сили (Уильям Сили),
7. Комплексная имитационная модель банка (Михаил Чернов),
8. Двухступенчатая оптимизационная модель управления ресурсами банка (Татьяна Карабанова),
9. Двухэтапная модель математического программирования для решения задачи оптимального управления финансовым портфелем коммерческого банка (Александр Морозов).

Поскольку любое банковское учреждение работает с большим количеством клиентов (как физических, так и юридических лиц), большую часть банковских процессов можно отобразить при помощи имитационной модели класса СМО.

Результаты и обсуждение

Была проанализирована деятельность отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга, а также управления торгового эквайринга ПАО Сбербанк. Разработаны и апробированы две имитационные модели в программной среде AnyLogic:

1. имитационная модель деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга класса СМО (на основе дискретно-событийного и агентного методов).
2. модель управления торговым эквайрингом (на основе метода системной динамики).

Первая модель позволяет анализировать, как на эффективность деятельности банковского учреждения будет влиять количество сотрудников соответствующего подразделения банка (рис. 1). В самой модели можно изменять такие параметры, как среднее время обслуживания клиентов, как долго клиент согласен ожидать консультации со специалистом, а также время установки терминала эквайринга.

Использование анимации при работе с имитационной моделью позволяет видеть, как с течением времени среди правильно работающих терминалов (зелёные круги) будет появляться терминалы, у которых снизились обороты (круги становятся красными).

Менеджеры по сервисной поддержке продуктов эквайринга будут в порядке очереди заниматься установлением причин снижения оборотов: клиенту не нужен терминал – и он разрывает

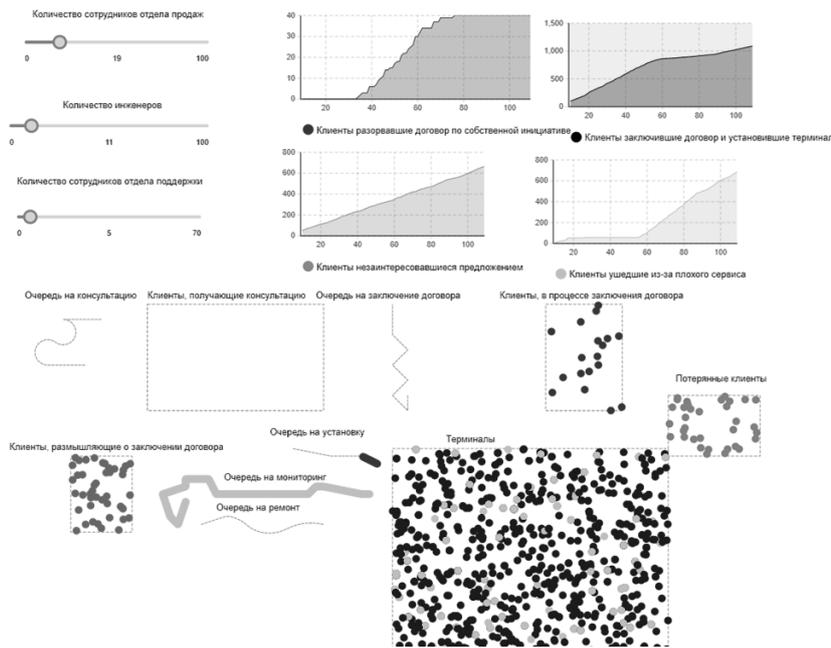


Рис. 1. Интерфейс модели деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга
 Fig. 1. Interface of the model of the service support department of acquiring products

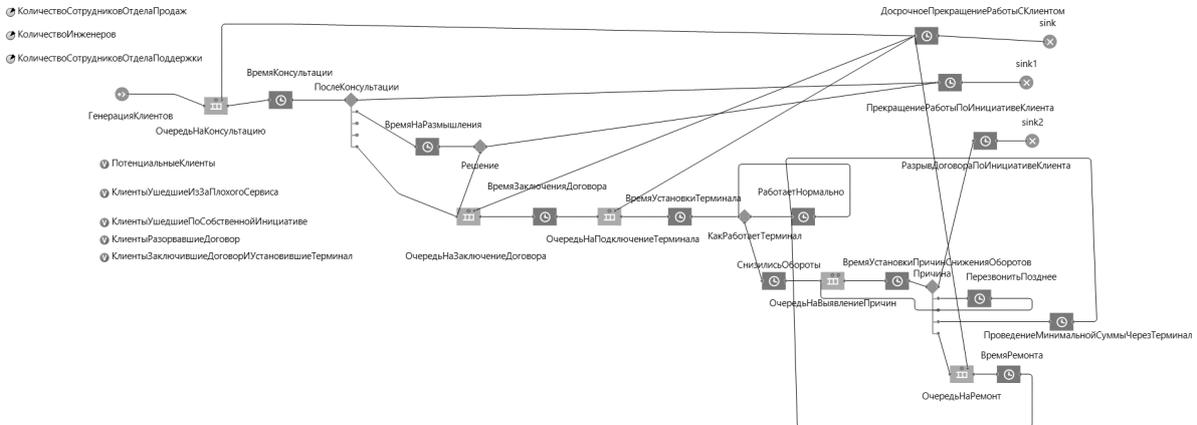


Рис. 2. Модель деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга
 Fig. 2. Model of activity of the department for service support of acquiring products

договор, клиенту нужен терминал — поэтому он проводит по нему минимальную сумму, требующуюся для корректной работы, терминал не работает и нуждается в ремонте. Отремонтированные терминалы и те, по которым были проведены минимальные суммы, вновь начинают стабильно работать (соответствующие круги становятся снова зелеными). Потенциальные и уже заключившие договор клиенты также могут отображаться цветными кругами.

Структура модели представлена на рис. 2. В данном варианте модели на одного клиента приходится один терминал, однако, модель можно масштабировать, добавив параметр «вероятность с какой частотой клиент будет заключать договор на несколько терминалов».

Пояснения к элементам модели представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Функционально назначение элементов модели деятельности
отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга**
**Table 1. Functional purpose of the elements
of the acquiring products service support department activity model**

| Имя элемента | Функциональное назначение элемента |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Агенты | |
| sink | Уничтожает агентов класса клиент для вывода их из клиентской базы отдела которые разорвали договор или отказались от его заключения из-за плохого сервиса (больших временных задержек) |
| sink1 | Уничтожает потенциальных агентов класса клиент для вывода их из клиентской базы отдела по инициативе клиента, не зависящей от временных задержек сервиса |
| sink2 | Уничтожает агентов класса клиент для вывода их из клиентской базы отдела по инициативе клиента, не зависящей от временных задержек сервиса |
| Время Заключения Договора | Задерживает клиента на период времени необходимый для заключения договора, количество одновременно обслуживаемых клиентов не может превышать Количество Сотрудников Отдела Продаж |
| Время Консультации | Задерживает клиента и сотрудника отдела продаж на период времени необходимый для консультации по предложению эквайринга, количество одновременно обслуживаемых клиентов не может превышать Количество Сотрудников Отдела Продаж |
| Время На Размышления | Задерживает клиента на период времени необходимый для принятия решения заключать договор или нет |
| Время Ремонта | Задерживает клиента на период времени необходимый для осуществления ремонта, количество одновременно обслуживаемых клиентов не может превышать Количество Инженеров |
| Время Установки Причин Снижения Оборотов | Задерживает клиента на период времени необходимый для выявления причин снижения оборота по его терминалу, количество одновременно обслуживаемых клиентов не может превышать Количество Сотрудников Отдела Поддержки |
| Время Установки Терминала | Задерживает клиента на период времени необходимый для установки терминала, количество одновременно обслуживаемых клиентов не может превышать Количество Инженеров |
| Генерация Клиентов | Создает с заданной интенсивностью потенциальных клиентов, которые хотят получить консультацию по услугам эквайринга |
| Досрочное Прекращение Работы С Клиентом | Имитирует задержку во времени необходимую для удаления человека из списков потенциальных или реальных клиентов, которые разорвали договор или отказались от его заключения из-за плохого сервиса (больших временных задержек) |
| Как Работает Терминал | Служит развилкой для разделения возможных состояний терминалов эквайринга |
| Очередь На Выявление Причин | Необходимо для задержания агентов, на которых не хватило сотрудников отдела поддержки, и они вынуждены ждать своей очереди. При превышении времени ожидания заданного таймаута агенты выходят из очереди переходя в блок Досрочное Прекращение Работы С Клиентом |
| Очередь На Заключение Договора | Необходимо для задержания агентов, на которых не хватило сотрудников отдела продаж, и они вынуждены ждать своей очереди. При превышении времени ожидания заданного таймаута агенты выходят из очереди переходя в блок Досрочное Прекращение Работы С Клиентом |
| Очередь На Консультацию | Необходимо для задержания агентов, на которых не хватило сотрудников отдела продаж, и они вынуждены ждать своей очереди. При превышении времени ожидания заданного таймаута агенты выходят из очереди переходя в блок Досрочное Прекращение Работы С Клиентом |
| Очередь На Подключение Терминала | Необходимо для задержания агентов, на которых не хватило инженеров, и они вынуждены ждать своей очереди. При превышении времени ожидания заданного таймаута агенты выходят из очереди переходя в блок Досрочное Прекращение Работы С Клиентом |
| Очередь На Ремонт | Необходимо для задержания агентов, на которых не хватило инженеров, и они вынуждены ждать своей очереди. При превышении времени ожидания заданного таймаута агенты выходят из очереди переходя в блок Досрочное Прекращение Работы С Клиентом |

Окончание таблицы 1

| Имя элемента | Функциональное назначение элемента |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перезвонить Позднее | Возвращает клиента в Очередь На Выявление Причин имитирует невозможность по каким-либо причинам связаться с клиентом и выяснить причину снижения оборотов |
| После Консультации | Служит развилкой для разделения потоков клиентов, совершающих разные действия после консультации |
| Прекращение Работы По Инициативе Клиента | Имитирует задержку во времени необходимую для удаления человека из списков потенциальных клиентов по его желанию |
| Причина | Служит развилкой для разделения потоков клиентов, имеющих разные причины снижения оборотов по терминалу |
| Проведение Минимальной Суммы Через Терминал | Имитирует проведение клиентом минимальной суммы через терминал, что возвращает данный терминал в статус нормально работающего |
| Работает Нормально | Имитирует период времени в течении, которого терминал работает в нормальном режиме |
| Разрыв Договора По Инициативе Клиента | Задерживает клиента на период времени необходимый для расторжения договора по инициативе клиента |
| Решение | Служит развилкой для разделения потоков клиентов, принявших разные решения после размышления о необходимости установки терминала эквайринга |
| Снизилась Обороты | Имитирует временную задержку между снижением оборотов по терминалу и обнаружением этого факта сотрудниками службы поддержки |
| Параметры | |
| Количество Инженеров | Дает возможность пользователю устанавливать количество инженеров, обслуживающих и устанавливающих терминалы |
| Количество Сотрудников Отдела Поддержки | Дает возможность пользователю устанавливать количество сотрудников отдела поддержки, занимающихся работой с обращениями клиентов |
| Количество Сотрудников Отдела Продаж | Дает возможность пользователю устанавливать количество сотрудников отдела продаж, занимающихся работой с потенциальными клиентами |
| Переменные | |
| Клиенты Заключившие Договор И Установившие Терминал | Служит для оперативного отслеживания количества клиентов, заключивших договор и установивших терминал |
| Клиенты Разорвавшие Договор | Служит для оперативного отслеживания количества клиентов, разорвавших договор |
| Клиенты Ушедшие Из За Плохого Сервиса | Служит для оперативного отслеживания количества клиентов, ушедших из-за плохого сервиса |
| Клиенты Ушедшие По Собственной Инициативе | Служит для оперативного отслеживания количества клиентов, ушедших по собственной инициативе |
| Потенциальные Клиенты | Служит для оперативного отслеживания количества потенциальных клиентов |

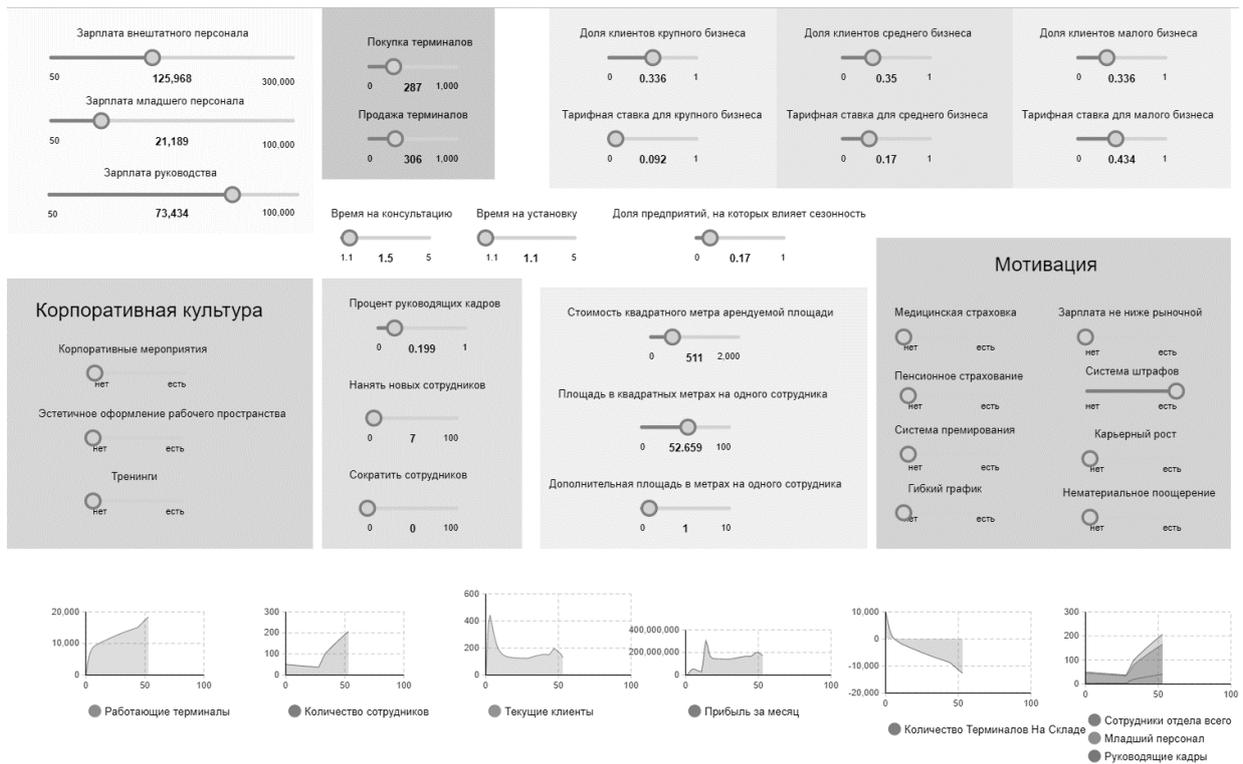


Рис. 3. Интерфейс модели деятельности управления торгового эквайринга
Fig. 3. Merchant Acquiring Management Activity Model Interface

В данном варианте имитационной модели заложено предположение, что клиенты банка будут отказываться долго ожидать своей очереди на обслуживание, поэтому будут покидать банк на разных этапах. Для отслеживания этого процесса в модель добавлен показатель, отражающий количество клиентов ушедших из-за плохого сервиса. После проведения консультации с потенциальными клиентами части из них потребуется время на размышление, по истечению которого часть клиентов примет решение воспользоваться предложением, а часть уйдет. Также в модели возможно настроить периодичность появления новых клиентов.

Данную модель можно расширять, усложнять, вводя новые показатели, совершенствовать интерфейс, и проверять с ее помощью различные гипотезы, связанные с оптимизацией деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга.

Вторая модель является более общей и позволяет оценить влияние на деятельность банковского учреждения таких факторов, как мотивация персонала, уровень корпоративной культуры, количество сотрудников и наличие доступных терминалов. При помощи большого количества параметров пользователь (сотрудник банковского учреждения) может через дружественный интерфейс с высокой степенью детализации настроить стратегию по управлению торговым эквайрингом (рис. 3).

В модели отображаются основные бизнес-процессы в управлении торгового эквайринга. Для удобства работы с моделью и дальнейшего ее совершенствования в модели выделено пять взаимосвязанных структурных блоков (рис. 4).

Пояснения к элементам модели представлены в табл. 2.

Блок 1. Приток и отток клиентов

В банк обращаются потенциальные клиенты, желающие подключить услугу эквайринга. Часть потенциальных клиентов по разным причинам прекращают сотрудничество с банком. На

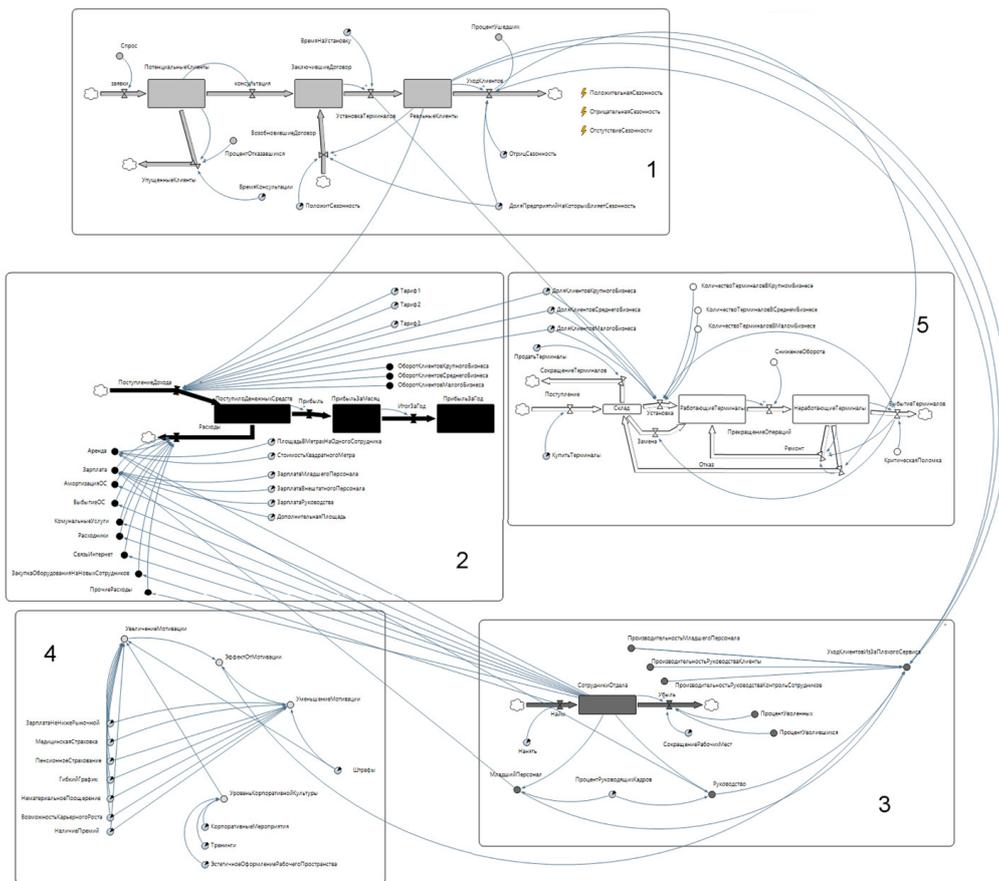


Рис. 4. Модель деятельности управления торгового эквайринга
 Fig. 4. Business model of merchant acquiring management

это влияет процент отказов от подписания договора как случайная компонента и время консультации (настраиваемый параметр). Чем дольше клиенту приходится ожидать своей очереди на консультацию, тем больше вероятность, что он откажется от услуг данного банка. Другая часть потенциальных клиентов заключают договор о предоставлении услуг эквайринга. Но в категорию реальных клиентов они переходят только после установки на предприятии терминала эквайринга. На это требуется определенное количество времени, которое может быть задано в рамках модели. Часть реальных клиентов уходят из-за личных причин (процент ушедших), а часть из-за плохого сервиса. Также на некоторый процент клиентов (может быть задано в модели) влияет фактор сезонности.

Блок 2. Доходы и расходы банка

На доходы от торгового эквайринга влияет количество реальных клиентов, оборот по терминалу у клиентов и процентная ставка тарифа для клиентов малого, среднего и крупного бизнеса. Кроме этого, при уменьшении численности сотрудников их оборудование продаётся и вырученные при этом средства относятся к доходам. К расходам относят: расходы на арендную плату, на амортизацию основных средств, на фонд оплаты труда, на замену выбывших основных средств, на расходные материалы, на оплату услуг связи и интернета, на закупку оборудования для новых сотрудников, а также прочие расходы.

Блок 3. Найм и увольнение сотрудников

В рамках модели можно изменять параметр, отвечающий за найм и увольнение сотрудников банка. На увольнение и уход сотрудников по собственному желанию влияют случайные компоненты. Количество сотрудников влияет на процент клиентов, отказавшихся от услуг банка из-за

Таблица 2. Основные редактируемые свойства элементов модели деятельности управления торгового эквайринга
Table 2. The main edited properties of the elements of the merchant acquiring management activity model

| Имя элемента | Основные редактируемые свойства |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Системная динамика | |
| Амортизация ОС | 150 * Сотрудники Отдела |
| Аренда | Сотрудники Отдела * (Площадь В Метрах На Одного Сотрудника + + Дополнительная Площадь) * Стоимость Квадратного Метра |
| Возобновившие Договор | Реальные Клиенты * Доля Предприятий На Которых Влияет Сезонность * Положит Сезонность |
| Выбытие ОС | 20 * Сотрудники Отдела |
| Выбытие Терминалов | Неработающие Терминалы * Критическая Поломка |
| Заключившие Договор | Возобновившие Договор + консультация – Установка Терминалов |
| Закупка Оборудования На Новых Сотрудников | 5000 * Найм |
| Замена | Выбытие Терминалов |
| Зарплата | Зарплата Младшего Персонала * Младший Персонал + + Зарплата Руководства * Руководство + Зарплата Внештатного Персонала |
| Итог За Год | Прибыль За Месяц |
| Количество Терминалов В Крупном Бизнесе | triangular (8, 30, 12) |
| Количество Терминалов В Малом Бизнесе | triangular (1, 3, 1) |
| Количество Терминалов В Среднем Бизнесе | triangular (2, 10, 4) |
| Комунальные Услуги | 500 * Сотрудники Отдела |
| Критическая Поломка | triangular (0.001, 0.005, 0.002) |
| Младший Персонал | Сотрудники Отдела * (1 Процент Руководящих Кадров) |
| Найм | Нанять |
| Неработающие Терминалы | Прекращение Операций – Выбытие Терминалов – Отказ – Ремонт |
| Оборот Клиентов Крупного Бизнеса | triangular (5000000, 30000000, 10000000) |
| Оборот Клиентов Малого Бизнеса | triangular (1000, 1000000, 2000000) |
| Оборот Клиентов Среднего Бизнеса | triangular (1000000, 5000000, 2500000) |
| Отказ | Уход Клиентов |
| Поступило Денежных Средств | Поступление Дохода – Прибыль – Расходы |
| Поступление | Купить Терминалы |
| Поступление Дохода | Реальные Клиенты * Доля Клиентов Крупного Бизнеса * (Оборот Клиентов Крупного Бизнеса * Тариф 1) + Реальные Клиенты * Доля Клиентов Среднего Бизнеса * * (Оборот Клиентов Среднего Бизнеса * Тариф 2) + Реальные Клиенты * * Доля Клиентов Малого Бизнеса * (Оборот Клиентов Малого Бизнеса * Тариф 3) |
| Потенциальные Клиенты | Заявки – Упущенные Клиенты – консультация |
| Прекращение Операций | Работающие Терминалы * Снижение Оборота |
| Прибыль | Поступило Денежных Средств |
| Прибыль За Год | Итог За Год |

Продолжение таблицы 2

| Имя элемента | Основные редактируемые свойства |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Прибыль За Месяц | Прибыль – Итог За Год |
| Производительность Младшего Персонала | triangular (150, 200, 160) |
| Производительность Руководства Клиенты | triangular (50, 80, 60) |
| Производительность Руководства Контроль Сотрудников | triangular (–0,05, 0,10) |
| Процент Отказавшихся | triangular (0.05, 0.15, 0.07) |
| Процент Уволенных | 0.0005 |
| Процент Уволившихся | 0.01 |
| Процент Ушедших | triangular (0.01, 0.05, 0.02) |
| Прочие Расходы | 200 * Сотрудники Отдела |
| Работающие Терминалы | Установка + Ремонт – Прекращение Операций |
| Расходники | 1200 * Сотрудники Отдела |
| Расходы | Аренда + Зарплата + Амортизация ОС + Выбытие ОС + Комунальные Услуги + Расходники + Связь Интернет + Закупка Оборудования На Новых Сотрудников + Прочие Расходы |
| Реальные Клиенты | Установка Терминалов – Уход Клиентов |
| Ремонт | Неработающие Терминалы – Отказ – Выбытие Терминалов |
| Руководство | Сотрудники Отдела * Процент Руководящих Кадров |
| Связь Интернет | 500 * Сотрудники Отдела |
| Склад | Поступление + Отказ – Замена – Сокращение Терминалов – Установка |
| Снижение Оборота | triangular (0.1, 0.25, 0.15) |
| Сокращение Терминалов | Продать Терминалы |
| Сотрудники Отдела | Найм – Убыль |
| Спрос | triangular (30, 40, 50) |
| Убыль | Сотрудники Отдела * (Процент Уволенных + Процент Уволившихся) + Сокращение Рабочих Мест |
| Увеличение Мотивации | $((1 - \text{Штрафы} + \text{Зарплата Не Ниже Рыночной} + \text{Возможность Карьерного Роста} + \text{Медицинская Страховка} + \text{Пенсионное Страхование} + \text{Гибкий График} + \text{Нематериальное Поощрение} + \text{Наличие Премий}) / 8.0 + \text{Уровень Корпоративной Культуры}) / 2.0$ |
| Уменьшение Мотивации | $((1 - \text{Зарплата Не Ниже Рыночной} + 1 - \text{Возможность Карьерного Роста} + 1 - \text{Медицинская Страховка} + 1 - \text{Пенсионное Страхование} + 1 - \text{Гибкий График} + 1 - \text{Нематериальное Поощрение} + 1 - \text{Наличие Премий}) + \text{Штрафы}) / 8.0 + 0.000000000000000001$ |
| Упущенные Клиенты | $(\text{Потенциальные Клиенты} * \text{Процент Отказавшихся}) * (\text{Время Консультации} - 0.5)$ |
| Уровень Корпоративной Культуры | $(\text{Корпоративные Мероприятия} + \text{Тренинги} + \text{Эстетичное Оформление Рабочего Пространства}) / 3.0$ |
| Установка | $\text{Выбытие Терминалов} + \text{Установка Терминалов} * \text{Доля Клиентов Крупного Бизнеса} * \text{Количество Терминалов В Крупном Бизнесе} + \text{Установка Терминалов} * \text{Доля Клиентов Среднего Бизнеса} * \text{Количество Терминалов В Среднем Бизнесе} + \text{Установка Терминалов} * \text{Доля Клиентов Малого Бизнеса} * \text{Количество Терминалов В Малом Бизнесе}$ |
| Установка Терминалов | $\text{Заклучившие Договор} / (\text{Время На Установку} - 0.5)$ |
| Уход Клиентов | $\text{Реальные Клиенты} * (\text{Процент Ушедших}) + (\text{Уход Клиентов Из За Плохого Сервиса} < 1 ? 0 : \text{Уход Клиентов Из За Плохого Сервиса}) + \text{Реальные Клиенты} * \text{Доля Предприятий На Которых Влияет Сезонность} * \text{Отриц Сезонность}$ |
| Уход Клиентов Из За Плохого Сервиса | $\text{Реальные Клиенты} / ((\text{Производительность Младшего Персонала} * \text{Младший Персонал}) * (1 + \text{Производительность Руководства Контроль Сотрудников}) + (\text{Производительность Руководства Клиенты} * \text{Руководство})) * (1 + \text{Эффект От Мотивации}))$ |



Окончание таблицы 2

| Имя элемента | Основные редактируемые свойства |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Эффект От Мотивации | Увеличение Мотивации – Уменьшение Мотивации |
| Заявки | Спрос |
| Консультация | Потенциальные Клиенты |
| События | |
| Отрицательная Сезонность | Интенсивность 6 в минуту; Отриц Сезонность = 1; Положит Сезонность = 0 |
| Отсутствие Сезонности | Интенсивность 10 в час; Отриц Сезонность = 0; Положит Сезонность = 0 |
| Положительная Сезонность | Интенсивность 5 в минуту; Положит Сезонность = 1; Отриц Сезонность = 0 |

плохого сервиса, если сотрудников будет меньше необходимого количества, они не смогут качественно и вовремя обслужить всех клиентов.

Блок 4. Система мотивации сотрудников

На эффективность работы сотрудников влияет система мотивации. Наличие следующих факторов повышает уровень мотивации при их наличии и уменьшает при их отсутствии: уровень заработной платы не ниже среднерыночного, наличие гибкого графика, наличие медицинской страховки, дополнительное пенсионное обеспечение, нематериальные поощрения, возможность карьерного роста, наличие премий. Также на мотивации влияет наличие или отсутствие штрафов. Высокий уровень корпоративной культуры оказывает положительно влияние на степень мотивированности работников банка. В свою очередь уровень корпоративной культуры зависит от таких факторов, как эстетичное и функциональное оформление рабочего пространства, проведение тренингов, проведение формальных и неформальных корпоративных мероприятий.

Блок 5. Работа и сервисное обслуживание терминалов эквайринга

В модели можно менять параметры, влияющие на закупку и продажу терминалов эквайринга, поставляемых клиентам. Терминалы со склада устанавливают клиентам, заключившим договор (в зависимости от размера бизнеса клиента количество терминалов требуется разное). По ряду причин операции через терминал могут прекращаться:

- произошла критическая поломка и терминал следует утилизировать.
- клиенту больше не нужен данный терминал, и он от него отказывается (в этом случае терминал возвращается на склад).
- терминал сломался (после ремонта терминал возвращается клиенту).

В данной модели учтен тот факт, что количество терминалов у одного клиента может быть больше одного, поэтому возможно настроить как долю клиентов среднего, малого и крупного бизнеса, так и распределение количества терминалов эквайринга на одного клиента для каждого из типов клиентов.

Разработанная имитационная модель позволяет в интерактивном режиме апробировать различные методики улучшения качества работы управления торгового эквайринга.

Заключение

В процессе исследования получены следующие результаты:

- 1) рассмотрены сущность, этапы, области применения и виды имитационного моделирования;
- 2) выявлены особенности применения имитационного моделирования для анализа и совершенствования бизнес-процессов в банковском учреждении;

3) разработана модель деятельности отдела по сервисной поддержке продуктов эквайринга отделения банка в программной среде Anylogic на основе комплексного использования методов дискретно-событийного и агентного подходов, модель апробирована на материалах деятельности отделения ПАО Сбербанк;

4) разработана модель бизнес-процессов управления торгового эквайринга банковского учреждения в программной среде AnyLogic на основе методов системной динамики, модель апробирована на материалах деятельности управления торгового эквайринга ПАО Сбербанк.

Проведенное исследование показало возможности и преимущества применения имитационного моделирования для анализа и совершенствования бизнес-процессов в банковском учреждении. Дополнительный положительный эффект в ходе имитационного моделирования был получен в результате использования уникальных возможностей программной среды Anylogic, позволяющей в рамках одной модели использовать в разном сочетании методы, основанные на системной динамике, дискретно-событийном и агентном подходах.

Направления дальнейших исследований

1. Создание комплексных имитационных моделей для высшего, среднего и низшего уровней управления банковским учреждением

2. Расширение и углубление структуры разработанных моделей с добавлением новых видов операций, например, операции с валютой, открытие вклада, денежные переводы и др.

3. Совершенствование интерфейса модели и добавление средств визуализации данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алтухова Е.В., Зотов В.А., Марков М.А. Методические подходы к управлению риском в региональном коммерческом банке // Экономика региона. 2016. № 1. С. 267–282.

2. Боев В.Д. Об адекватности систем имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic (часть 1) // Прикладная информатика. 2010. № 6. С. 69–82.

3. Боев В.Д. Об адекватности систем имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic (часть 2) // Прикладная информатика. 2011. № 4. С. 30–40.

4. Бороненко Т.А., Федотова В.С. Реализация имитационной модели работы банковского отделения средствами инструментальной среды AnyLogic // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2018. № 7. С. 165–170.

5. Борщев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro. 2004. № 3-4. С. 38–47.

6. Ведашенко К.В. К вопросу об имитационном моделировании в банке // Актуальные вопросы развития современного общества: межд. конф. Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга». 2012. С. 73–75.

7. Даденков С.А., Кон Е.Л. Анализ моделей и методов агентного и дискретно-событийного имитационного моделирования // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2015. № 5. С. 35–41.

8. Зеленков Ю.А., Анисичкина Е.А. Динамика исследований в области интеллектуального анализа данных: тематический анализ публикаций за 20 лет // Бизнес-Информатика. 2021. № 1 (15). С. 30–46.

9. Канаев А.В., Канаева О.А. Устойчивый банкинг: концептуализация и практика реализации // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2019. № 3 (35). С. 448–479.

10. Карпов Ю.Г. Изучение современных парадигм имитационного моделирования в среде Anylogic // Компьютерные инструменты в образовании. 2005. № 4. С. 3–14.

11. Кислицын Е.В. Проектирование имитационной модели кредитования физических лиц на основе механизма скоринга // Вестник ЗабГУ. 2018. № 2. С. 99–107.

12. Контос Е.Г. Анализ возможностей использования математических моделей в банковской сфере // Транспортное дело России. 2012. № 6-2. С. 92–97.



13. **Кравченко Т.К., Голов Н.И., Фомин А.В., Липатников А.Ю.** Верификация требований к имитационной модели производственного предприятия // Бизнес-Информатика. 2018. № 2 (44). С. 65–78.
14. **Крюков С.В., Патракеева О.Ю.** Система поддержки принятия решений по управлению социально-экономическими процессами в регионе // Проблемы теории и практики управления. № 9. 2013. С. 56–63.
15. **Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Акопов А.С.** Цифровой завод: методы дискретно-событийного моделирования и оптимизации производственных характеристик // Бизнес-Информатика. 2021. № 2 (15). С. 7–20.
16. **Терехов А.Н., Платонова М.В.** Моделирование бизнес-процессов в цифровую эпоху // Российский журнал менеджмента. 2019. № 4 (17). С. 487–498.
17. **Шукина Н.А.** Имитационная модель как элемент управления и оценки эффективности работы отделения банка // Иннов: электронный научный журнал. 2017. №1 (30). URL: <http://www.innov.ru/science/tech/imitatsionnayaamodelkakelementup/> (дата обращения: 05.06.2021).
18. **Юданова В.В.** Оптимизация бизнес-процессов в сфере обслуживания методами имитационного моделирования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. № 11. URL: <http://ekoncept.ru/2017/174018.htm> (дата обращения: 08.06.2021).
19. **Якимов И.М., Кирпичников А.П., Исаева Ю.Г., Аляудинова Г.Р.** Сравнение результатов имитационного моделирования вероятностных объектов в системах: Anylogic, Arena, Bizagi modeler, GPSS W // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. №. 16. С. 260–264.
20. **Chin W.J., Lim M., Yong J.C.E., Al-Talib A.A.M., Chaw K.H.** Service time performance analysis of improved automated restaurant by layout reconfiguration and conveyor system. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, vol. 692, no. 1.
21. **He Y., Hu F., Lv L., Zhou C., Xiao X., Wang L.** Research on effectiveness evaluation of equipment maintenance support based on simulation. Proceedings – 2019 International Conference on Intelligent Computing, Automation and Systems, ICICAS 2019, 2019, pp. 339.
22. **Khaimovich I.N., Chaeva S.U.** Improvement of the drawing process on the shopfloor taking into account simulation in industry 4.0. Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 1889, no. 4.
23. **Muravev D., Hu H., Rakhmangulov A., Mishkurov P.** Multi-agent optimization of the intermodal terminal main parameters by using AnyLogic simulation platform: Case study on the Ningbo-Zhoushan Port. International Journal of Information Management, 2021, vol. 57.
24. **Nazoykin E.A., Blagoveshchensky I.G.** Multiagent models for forecasting and identifying production processes. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 2019, vol. 8, no. 12, pp. 3807–3809.
25. **Qing Y., Renyong H., Jian L.** Simulation research on innovation ecosystem performance of urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River. Journal of Testing and Evaluation, 2021, vol. 49, no. 4, pp. 2226–2243.
26. **Tkachenko A., Lavrentev D., Denisenko M., Kuznetsova V.** 2021. Development of a simulation model for the spread of COVID-19 coronavirus infection in Kaluga region. E3S Web of Conferences, vol. 270.

REFERENCES

1. **E.V. Altuhova, V.A. Zotov, M.A. Markov,** Metodicheskie podhody k upravleniyu riskom v regional'nom kommercheskom banke [Methodical approaches to risk management in a regional commercial bank] // Ekonomika regiona, 2016, no.1, pp. 267–282. (rus)
2. **V.D. Boev,** Ob adekvatnosti sistem imitacionnogo modelirovaniya GPSS World i AnyLogic (chast 1) [On the adequacy of the GPSS World and AnyLogic simulation systems (part 1)] // Prikladnaya informatika, 2010, no. 6, pp. 69–82. (rus)
3. **V.D. Boev,** Ob adekvatnosti sistem imitacionnogo modelirovaniya GPSS World i AnyLogic (chast 2) [On the adequacy of the GPSS World and AnyLogic simulation systems (part 2)] // Prikladnaya informatika, 2011, no. 4, pp. 30–40. (rus)

4. **T.A. Boronenko, V.S. Fedotova**, Realizaciya imitacionnoj modeli raboty bankovskogo otdeleniya sredstvami instrumental'noj sredy AnyLogic [Implementation of the simulation model of the bank branch by means of the AnyLogic tool environment] // Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki, 2018, no.7, pp. 165–170. (rus)
5. **A.V. Borshchev**, Prakticheskoe agentnoe modelirovanie i ego mesto v arsenale analitika [Practical agent-based modeling and its place in the analyst's arsenal] // Exponenta Pro, 2004, no. 3-4, pp. 38–47. (rus)
6. **K.V. Vedashenko**, K voprosu ob imitacionnom modelirovanii v banke [On the issue of imitation modeling in a bank] // Aktual'nye voprosy razvitiya sovremennogo obshchestva: mezhd, konf, Kursk: Izd-vo ZAO «Universitetskaya kniga», 2012, pp. 73–75. (rus)
7. **S.A. Dadenkov, E.L. Kon**, Analiz modelej i metodov agentnogo i diskretno-sobytnogo imitacionnogo modelirovaniya [Analysis of models and methods of agent-based and discrete-event simulation] // Izvestiya SPbGETU LETI, 2015, no. 5, pp. 35–41. (rus)
8. **Yu.A. Zelenkov, E.A. Anisichkina**, Dinamika issledovanij v oblasti intellektual'nogo analiza dannyh: tematiceskij analiz publikacij za 20 let [Dynamics of research in the field of data mining: thematic analysis of publications over 20 years] // Biznes-Informatika, 2021, no. 1(15), pp. 30–46. (rus)
9. **A.V. Kanaev, O.A. Kanaeva**, Ustojchivij banking: konceptualizaciya i praktika realizacii [Sustainable banking: conceptualization and implementation practice] // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta, Ekonomika, 2019, no. 3(35), pp. 448–479. (rus)
10. **Y.G. Karpov**, Izuchenie sovremennyh paradigim imitacionnogo modelirovaniya v srede Anylogic [Study of modern paradigms of simulation in the Anylogic environment] // Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii, 2005, no. 4, pp. 3–14. (rus)
11. **E.V. Kislicyn**, Proektirovanie imitacionnoj modeli kreditovaniya fizicheskikh lic na osnove mekhanizma skoringa [Designing a simulation model for lending to individuals based on a scoring mechanism] // Vestnik ZabGU, 2018, no. 2, pp. 99–107. (rus)
12. **E.G. Kontos**, Analiz vozmozhnostej ispol'zovaniya matematicheskikh modelej v bankovskoj sfere [Analysis of the Possibilities of Using Mathematical Models in the Banking Sector] // Transportnoe delo Rossii, 2012, no. 6-2, pp. 92–97. (rus)
13. **T.K. Kravchenko, N.I. Golov, A.V. Fomin, A.Y. Lipatnikov**, Verifikaciya trebovanij k imitacionnoj modeli proizvodstvennogo predpriyatiya [Verification of requirements for a simulation model of a manufacturing enterprise] // Biznes-Informatika, 2018, no. 2 (44), pp. 65–78. (rus)
14. **S.V. Kryukov, O.Y. Patrakeeva**, Sistema podderzhki prinyatiya reshenij po upravleniyu social'no-ekonomicheskimi processami v regione [Decision support system for managing socio-economic processes in the region] // Problemy teorii i praktiki upravleniya, no. 9, 2013, pp. 56–63. (rus)
15. **V.L. Makarov, A.R. Bahtizin, G.L. Beklaryan, A.S. Akopov**, Cifrovoj zavod: metody diskretno-sobytnogo modelirovaniya i optimizacii proizvodstvennyh harakteristik [Digital plant: methods of discrete-event modeling and optimization of production characteristics] // Biznes-Informatika, 2021, no. 2 (15), pp. 7–20. (rus)
16. **A.N. Terekhov, M.V. Platonova**, Modelirovanie biznes-processov v cifrovuyu epohu [Modeling business processes in the digital era] // Rossijskij zhurnal menedzhmenta, 2019, no. 4 (17), pp. 487–498. (rus)
17. **N.A. Shchukina**, Simulation as the control and effectiveness evaluation of Bank branch // Innov: elektronnyj nauchnyj zhurnal, 2017, no. 1(30), URL: [http://www.innov.ru/science/tech/imitatsionnaya model kak element up/](http://www.innov.ru/science/tech/imitatsionnaya_model_kak_element_up/) (accessed June 05, 2021). (rus)
18. **V.V. Yudanova**, Optimizaciya biznes-processov v sfere obsluzhivaniya metodami imitacionnogo modelirovaniya [Optimization of business processes in the service sector by methods of simulation] // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept», 2017, no. 11, URL: <http://ekoncept.ru/2017/17-4018.htm> (accessed June 08, 2021). (rus)
19. **I.M. Yakimov, A.P. Kirpichnikov, Y.G. Isaeva, G.R. Alyautdinova**, Sravnenie rezul'tatov imitacionnogo modelirovaniya veroyatnostnyh ob'ektov v sistemah: Anylogic, Arena, Bizagi modeler, GPSS W [Comparison of the results of simulation of probabilistic objects in the systems: Anylogic, Arena, Bizagi modeler, GPSS W] // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta, 2015, vol. 18, no. 16, pp. 260–264. (rus)
20. **W.J. Chin, M. Lim, J.C.E. Yong, A.A.M. Al-Talib, K.H. Chaw**, Service time performance analysis of improved automated restaurant by layout reconfiguration and conveyor system. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, vol. 692, no. 1.



21. **Y. He, F. Hu, L. Lv, C. Zhou, X. Xiao, L. Wang**, Research on effectiveness evaluation of equipment maintenance support based on simulation. Proceedings – 2019 International Conference on Intelligent Computing, Automation and Systems, ICICAS 2019, 2019, pp. 339.

22. **I.N. Khaimovich, S.U. Chaeva**, Improvement of the drawing process on the shopfloor taking into account simulation in industry 4.0. Journal of Physics: Conference Series, 2021, vol. 1889, no. 4.

23. **D. Muravev, H. Hu, A. Rakhmangulov, P. Mishkurov**, Multi-agent optimization of the intermodal terminal main parameters by using AnyLogic simulation platform: Case study on the Ningbo-Zhoushan Port. International Journal of Information Management, 2021, vol. 57.

24. **E.A. Nazoykin, I.G. Blagoveshchensky**, Multiagent models for forecasting and identifying production processes. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 2019, vol. 8, no. 12, pp. 3807–3809.

25. **Y. Qing, H. Renyong, L. Jian**, Simulation research on innovation ecosystem performance of urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River. Journal of Testing and Evaluation, 2021, vol. 49, no. 4, pp. 2226–2243.

26. **A. Tkachenko, D. Lavrentev, M. Denisenko, V. Kuznetsova**, 2021. Development of a simulation model for the spread of COVID-19 coronavirus infection in Kaluga region. E3S Web of Conferences, vol. 270.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

ДОЛГОВА Ольга Игоревна

E-mail: oldolgova@sfedu.ru

DOLGOVA Olga I.

E-mail: oldolgova@sfedu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2684-2295>

КРЮКОВ Сергей Владимирович

E-mail: svkrukov@sfedu.ru

KRYUKOV Sergey V.

E-mail: svkrukov@sfedu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4736-7697>

Статья поступила в редакцию 14.09.2021; одобрена после рецензирования 08.12.2021; принята к публикации 11.12.2021.

The article was submitted 14.09.2021; approved after reviewing 08.12.2021; accepted for publication 11.12.2021.

Научное издание

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

ST. PETERSBURG STATE POLYTECHNICAL UNIVERSITY JOURNAL. ECONOMICS

Том 14, № 6, 2021

Учредитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-52146 от 11 декабря 2012 г.

Р е д а к ц и я

д-р экон. наук, профессор *В.В. Глухов* – председатель редколлегии,
д-р экон. наук, профессор *А.В. Бабкин* – зам. председателя редколлегии,
А.А. Родионова – секретарь редакции

Телефон редакции 8 (812) 552-62-16

E-mail: economy@spbstu.ru

Компьютерная верстка *А.А. Кононовой*
Редактирование английского языка *Д.Ю. Алексеевой*

Дата выхода 22.12.2021.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.