

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Экономические
науки**

Том 14, № 4, 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); *Окреплов 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);

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

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. 4, 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.;
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

Цифровая экономика: теория и практика

- Беляцкая Т.Н., Фещенко С.Л.** Цифровая прослеживаемость: понятие и направления развития..... 7
- Писарева О.М., Алексеев В.А., Медников Д.Н., Стариковский А.В.** Характеристика зон уязвимости и источников угроз информационной безопасности эксплуатации беспилотных автомобилей в интеллектуальной транспортной системе..... 20

Экономика и менеджмент предприятия

- Глухов В.В., Яковлев А.А., Ливинцова М.Г., Кучерявый Е.А.** Новые аспекты менеджмента качества и его сертификации..... 37
- Слепцова Ю.А., Качалов Р.М.** Особенности управления риском на предприятиях в составе цифровых бизнес-экосистем..... 49

Финансы, налогообложение, инвестиции

- Нечухина Н.С., Мустафина О.В., Прядилина Н.К.** Финансовый менеджмент как инструмент управления доходами и расходами предприятия..... 67
- Бабкин А.В., Малевская-Малевиц Е.Д.** Влияние социально-ответственного инвестирования на стоимость инновационно-активных промышленных предприятий..... 82

Управление инновациями

- Тренина И.А., Татенко Г.И., Бахтина С.С.** Трансформация модели университета как элемента региональной инновационной системы..... 95

Экономико-математические методы и модели

- Малах Х., Рамзани Мовафаг С., Усков Э.Н., Паарденкупер-Суэли К.** Оптимальное планирование логистики для ликвидации последствий землетрясений (на примере Тегерана)..... 110
- Данилов А.А.** Особенности применения модифицированной модели логистической динамики при реализации инвестиционного проекта промышленного предприятия..... 122

Contents

Digital economy: theory and practice

- Beliatskaya T.N., Feschenko S.L.** Digital traceability: concept and directions of development..... 7
- Pisareva O.M., Alexeev V.A., Mednikov D.N., Starikovskiy A.V.** Characteristics of vulnerability zones and threats sources for information security by the operation of unmanned vehicles in an intelligent transport system..... 20

Economy and management of the enterprise

- Glukhov V.V., Yakovlev A.A., Livintsova M.G., Kucheryavy E.A.** New issues of the quality management and its certification..... 37
- Sleptsova Y.A., Kachalov R.M.** Specifics of enterprise risk management at digital business-ecosystems..... 49

The finance, taxation, investments

- Necheukhina N.S., Mustafina O.V., Pryadilina N.K.** Financial management as a tool for managing the income and expenditure of the enterprise..... 67
- Babkin A.V., Malevskaia-Malevich E.D.** Impact of socially responsible investment on the value of innovatively active industrial enterprises..... 82

Innovations management

- Tronina I.A., Tatenko G.I., Bakhtina S.S.** Transformation of the university model as an element of the regional innovation system..... 95

Economic & mathematical methods and models

- Malah H., Ramzani Movafagh S., Uskov E.N., Paardenkooper-Suli K.** Optimal logistics planning for earthquake recovery (example of Tehran)..... 110
- Danilov A.A.** Features of applying modified model of logistic dynamics for an industrial enterprise implementing investment projects..... 122

ЦИФРОВАЯ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ: ПОНЯТИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Беляцкая Т.Н., Фещенко С.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь

Актуальность проведенного исследования обусловлена влиянием мировых интеграционных процессов на национальные экономики. Значительные положительные эффекты связаны с упрощением правил ведения бизнеса (снятием таможенных, правовых и прочих ограничений), увеличением емкости и размеров рынков сбыта, распространением передовых технологий, усилением конкуренции. Несмотря на значительные преимущества интеграции, государства неизбежно сталкиваются с серьезными вызовами. Один из таких вызовов – это контрафактная продукция, легализуемая или участвующая в теневом обороте. Отсутствие таможенной границы между государствами-членами Евразийского экономического союза делает возможным беспрепятственное перемещение контрафактной продукции, что ведет к падению налоговых поступлений в национальный бюджет, сужению легальных рынков, снижению уровня конкуренции и качества продукции. Цифровая прослеживаемость перемещаемых товаров является одним из действенных направлений решения проблемы с контрафактной продукцией. Целью данного исследования является обоснование целесообразности формирования инфраструктуры цифровой прослеживаемости на государственном и межгосударственном уровнях в условиях формирования единого информационного пространства. Для достижения поставленной цели в статье анализируются понятия «прослеживаемость», «система прослеживаемости» как ключевые элементы цифровизации потоков в цепях поставок. Анализ проводится на основе международных (ISO 8402), межгосударственных и государственных (Указ Президента Республики Беларусь от 29.12.2020 г. № 496, «О прослеживаемости товаров», СТБ ISO 9000, СТБ 2197, СТБ ISO 22000, СТБ ISO 22005, ГОСТ Р 58636, ГОСТ Р 57881, ГОСТ Р ИСО 22005) нормативно-правовых актов. Определены цели внедрения систем цифровой прослеживаемости, некоторые из них: борьба с контрафактной продукцией, предоставление актуальных сведений партнерам по прослеживаемости и конечным потребителям, предоставление актуальных сведений партнерам по прослеживаемости и конечным потребителям. Рассмотрены нормативно-правовые документы, регулирующие системы цифровой прослеживаемости и цифровой маркировки на территории Евразийского экономического союза и Республики Беларусь. Определены эффекты от внедрения систем цифровой прослеживаемости и цифровой маркировки на уровне государства, бизнеса и потребителя.

Ключевые слова: цифровая прослеживаемость, система цифровой прослеживаемости, цифровая маркировка, система цифровой маркировки, цепи поставок

Ссылка при цитировании: Беляцкая Т.Н., Фещенко С.Л. Цифровая прослеживаемость: понятие и направления развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 7–19. DOI: 10.18721/JE.14401

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

DIGITAL TRACEABILITY: CONCEPT AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

T.N. Beliatskaya, S.L. Feschenko

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus

The relevance of the study is due to the influence of world integration processes on national economies. Significant positive effects are associated with the simplification of the rules for doing business (removal of customs, legal and other restrictions), an increase in the capacity and size of sales markets, the spread of advanced technologies, and increased competition. Despite the significant advantages of integration, states inevitably face serious challenges. One of these challenges is counterfeit products, legalized or participating in the shadow trade. The lack of a customs border between the member states of the Eurasian Economic Union enables unhindered movement of counterfeit products, which leads to a drop in tax revenues to the national budget, a narrowing of legal markets, a decrease in the level of competition and product quality. Digital traceability of goods in transit is one of the most effective ways to solve the problem of counterfeit products. The purpose of this study is to substantiate the feasibility of forming a digital traceability infrastructure at the state and interstate levels in the context of forming a single information space. To achieve this goal, the article analyzes the concepts of “traceability” and “traceability system” as key elements of digitalization of flows in supply chains. The analysis is carried out on the basis of international (ISO 8402), interstate and state (Decree of the President of the Republic of Belarus dated December 29, 2020 No. 496, “On the traceability of goods”, STB ISO 9000, STB 2197, STB ISO 22000, STB ISO 22005, GOST R 58636, GOST R 57881, GOST R ISO 22005) regulatory legal acts. The authors indicated the goals of implementing digital traceability, which include combating counterfeit products, and providing up-to-date information to traceability partners and end users. The paper considers the regulatory documents governing digital traceability and digital marking systems on the territory of the Eurasian Economic Union and the Republic of Belarus. The results also present the effects of the introduction of digital traceability and digital marking systems at the state, business and consumer levels.

Keywords: digital traceability, digital traceability system, digital marking, digital marking system, supply chain

Citation: T.N. Beliatskaya, S.L. Feschenko, Digital traceability: concept and directions of development, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 7–19. DOI: 10.18721/JE.14401

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

Введение

В условиях общемировых интеграционных процессов важным фактором является интеграция в мировое хозяйство с учетом национальных интересов, так как кроме преимуществ государство неизбежно сталкивается с серьезными проблемами. К таким проблемам можно отнести проблемы, связанные с контрабандой, теневой экономикой, которые в свою очередь развиваются (наряду с другими факторами) благодаря некоторому стиранию границ экономик, а также вовлечению в экономику все большего количества свободно занятых индивидов, что происходит в результате цифровизации многих экономических процессов. Так отсутствие таможенной границы между государствами-членами Евразийского экономического союза способствует свободному перемещению контрафактной продукции, которая или легализуется (в том числе с помощью подложных документов), или участвует в теневом обороте. Это влечет за собой снижение имиджа [1] и инвестиционной привлекательности страны [2], падение налоговых поступлений в национальный бюджет [3], сужение легальных рынков [4], снижение уровня конкуренции [5] угрозу жизни и здоровью потребителей [6]. Как видится авторам, а также отмечается и в иных публикациях, например [7], одним из направлений решения данной проблемы является введение цифровой прослеживаемости перемещаемых товаров.

Необходимость исследования обоснована высокой актуальностью указанной во введении проблемой, ускорением темпов развития цифровизации и процессов самозанятости.

Объектом данного исследования выступает цифровая прослеживаемость, предметом исследования – процессы формирования инфраструктуры и институциональных основ цифровой прослеживаемости на государственном и межгосударственном уровнях.

Целью исследования является обоснование целесообразности формирования инфраструктуры цифровой прослеживаемости на государственном и межгосударственном уровнях в условиях формирования единого информационного пространства.

Методика исследования включает следующие этапы:

1. Анализ содержания понятий «прослеживаемость» и «система прослеживаемости», формирующих институциональные основы инфраструктуры цифровой прослеживаемости.
2. Определение целей внедрения цифровой прослеживаемости на уровне разных национальных экономических систем, а также их синтеза на межгосударственном уровне.
3. Анализ состояния нормативно-правовой базы в области создания и функционирования системы прослеживаемости и исследование результатов ее формирования на государственном и межгосударственном уровнях.

В ходе исследования использовались методы анализа, синтеза, индукции, дедукции и сравнения.

Основой исследования послужили научные работы в области методологии обеспечения сравнительного анализа систем электронной экономики (Беляцкая Т.Н., 2017) [8], построения систем управления электронной экономикой (Беляцкая, 2018) [9], (Березной, 2018) [10], (Невская, 2020) [11], цифровой трансформации логистических услуг (Cichosz, Wallenburg, Knemeyer, 2020) [12], обеспечения прозрачности и устойчивости цепей поставок (Pappa, Iliopoulos, Massouras, 2018) [13], (Stranieri, Orsi, Banterle, 2016) [14], прослеживаемости в условиях неоиндустриализации (Рачковская, 2016) [15], (Рачковская, 2016) [16], внедрения систем прослеживаемости (Zaharia, Moga, Nenciu, Maximov, Tiganov, 2015) [17], (Senneset, Forås, Fremme, 2007) [18].

Результаты исследования. Анализ нормативно-правового обеспечения систем прослеживаемости

Анализ основан на предположении, что потребителям необходима продукция высокого и стабильного качества, а государство и общество заинтересовано в прозрачности движения товарно-материальных ценностей на протяжении всей системы цепей поставок. Одним из способов обеспечения стабильно высокого качества является отслеживание перемещения сырья, материалов, комплектующих изделий, полуфабрикатов и готовой продукции по всем звеньям цепи поставок.

Значительная часть отраслей промышленности уже не одно десятилетие использует концепцию прослеживаемости для организации своих технологических процессов. В частности, деталям, механизмам повсеместно присвоены серийные номера – индивидуальные уникальные цифровые коды. Однако прослеживаемость начала зарождаться не в машиностроении или другой высокотехнологичной сфере производства, как могло показаться на первый взгляд, а в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Так в античности и средневековье велся учет поступающих для приготовления пищи сырья (зерна, овощей, яиц и пр.) и полуфабрикатов (мясных, рыбных и пр.). Тем самым можно было контролировать качество производимого продукта. С появлением и развитием новых отраслей производства учет сырья стал выступать одним из ключевых факторов, оказывающих влияние на качество производимой продукции. Таким образом, прослеживаемость все шире внедрялась на предприятиях [19]. На сегодняшний день прослеживаемость является одним из обязательных элементов управления бизнес-процессами предприятий различных отраслей [20].

Невзирая на то, что прослеживаемость имеет длительную историю, официальная (стандартизированная) формулировка этому понятию была дана только лишь в 1994 году в международном стандарте ISO 8402-1994¹ (табл. 1). В стандарте отмечалось, что термин «прослеживаемость» может быть использован в одном из трех основных значений: по отношению к продукции, при калибровке и при сборе данных. Указывалось, что продукция может включать услуги, оборудование, перерабатываемые материалы, программное обеспечение или комбинации из них.

¹ ISO 8402-1994 «Управление качеством и обеспечение качества. Словарь» URL: <https://docs.cntd.ru/document/440172482>

В заменившем ISO 8402-1994 стандарте СТБ ИСО 9000-2000² и в последующих его редакциях подчеркивается, что прослеживаемость носит универсальный характер и может быть применена к любому объекту – в стандартах не приводятся конкретные перечни объектов, подлежащих прослеживаемости, только некоторые уточнения. Так, в СТБ ИСО 9000-2000 и СТБ ИСО 9000-2006³ выделены четыре категории продукции: услуги, программные средства, технические средства, перерабатываемые материалы, в СТБ ISO 9000-2015⁴ категории продукции не выделяются.

Таблица 1. Понятие «прослеживаемость» в нормативно-правовых актах
Table 1. The concept of "traceability" in legal acts

Источник	Определение
ISO 8402-1994 «Управление качеством и обеспечение качества. Словарь»	Прослеживаемость – способность проследить предысторию, использование или местонахождение объекта с помощью идентификации, которая регистрируется. Примечания: 1. Термин «прослеживаемость» может быть использован в одном из трех основных значений: а) по отношению к продукции* он может определять: – происхождение материалов и комплектующих, – предысторию производства продукции, – распределение и местонахождение продукции после поставки; б) при калибровке – установление связи между измерительным оборудованием и национальными и международными стандартами, первичными стандартами, основными физическими константами или свойствами, или эталонными материалами; в) при сборе данных – установление связей между вычислениями и данными по всей петле качества, а иногда и между первоначальными требованиями к качеству объекта. 2. Все аспекты требований к прослеживаемости должны быть четко установлены, например, по периодам времени, месту происхождения или идентификации. *Продукция может включать услуги, оборудование, перерабатываемые материалы, программное обеспечение или комбинации из них
СТБ ИСО 9000-2000 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» СТБ ИСО 9000-2006 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»	Прослеживаемость – возможность проследить историю, применение или местонахождение того, что рассматривается. Примечания 1. При рассмотрении продукции** прослеживаемость может относиться к: – происхождению материалов и комплектующих; – истории обработки; – распределению и местонахождению продукции после поставки. 2. В области метрологии определение, приведенное в VIM-1993, 6.10, является принятым определением. **Выделяют четыре категории продукции: услуги, программные средства, технические средства, перерабатываемые материалы
СТБ ISO 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»	Прослеживаемость – способность проследить историю, применение или местонахождение объекта. Примечание 1 – Применительно к продукции или услуге прослеживаемость может относиться: – к происхождению материалов и частей; – истории обработки; – распределению и местонахождению продукции*** или услуги после поставки. Примечание 2 – В области метрологии принято определение, приведенное в ISO/IEC Guide 99 ⁵ . ***Категории продукции не выделяются

² СТБ ИСО 9000-2000 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» URL: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=87016>; URL: <https://tnpa.by/#!/DocumentCard/87016/87016>

³ СТБ ИСО 9000-2006 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» URL: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=284411>; URL: <https://tnpa.by/#!/DocumentCard/187193/284411>

⁴ СТБ ISO 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» URL: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=469258>; URL: <https://tnpa.by/#!/DocumentCard/344997/469258>

⁵ URL: http://old.belgim.by/uploaded/file/Metrology/%20СТБ%20ISO_IEC%20Guide%2099_%28рус%29.pdf

Окончание таблицы

<p>СТБ 2197-2011⁶ «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Словарь терминов. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции»</p>	<p>Прослеживаемость – способность восстановить предысторию использования или местонахождения изделия**** с помощью регистрируемой идентификации. Термин «прослеживаемость» по отношению к изделию может определять:</p> <ul style="list-style-type: none"> – происхождение материалов и комплектующих; – предысторию производства продукции; – процесс формирования показателей качества изделия по данным входного, операционного и выходного контроля; – распределение и местонахождение изделия после поставки и т.д. <p>**** <i>Изделие может представлять собой материальный предмет, вещество, услугу, программный продукт, систему, состоящую из материальных предметов и программных средств, взаимодействующих между собой, являющихся результатом деятельности предприятия</i></p>
<p>СТБ ISO 22000-2020⁷ «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи»</p>	<p>Прослеживаемость – возможность проследить историю, применение, движение или местонахождение объекта на определенном(-ых) этапе(-ах) производства, переработки (обработки) и распределения.</p> <p>Примечание 1 – Движение может относиться к происхождению материалов, истории переработки или распределению пищевой продукции.</p> <p>Примечание 2 – Объектом может быть продукция, материал, единица оборудования, услуга и т.д.</p>
<p>СТБ ISO 22005-2009⁸ «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Система прослеживаемости в кормовой и пищевой цепи. Общие принципы и основные требования к разработке и внедрению»</p>	<p>Прослеживаемость – способность отслеживать перемещение кормов или пищевых продуктов на протяжении определенного (-ых) этапа (-ов) производства, переработки и распределения</p>
<p>ГОСТ Р 58636-2019⁹ «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость оборота продукции. Общие требования»</p>	<p>Прослеживаемость – способность восстановить предысторию использования или местонахождения изделия с помощью регистрируемой идентификации.</p> <p>Примечание – Термин "прослеживаемость" по отношению к изделию может определять:</p> <ul style="list-style-type: none"> – происхождение материалов и комплектующих; – предысторию производства продукции; – процесс формирования показателей качества изделия по данным входного, операционного и выходного контроля; – распределение и местонахождение изделия после поставки и т.д.
<p>ГОСТ Р 57881-2017¹⁰ «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Термины и определения»</p>	<p>Прослеживаемость – возможность восстановить жизненный цикл, применение или местонахождение изделия***** с помощью его идентификации.</p> <p>Примечание – Термин «прослеживаемость» по отношению к изделию может определять</p> <ul style="list-style-type: none"> – происхождение материалов и комплектующих; – этапы жизненного цикла продукции, – процесс формирования показателей качества изделия по данным входного, операционного и выходного контроля; – распределение и местонахождение изделия после поставки и т.д. <p>***** <i>Изделие – это любой предмет или набор предметов производства, которые могут быть использованы для удовлетворения потребности потребителя</i></p>
<p>ТР ТС 021/2011¹¹ Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (с изменениями на 8 августа 2019 года)</p>	<p>Прослеживаемость пищевой продукции – возможность документарно (на бумажных и (или) электронных носителях) установить изготовителя и последующих собственников находящейся в обращении пищевой продукции, кроме конечного потребителя, а также место происхождения (производства, изготовления) пищевой продукции и (или) продовольственного (пищевого) сырья</p>

⁶ URL: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=360521>; URL: <https://tnpa.by/#!/DocumentCard/262813/360521>

⁷ URL: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=615872>; URL: <https://tnpa.by/#!/DocumentCard/483843/615872>

⁸ URL: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=319517>; URL: <https://tnpa.by/#!/DocumentCard/222067/319517>

⁹ URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169646>

¹⁰ URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157538>

¹¹ URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>

Анализируя международные документы, документы Республики Беларусь, Российской Федерации и Таможенного союза (табл. 1) авторами сделан вывод о наличии единого подхода к пониманию прослеживаемости, но отсутствию унифицированной трактовки данного понятия.

Обобщая и несколько уточняя понятие «прослеживаемость» предложим под последней понимать возможность доступа к любой или всей информации о продукте на протяжении его жизненного цикла и всей цепочки поставок с помощью системы записанных идентификационных данных. Учитывая, что цифровой – это термин, описывающий информацию, выраженную при помощи чисел, под цифровой прослеживаемостью предлагаем понимать возможность удаленного и постоянного доступа всех заинтересованных сторон к любой или всей информации о продукте на протяжении его жизненного цикла и всей цепочки поставок с помощью системы цифровых идентификационных данных.

Таблица 2. Понятие «система прослеживаемости» в нормативно-правовых актах
Table 2. The concept of "traceability system" in legal acts

Источник	Определение
Указ Президента Республики Беларусь от 29.12.2020 г. № 496 «О прослеживаемости товаров» ¹²	Система прослеживаемости товаров – информационная система сбора, учета, хранения, обработки и контроля сведений о товарах и операциях, связанных с оборотом товаров
СТБ ISO 22005-2009 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Система прослеживаемости в кормовой и пищевой цепи. Общие принципы и основные требования к разработке и внедрению»	Система прослеживаемости – совокупность данных и операций, которая сохраняет необходимую информацию о продукте и его компонентах на протяжении всей цепи производства и потребления или ее части
ГОСТ Р ИСО 22005-2009 ¹³ «Прослеживаемость в цепочке производства кормов и пищевых продуктов. Общие принципы и основные требования к проектированию и внедрению системы»	Система прослеживаемости – это комплекс технических средств, управленческих мероприятий (действий), направленных на содействие предприятию в организации его деятельности и позволяющих, при необходимости, определить время производства, качество, местоположение продукта и/или его компонентов
ГОСТ Р 58636-2019 ¹⁴ «Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость оборота продукции. Общие требования»	Система прослеживаемости оборота продукции – комплекс технических средств, информационных ресурсов, нормативных документов, управленческих мероприятий (действий), направленных на содействие участникам оборота продукции в документировании, хранении, получении полной и достоверной информации о производстве, источнике поступления продукции, о требованиях к продукции и степени соответствия требованиям, о характеристиках, качестве, месте нахождения продукции и ее компонентов, о выполненных в процессе оборота продукции операциях и условиях реализации оборота продукции

Внедрение цифровой прослеживаемости предполагает построение некоторой системы. Опираясь на вышеприведенное определение цифровой прослеживаемости, а также на определение системы как группы взаимосвязанных элементов, которые действуют в соответствии с набором правил, образуя единое целое, а также на основании анализа определений, приведенных в табл. 2, для целей настоящей публикации под системой цифровой прослеживаемости авторами предложено понимать следующее. Система цифровой прослеживаемости – распределенная информационная система обеспечивающая возможность удаленного и постоянного доступа всех заинтересованных сторон к любой или всей информации о продукте на протяжении его жизненного цикла и всей

¹² URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32000496&p1=1>

¹³ URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075991>

¹⁴ URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169646>

цепочки поставок с помощью системы цифровых идентификационных данных и управляемая на основании зафиксированных в этой системе норм и правил. Таким образом, предложенное определение раскрывает помимо концепции, целей и задач прослеживаемости особенность ее инфраструктуры и необходимость развития ее институтов.

Внедрение систем прослеживаемости дает возможность партнерам по цепям поставок более эффективно достигать поставленные цели и задачи, в частности некоторые из них¹⁵:

- соответствие нормативным-правовым требованиям и указаниям;
- снижение рисков ведения бизнеса;
- отзыв и изъятие продукции как демонстрация высокого уровня координации и контроля качества продукции;
- повышение скорости отзыва или изъятия продукции и снижение затрат на данный процесс;
- соответствие требованиям партнеров по прослеживаемости;
- повышение эффективности управления логистикой;
- повышение эффективности управления качеством;
- предоставление актуальных сведений партнерам по прослеживаемости и конечным потребителям;
- подтверждение наличия заявленных характеристик или параметров;
- защита брендов;
- подтверждение подлинности;
- борьба с контрафактной продукцией;
- повышение прозрачности производственных процессов и цепи поставок в целом.

Прослеживаемость может быть реализована в двух направлениях: документальная прослеживаемость движения партии объекта и физическая прослеживаемость, т.е. цифровая маркировка каждой единицы прослеживаемого объекта.

В мировой практике существует немало примеров успешного практического применения прослеживаемости [21]. Однако, на разработку, внедрение и эксплуатацию собственных локальных систем для различных рынков и видов прослеживаемых объектов требуются значительные денежные средства и время, что ограничивает круг организаций способных использовать подобные системы.

Понимание роли, проблем и перспектив внедрения систем прослеживаемости дало толчок к их появлению и развитию, не только на уровне отдельных государств, но и на уровне межгосударственных объединений.

Так на территории Евразийского экономического союза (ЕАЭС, Союз) создается единая система цифровой прослеживаемости товаров. С 3 февраля 2021 года вступило в силу Соглашение¹⁶ подписанное в Нур-Султане, предусматривающее создание двух компонентов системы: внешнего и национального.

Внешним компонентом является наднациональная система цифровой прослеживаемости, обеспечивающая обмен информацией о пересечении границы между государствами-членами Союза прослеживаемого товара.

Национальный компонент системы – национальные системы цифровой прослеживаемости государств-членов ЕАЭС, обеспечивающие прослеживаемость импортных товаров на внутреннем рынке. Действие систем распространяется на физических лиц, зарегистрированных в качестве индивидуальных предпринимателей, и юридических лиц, совершающих операции с товарами, подлежащими прослеживаемости.

¹⁵ Установление пилотной системы прослеживаемости в птицепромышленном секторе Российской Федерации. URL: https://unece.org/DAM/trade/agr/promotion/2014_RussianFederation/Part1_Traceabilityconcept.pdf

¹⁶ Соглашение о механизме прослеживаемости товаров, ввезенных на таможенную территорию Евразийского экономического союза (Заключено в г. Нур-Султане 29.05.2019) URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=F01900455&p1=1>, URL: <https://docs.cntd.ru/document/561378808>

Соглашение о механизме прослеживаемости товаров ратифицировано Законом Республики Беларусь от 16 декабря 2019 г. № 258-З¹⁷.

В рамках реализации данного Соглашения с 1 июля на территории Республики Беларусь начинает функционировать национальная система информационной прослеживаемости выпускаемых на территории республики, а также экспортируемых и импортируемых товаров (НСИПТ). Данная система будет работать на базе электронных накладных, под которыми понимаются товарно-транспортные и товарные накладные в виде электронных документов, а также создаваемые грузоотправителем при отгрузке товаров в адрес организации, местом нахождения которой не является Республика Беларусь, и (или) иностранного гражданина и (или) лица без гражданства, осуществляющих предпринимательскую и иную хозяйственную (экономическую) деятельность, электронные сообщения. Настоящий подход позволит осуществлять сбор требуемых сведений в пределах повседневной хозяйственной деятельности на основе первичных учетных документов, подтверждающих факт свершения хозяйственных операций. В НСИПТ подлежат включению сведения, предоставляемые Государственным таможенным комитетом, субъектами хозяйствования, реализующими организациями, операторами электронного документооборота и уполномоченными на реализацию механизма прослеживаемости государственными органами (организациями) государств – членами ЕЭС¹⁸.

Разработка и внедрение национальных систем цифровой маркировки в странах ЕАЭС проходит с разной скоростью. Это происходит из-за различий уровней технологической готовности государств-членов и осуществления контроля разных видов продукции.

Для обеспечения бесшовного взаимодействия национальных компонентов, Совет Евразийской экономической комиссии утвердил базовую технологическую организационную модель системы маркировки товаров средствами идентификации в ЕАЭС, позволяющую исключить вероятность возникновения барьеров в трансграничной торговле на рынке Союза.

Данная модель включает в себя следующие элементы:

- порядок формирования и нанесения средств идентификации;
- состав и структура сведений о маркированном товаре;
- порядок взаимодействия национальных операторов;
- порядок функционирования информационной системы маркировки в контуре интегрированной информационной системы Союза¹⁹.

Государственная информационная система маркировки товаров унифицированными контрольными знаками или средствами идентификации РБ (далее – система маркировки), являющаяся национальным компонентом информационной системы маркировки товаров, предусмотренной Соглашением²⁰, начинает функционировать с 8 июля 2021 года. С целью совершенствования существующего механизма маркировки предусмотрен переход от контрольных (идентификационных) знаков различных видов к унифицированным, что обеспечит снижение затрат на их изготовление, вводится дополнительный механизм – маркировка товаров средствами идентификации. В системе маркировки будут аккумулированы сведения об унифицированных контрольных знаках, кодах маркировки, средствах идентификации, защищенных материальных носителях, защищенных материальных носителях с нанесенными средствами идентификации, знаках защиты и субъектах хозяйствования, осуществляющих маркировку и оборот маркированных товаров²¹.

¹⁷ Закон Республики Беларусь от 16 декабря 2019 г. № 258-З «О ратификации Соглашения о механизме прослеживаемости товаров, введенных на таможенную территорию Евразийского экономического союза» URL: https://pravo.by/upload/docs/op/H11900258_1576789200.pdf

¹⁸ О прослеживаемости товаров : Указ Президента Респ. Беларусь, 29 дек. 2020 г., № 496 // Нац. реестр правовых актов РБ. – 2020. – 1/19432. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32000496&p1=1>

¹⁹ Базовая модель системы маркировки товаров позволит избежать возникновения барьеров на внутреннем рынке ЕАЭС // Официальный сайт ЕЭК. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/05-03-2021-12.aspx>

²⁰ Соглашение о маркировке товаров средствами идентификации в Евразийском экономическом союзе (Заключено в г. Алматы 2 февраля 2018) [Электронный ресурс]: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=F01800197>

²¹ Об изменении указов Президента Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 06 янв. 2021 г., № 9 // Нац. реестр правовых актов РБ. – 2021. – 1/19446. URL: https://pravo.by/upload/docs/op/P32100009_1609966800.pdf

Функционирование единых систем прослеживаемости и маркировки товаров на территории Евразийского экономического союза позволит ускорить процесс беспрепятственного трансграничного перемещения товаров, иметь доступ к актуальным и достоверным статистическим данным и аналитической отчетности, повысить эффективность логистических цепей и цифровой транспортной инфраструктуры.

В результате использования единых цифровых систем государство сможет повысить эффективность таможенного и налогового администрирования [22]; снизить объемы незаконного оборота продукции [23]; сократить возможности уклонения от уплаты налогов, пошлин, сборов [24]; оперативно осуществлять проверку соответствия продукции нормативно-правовым актам и при необходимости изымать ее из оборота [1]. К примеру, в результате маркировки верхней одежды из натурального меха контрольными идентификационными знаками в течение года с момента начала чипирования на российском рынке был зафиксирован прирост вновь зарегистрированных индивидуальных предпринимателей и юридических лиц в размере 24%. В этот же период было конфисковано 10 000 единиц контрафактной продукции [25].

В дополнение к выше перечисленным преимуществам внедрения прослеживаемости в цепях поставок, единые системы позволят партнерам снизить операционные расходы в результате сокращения транзакционных затрат и ликвидации дублирующихся параллельных систем прослеживаемости, владеть актуальной информацией о ситуации на рынке, повысить объемы продаж заместив контрафактную продукцию легальной, предотвратить заключение договоров с недобросовестными участниками рынка, оптимизировать документооборот и обмен информацией с государственными органами [26].

Представляется, что развитие инфраструктуры прослеживаемости на основе цифровизации логистической деятельности и формирования ее институциональных основ будет способствовать решению проблем прозрачности движения продукции в цепях поставок, а также повышению качества материального обеспечения жизнедеятельности человека, в частности потребителям и органам государственного управления будут доступны полные и точные сведения о товаре, его наличии и ценах, что даст возможность приобретать легальную, качественную продукцию.

Заключение

Формирование системы цифровой прослеживаемости, в том числе ее инфраструктуры и институциональных основ на государственном и межгосударственном уровнях не завершено ни концептуально, ни на уровне системной реализации.

В нормативно-правовых документах Республики Беларусь, Российской Федерации и Таможенного союза ЕАЭС отсутствует унифицированная трактовка понятия «прослеживаемость», однако существует единый нормативный подход к определению данного понятия. В статье предложен унифицированный подход к определению понятия «система прослеживаемости», сделанный на основании обобщения содержания понятия в разных источниках.

Учитывая мировые тренды формирования цепей поставок и одновременно затратность и результативность формирования системы прослеживаемости отметим следующее. Система цифровой прослеживаемости, функционирующая на межгосударственном уровне, даст возможность прослеживать товары большему количеству организаций и с меньшими затратами, так как национальные или корпоративные системы цифровой прослеживаемости могут использоваться ограниченным кругом организаций.

Функционирование единой системы цифровой прослеживаемости товаров на территории ЕАЭС обеспечит доступ к достоверным актуальным данным о перемещении товаров, что в свою очередь будет способствовать снижению незаконного оборота продукции, повысит собираемость налогов, снизит операционные расходы бизнеса и даст возможность потребителям приобретать легальную, качественную продукцию.

Направления дальнейших исследований

Цифровая прослеживаемость сопряжена с использованием аппаратного и программного обеспечения в форме различных информационных технологий, в том числе технологии блокчейн, технологии искусственного интеллекта, big data и прочие. Методическое обеспечение, поддерживающее систему принятия решений о внедрении той или иной информационной технологии не разработано в достаточной степени, представляется, что его разработка могла бы стать органичным продолжением исследования представленного в данной статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лаптев Р.А., Коварда В.В., Рогов Р.А.** Основные направления развития системы прослеживаемости товаров в качестве фактора обеспечения безопасности России в условиях расширения процесса глобализации // Вестник Евразийской науки. 2020 №1. URL: <https://esj.today/PDF/15ECVN120.pdf>.
2. **Голубенко О.А., Финаенова Э.В., Свекольникова О.Ю., Тимуш Л.Г., Шевченко Н.В.** Цифровизация маркировки потребительских товаров // Вестник СГСЭУ. 2020. № 3 (82). С. 7–11
3. **Коваленко Е.Г.** Мониторинг оборота товаров как особая форма государственного контроля // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2021. № 1 (105). С. 108–113. DOI 10.38161/2618-9526-2021-1-108-113
4. **Печенко Н.С.** Таможенное регулирование логистических внешнеторговых потоковых процессов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2019. № 6 (120). С. 184–189.
5. **Higgins D.M.** (2004), ‘Mutton dressed as lamb?’ The misrepresentation of australian and new zealand meat in the british market, c. 1890–1914. Australian Economic History Review, 44: 161–184. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8446.2004.00115.x>
6. **Sarpong S.** Traceability and supply chain complexity: confronting the issues and concerns. European Business Review, 2014, no. 3, pp. 271–284. <https://doi.org/10.1108/EBR-09-2013-0113>
7. **Garcia-Torres S., Albareda L., Rey-Garcia M., Seuring S.** Traceability for sustainability – literature review and conceptual framework. Supply Chain Management, 2019, no. 1, pp. 85–106. <https://doi.org/10.1108/SCM-04-2018-0152>
8. **Beliatskaya T.N., Knyazkova V.S.** The methodology of e-economy infrastructure research. Managing Service, Education and Knowledge Management in the Knowledge Economic Era, 2017, pp. 95–100. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781315269146-19/methodology-economy-infrastructure-research-beliatskaya-knyazkova>
9. **Беляцкая Т.Н.** Методологические основы управления электронной экономической системой // Азимут науч. исслед.: экономика и упр. 2018. № 2. С. 52–55.
10. **Березной А.В.** Транснациональный бизнес в эпоху глобальной цифровой революции // Мировая экономика и международные отношения. 2018. том 62. № 9, С. 5–17.
11. **Невская А.А.** Взаимодействие корпоративных структур в ЕС: влияние цифровизации // Мировая экономика и международные отношения, 2020, том 64, № 10, с. 93–102.
12. **Cichosz M., Wallenburg C.M., Knemeyer A.M.** Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. The International Journal of Logistics Management, 2020, no. 2, pp. 209–238. <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229>
13. **Ioanna C. Pappa, Constantine Iliopoulos, Theofilos Massouras.** What determines the acceptance and use of electronic traceability systems in agri-food supply chains? Journal of Rural Studies, 2018, pp. 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.01.001>.
14. **Stranieri S., Cavaliere A., Banterle A.** Voluntary traceability standards and the role of economic incentives. British Food Journal, 2016, Vol. 118 no. 5. URL: <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2015-0151>
15. **Рачковская И.А.** К вопросу об обеспечении прослеживаемости в условиях неоиндустриализации // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. 2016. том 20. выпуск 1, С. 19–38.
16. **Рачковская И.А.** Основные тенденции трансформации логистики в ходе неоиндустриализации // Вестник московского университета. Серия 6. Экономика. 2016. № 3 С. 85–102.

17. **Zaharia T., Moga L.M., Nenciu M.I., Maximov V., Tiganov G.** Adoption of traceability systems by romanian fishery and aquaculture influencing factors and benefits. *Quality – Access To Success*. 2015. vol. 16. no. 148. pp. 80–82.
18. **Senneet G., Forås E., Fremme K.M.** Challenges regarding im-plementation of electronic chain traceability. *British Food Journal*, 2009, Vol. 109, no. 10, pp. 805–818. URL: <https://doi.org/10.1108/00-070700710821340>
19. **Васильев Д.** Что, где и когда на производстве. Прослеживаемость в системе смарт // *Электроника: наука, технология, бизнес*. 2014. № 5 (136). С. 110–115.
20. **Иукуридзе Э.Ж., Ткаченко О.Б., Титлова О.А., Лозовская Т.С.** Прослеживаемость как необходимое условие успешной политики в области продуктов питания // *ScienceRise*. 2016. Т. 2. № 2 (19). С. 19–25. DOI: 10.15587/2313-8416.2016.60287
21. **Фещенко С.Л.** Системы прослеживаемости и маркировки как фактор повышения надежности цепей поставок // *Материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь*. 2021. С. 386–388.
22. **Иванов О.Б., Хапилин А.Ф., Хапилин С.А.** Цифровая повестка ЕАЭС в контексте модернизации системы таможенного администрирования // *Вестник Ростовского государственного экономического университета*. 2020. №1(69). С. 157–163.
23. **Коварда В.В., Лаптев Р.А., Тимофеева О.Г.** Перспективы повышения уровня экономической безопасности в контексте цифровизации экономических процессов посредством развития системы прослеживаемости в ЕАЭС // *Вестник Евразийской науки*, 2020, № 5, URL: <https://esj.today/PDF/11ECVN520.pdf>
24. **Липатова Н.Г., Лубик А.Ф.** Прослеживаемость перемещения товаров как инструмент повышения эффективности таможенного контроля // *Вестник Российской таможенной академии*. 2019. №3. С. 39–45.
25. **Шаурина О.С., Кривушина О.А.** О маркировке товаров контрольными (идентификационными) знаками в Российской Федерации // *Электронный научный журнал «Век качества»*. 2019. №4. С. 167–183. URL: <http://www.agequal.ru/pdf/2019/419011.pdf>.
26. **Положенцева Ю.С., Клевцова М.Г., Леонтьев Е.Д.** Эффекты от цифровизации экономического пространства в условиях трансформации современного общества *Економічний часопис-XXI*. 2019. № 11-12. С. 78–87.

REFERENCES

1. **R.A. Laptev, V.V. Kovarda, R.A. Rogov**, The main directions of the development of the traceability system of goods as a factor in ensuring Russia's security in the context of the expansion of the globalization process. *The Eurasian Scientific Journal*, 2020, no. 1(12). URL: <https://esj.today/PDF/15ECVN120.pdf>. (rus)
2. **O.A. Golubenko, E.V. Finaenova, O.Y. Svekolkova, L.G. Timush, N.V. Shevchenko**, [Digitalization of consumer product labeling]. *Vestnik of Saratov State Socio-Economic University*, 2020, no 3 (82). pp. 7–11. (rus)
3. **E.G. Kovalenko**, Monitoring of goods turnover as a special form of state control [*Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava*], 2021, no. 1 (105), pp. 108–113. (rus). DOI: 10.38-161/2618-9526-2021-1-108-113
4. **N.S. Pechenko**, Customs regulation of logistics foreign trade processes [*Izvestiya Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo Ekonomicheskogo Universiteta*], 2019, no. 6 (120), pp. 184–189. (rus)
5. **D.M. Higgins**, (2004), ‘Mutton dressed as lamb?’ The misrepresentation of australian and new zealand meat in the british market, c. 1890–1914. *Australian Economic History Review*, 44: 161–184. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8446.2004.00115.x>
6. **S. Sarpong**, Traceability and supply chain complexity: confronting the issues and concerns. *European Business Review*, 2014, no. 3, pp. 271–284. <https://doi.org/10.1108/EBR-09-2013-0113>
7. **S. Garcia-Torres, L. Albareda, M. Rey-Garcia, S. Seuring**, Traceability for sustainability – literature review and conceptual framework. *Supply Chain Man-agement*, 2019, no. 1, pp. 85–106. <https://doi.org/10.1108/SCM-04-2018-0152>

8. **T.N. Beliatskaya, V.S. Knyazkova**, The methodology of e-economy infrastructure research. *Managing Service, Education and Knowledge Management in the Knowledge Economic Era*, 2017, pp. 95–100. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781315269146-19/methodology-economy-in-frastructure-research-beliatskaya-knyazkova>
9. **T.N. Belyatskaya**, Methodological foundation of electronic economic system management. *Azimuth of scientific research: economics and administration*, 2018, no. 2, pp. 52–55.
10. **A. Bereznoi**, Multinational Business in the Era of Global Digital Revolution. [*Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*], 2018, vol. 62, no. 9, pp. 5–17. (rus). <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2018-62-9-5-17>
11. **A. Nevskaya**, Interaction of Corporate Structures in the EU: Impact of Digitalization. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*, 2020, vol. 64, No. 10, pp. 93–102. (rus). URL: <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2020-64-10-93-102>
12. **M. Cichosz, C.M. Wallenburg, A.M. Knemeyer**, Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*, 2020, no. 2, pp. 209–238. <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229>
13. **Ioanna C. Pappa, Constantine Iliopoulos, Theofilos Massouras**, What determines the acceptance and use of electronic traceability systems in agri-food supply chains? *Journal of Rural Studies*, 2018, pp. 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.01.001>
14. **S. Stranieri, A. Cavaliere, A. Banterle**, Voluntary traceability standards and the role of economic incentives. *British Food Journal*, 2016, Vol. 118, no. 5. URL: <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2015-0151>
15. **I.A. Rachkovskaya**, [K voprosu ob obespechenii proslezhivayemosti v usloviyakh neoindustrializatsii. *Intellectual'nyye sistemy. Teoriya i prilozheniya*], 2016. Vol. 20, no. 1, pp. 19–38. (rus)
16. **I.A. Rachkovskaya**, The major trends in logistics transformation in the course of neoindustrialization. [*Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika*], 2016, no. 3, pp. 85–102. (rus)
17. **T. Zaharia, L.M. Moga, M.I. Nenciu, V. Maximov, G. Tiganov**, Adoption of traceability systems by romanian fishery and aquaculture influencing factors and benefits. *Quality – Access To Success*. 2015. vol. 16. no. 148. pp. 80–82.
18. **G. Senneset, E. Forås, K.M. Fremme**, Challenges regarding implementation of electronic chain traceability. *British Food Journal*, 2009, Vol. 109, no. 10, pp. 805–818. URL: <https://doi.org/10.1108/00-070700710821340>
19. **D. Vasiliev**, What, where and when at the place of production system smart traceability. *Electronics: Science, Technology, Business*. 2014. no. 136. pp. 110–115. (rus)
20. **E.J. Iukuridze, O.B. Tkachenko, O.A. Titlova, T.S. Lozovskaya**, [Proslezhivayemost' kak neobkhodimoye usloviye uspeshnoy politiki v oblasti produktov pitaniya]. *ScienceRise*. 2016. Vol. 2. № 2 (19). pp. 19–25. (rus). DOI: 10.15587/2313-8416.2016.60287
21. **S.L. Feshchenko**, [Sistemy proslezhivayemosti i markirovki kak faktor povysheniya nadezhnosti tsepey postavok // *Materialy XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Akad. upr. pri Prezidente Resp. Belarus*]. 2021. pp. 386–388.
22. **O.B. Ivanova, A.Ph. Khapilin, S.A. Khapilin**, EAEU digital agenda in context of customs administration of system modernization. [*Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Ekonomicheskogo Universiteta*], 2020. no. 1(69). pp. 157–163. (rus)
23. **V.V. Kovarda, R.A. Laptev, O.G. Timofeeva**, Prospects for increasing the level of economic security in the context of digitalization of economic processes through the development of a traceability system in the EAEU. *The Eurasian Scientific Journal*, 2020, no. 5(12). (rus). URL: <https://esj.today/PDF/11ECVN520.pdf>
24. **N.G. Lipatova, A.F. Lubik**, Traceability of the movement of goods as a tool to improve the efficiency of customs. *The Russian Customs Academy Messenger*. 2019. no. 3. pp. 39–45. (rus)
25. **O. Shaurina, O. Krivushina**, About marking of goods by control (identification) signs in the Russian Federation. *Age of Quality*. 2019. no.4. pp. 167–183. URL: <http://www.agequal.ru/pdf/2019/419011.pdf>. (rus)
26. **Yu. Polozhentseva, M. Klevtsova, E. Leontyev**, Effects of the economic space digitalization in the context of modern society transformation. *Economic Annals-XXI*, 2019, no. 11-12, pp. 78–87. DOI: <https://doi.org/10.21003/ea.V180-09>. (rus)

Статья поступила в редакцию 06.06.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

БЕЛЯЦКАЯ Татьяна Николаевна

E-mail: beltan@tut.by

BELIATSKAYA Tatiana N.

E-mail: beltan@tut.by

ФЕЩЕНКО Светлана Леонидовна

E-mail: feschenko@bsuir.by

FESCHENKO Svetlana L.

E-mail: feschenko@bsuir.by

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

DOI: 10.18721/JE.14402

УДК 338.47 : 330.47 : 656.13 : 004.056

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОН УЯЗВИМОСТИ И ИСТОЧНИКОВ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

Писарева О.М.¹, Алексеев В.А.², Медников Д.Н.¹, Стариковский А.В.¹

¹ ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,
Москва, Российская Федерация;

² ООО «Рабус», Москва, Российская Федерация

Полномасштабное развертывание интеллектуальных транспортных систем с транспортными средствами автоматизированного движения и связанной дорожной инфраструктурой в урбанизированных пространствах открывает не только дополнительные перспективы роста эффективности отрасли перевозок, но и ведет к появлению дополнительных источников угроз, рисков и зон уязвимости таких систем. При расширении состава различного рода угроз нарушения штатного функционирования беспилотного автомобильного транспорта (CAV), включая воздействия на каналы информационного взаимодействия всех участников дорожного движения и элементов дорожной инфраструктурой в рамках интеллектуальной транспортной системы (ITS), требуется дальнейшее совершенствование норм и требований правового и технического регулирования создания и эксплуатации CAV. Это расширение области и задач тестирования безопасности автомобильного общественного, личного, коммерческого и специального транспорта, в том числе за счет проверки информационной безопасности при валидации и верификации как CAV, так и компонентов ITS. В рамках системного подхода с использованием методов контентного, логического и сравнительного анализа проведено уточнение предметной области исследования, охарактеризовано состояние нормативных требований национальных регуляторов по обеспечению информационной безопасности подключенных и автоматизированных транспортных средств, рассмотрены методические подходы по тестированию по информационной безопасности автоматизированного дорожного движения в рамках интеллектуальной транспортной системы. В работе представлен концептуальный подход к идентификации комплексной модели угроз для информационной безопасности технологической платформы информационного взаимодействия «беспилотное транспортное средство-дорожная инфраструктура». Проведенное исследование на основе анализа требований безопасности для беспилотных автомобилей и уточнения понятий в сфере обеспечения информационной безопасности эксплуатации CAV и функционирования ITS в условиях перехода к мобильной связи поколения 5G позволило получить следующие результаты: определить состав типовых зон уязвимостей и потенциальных атак; охарактеризовать спектр основных угроз, классифицировать основных агентов угроз информационной безопасности в архитектуре CAV и инфраструктуре ITS. Прикладное значение полученных результатов исследования состоит в возможности использования представленной модели угроз информационной безопасности CAV при разработке методических подходов и аналитических инструментов для организации и тестирования в рамках лабораторных экспериментов и полигонных испытаний различных видов преднамеренных нарушений каналов информационного взаимодействия отдельных устройств CAV, группы автономных транспортных средств и отдельного CAV с ITS. После закрепления нормативных требований в отечественном стандарте информационной безопасности CAV возможным направлением дальнейших исследований может стать разработка технологической и экономической моделей тестирования информационной безопасности в рамках ITS для национальной системы сертификации CAV различного типа.

Ключевые слова: цифровые технологии, информационная безопасность, беспилотный транспорт, испытательный полигон, интеллектуальная транспортная система

Ссылка при цитировании: Писарева О.М., Алексеев В.А., Медников Д.Н., Стариковский А.В. Характеристика зон уязвимости и источников угроз информационной безопасности эксплуатации беспилотных автомобилей в интеллектуальной транспортной системе // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 20–36. DOI: 10.18721/JE.14402

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

CHARACTERISTICS OF VULNERABILITY ZONES AND SOURCES OF THREATS FOR INFORMATION SECURITY FROM THE OPERATION OF UNMANNED VEHICLES IN AN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM

O.M. Pisareva¹, V.A. Alexeev², D.N. Mednikov¹, A.V. Starikovskiy¹

¹ State University of Management,
Moscow, Russian Federation;

² Rabus LLC, Moscow, Russian Federation

The full-scale deployment of intelligent transport systems with automated vehicles and associated road infrastructure in urbanized spaces opens up additional prospects for increasing the efficiency of the transportation industry. However, it also leads to the emergence of additional sources of threats, risks and areas of vulnerability of such systems. The range of various kinds of threats disrupting the normal functioning of connected and automated vehicles (CAV) is expanding. It includes the impact of the interaction between all road users and elements of the road infrastructure on the channels of information within the framework of the intelligent transport system (ITS). There is a growing need for further improvement of the norms and requirements of legal and technical regulation of CAV production and operation. It means an expansion of the field and tasks of testing the safety of public, personal, commercial and special automobile vehicles, including through the verification of information security during the validation and verification of both CAV and ITS components. The authors employed a systematic approach using methods of content, logical and comparative analysis in the research. The paper clarifies the subject area of the study, characterizes the state of national regulators' requirements for ensuring information security of connected and automated vehicles, and considers methodological approaches to testing information security of automated road traffic within the framework of intelligent transport systems. The authors present a conceptual approach to the identification of a complex model of threats to information security of the technological platform of information interaction "unmanned vehicle-road infrastructure". The study was based on the analysis of security requirements for unmanned vehicles and clarification of concepts in the field of information security for the operation of CAV and the functioning of ITS in the transition to mobile communications of the 5G generation. The main results of the research include the composition of typical zones of vulnerabilities and potential attacks; characteristics of the spectrum of the main threats; classification of the main agents of information security threats in the CAV architecture and ITS infrastructure. The applied value of the obtained results lies in the possibility of using the presented model of CAV information security threats in the development of methodological approaches and analytical tools for organizing and testing various types of deliberate violations of communication channels of individual CAV devices, a group of autonomous vehicles and a separate CAV with ITS in the framework of laboratory experiments and field tests. After the regulatory requirements are formalized in the national CAV information security standard, a possible direction for further research may be the development of technological and economic models for testing information security within the framework of ITS for the national certification system CAV of various types.

Keywords: digital technologies, information security, unmanned vehicles, test site, intelligent transportation system

Citation: O.M. Pisareva, V.A. Alexeev, D.N. Mednikov, A.V. Starikovskiy. Characteristics of vulnerability zones and threats sources for information security by the operation of unmanned vehicles in an intelligent transport system, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 20–36. DOI: 10.18721/JE.14402

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

Введение

Одним из экономически значимых следствий цифровой трансформации экономики, имеющих и социальные последствия, является расширяющееся внедрение подключенных и автоматизированных транспортных средств (АТС), включая автомобильные (Connected Automated Vehicles, CAV). С переходом к мобильной связи следующего поколения 5G (а также модернизацией решений с использованием протоколов коммуникаций в формате LTE) появилась возможность построения единой технологической платформы высокоскоростного обмена электронными данными и применения методов искусственного интеллекта в общей цифровой среде между автомобилем и различными элементами внешнего окружения в целостной транспортной системе (Vehicle-to-Everything, V2X). Все это является важнейшим шагом для полномасштабного развертывания интеллектуальных транспортных систем (Intelligent Transportation Systems, ITS) с транспортными средствами автоматизированного движения (Automated Driving, AD) и связанной дорожной инфраструктуры в урбанизированных пространствах с сетью дорог различной плотности и назначения: открытые (магистраль и шоссе), городские (улицы и переулки) и ограниченные (специальные хозяйственные и общественные зоны) участки территорий стран. Создание национальной ITS предполагает решение широкого круга задач в технической и экономической, организационной и правовой сферах организации беспилотного движения автомобильного транспорта. Для реализации функциональных возможностей CAV в цифровой экономике должны быть изучены и решены вопросы обеспечения безопасности их эксплуатации, в том числе и прежде всего в области информационной безопасности инновационных решений для беспилотных автомобилей личного и коммерческого, общественного и специального назначения, дорожной инфраструктуры, а также систем организации и регулирования дорожного движения.

Цель исследования

Объектом настоящего исследования является транспортная отрасль Российской Федерации. Предмет исследования – обеспечение информационной безопасности эксплуатации беспилотных автомобилей в интеллектуальной транспортной системе.

Главная цель исследования состоит в определении подходов к выявлению и анализу зон уязвимости и источников угроз информационной безопасности подключенных, автоматизированных и автоматических транспортных средств при организации процесса их проектирования, разработки, создания (производства) и эксплуатации.

Основные задачи исследования, предопределенные содержанием общей проблемы обеспечения безопасности дорожного движения и логикой государственного регулирования технологического развития транспортной системы, заключаются в определении и характеристике состава элементов технологической платформы CAV-ITS, подверженным угрозам информационной безопасности, а также в идентификации и классификации источников угроз информационной безопасности и способов их реализации в цифровой среде информационного и коммуникационного обеспечения эксплуатации беспилотных автомобилей. Результаты решения указанных задач создают предпосылки для системного и согласованного рассмотрения проблем практической реализации возможностей беспилотного транспорта в части определения предмета и функций задач тестирования уровня информационной безопасности создаваемых и выводимых на рынок транспортных услуг технологических платформ интеграции автономного автомобиля и дорожной инфраструктуры, которые должны быть отражены при обосновании ключевых принципов и требований нормативного регулирования создания национальной интеллектуальной транспортной системы и технической сертификации беспилотных автомобилей.

Методика

Достижение поставленной цели и решение сформулированных задач исследования предполагает применение комплекса общенаучных методов контентного и сравнительного, логического и системного анализа для изучения отечественного и зарубежного опыта разработки и внедрения технологий CAV, для обобщения сложившейся законодательной практики регулирования информационной безопасности эксплуатации CAV на выделенных участках дорожной сети и дорогах общего пользования, для характеристики подходов тестирования информационной безопасности технологической платформы CAV-ITS в условиях стендовых (лабораторных) и полевых (полигонных) испытаний беспилотных автомобилей. При анализе и решении комплекса проблем обеспечения информационной безопасности CAV авторы предлагают использовать оригинальный методический подход, заключающийся во взаимосвязанном рассмотрении ключевых особенностей конструкции беспилотного автомобиля и архитектуры интеллектуальной дорожной инфраструктуры на технологической платформе V2X как концептуальной основы формирования профиля рисков и оценки рисков CAV, обусловленных различными способами нарушения контура информационной защиты в среде ITS. Источниками информации стали доступные открытые публикации научного и экспертного характера, аналитические материалы научных и исследовательских центров разработки технологий и оборудования для ITS, официальные правовые документы и статистические данные о разработке, тестировании и внедрении CAV с обеспечением информационной безопасности их эксплуатации для национальных и международных челночных и магистральных перевозок грузов и пассажиров.

Результаты и обсуждение

Внедрение технологий беспилотного транспорта оказывает возрастающее и расширяющееся влияние на социально-экономическое развитие передовых стран, что сопровождается появлением нового спектра институциональных и технических проблем регулирования создания и сертификации беспилотных автомобилей с различным уровнем автоматизации движения, включая проверку обеспечения требований информационной безопасности.

Инновации в автомобилях и дорожной сети следующего поколения, связаны, прежде всего, с расширением возможности сетевого подключения, для чего промышленность уже внедрила или готова внедрить (при решении смежных правовых и организационных вопросов ITS) новые функции. Эти инновационные функции часто называют «киберфизическими», поскольку почти все они требуют сбора данных о транспортной киберсистеме из физической и цифровой сфер описания внутренней (состояние транспортного средства) и внешней (состояние окружения) среды для принятия решений о дальнейшей эксплуатации автомобилей и выполнения таких решений с физическими последствиями. Общая схема экосистемы и инфраструктура подключенного и автономного транспортного средства представлена на рис. 1.

Анализ национальных и межгосударственных стратегий развития автоматизированного движения, показывает, что одним из ключевых моментов организации широкого развертывания и эффективного использования подключенных и автономных транспортных средств является проведение исследований и разработок в области построения интеллектуальных транспортных систем. Отраслевые эксперты обозначают критическое значение и определяют ведущую роль вопроса обеспечения безопасности CAV при их масштабном встраивании в процессы общественных, коммерческих и персональных перевозок, включая решение задачи *безопасности* (Cyber Security) для информационного взаимодействия беспилотного автомобиля (БА) с дорожной инфраструктурой (ДИ) в рамках ITS.

Оценка и сопоставление различных подходов к определению безопасного состояния CAV позволяет определить перечень требований безопасности для беспилотного автомобильного транспорта [1] в части понимания состояния его:

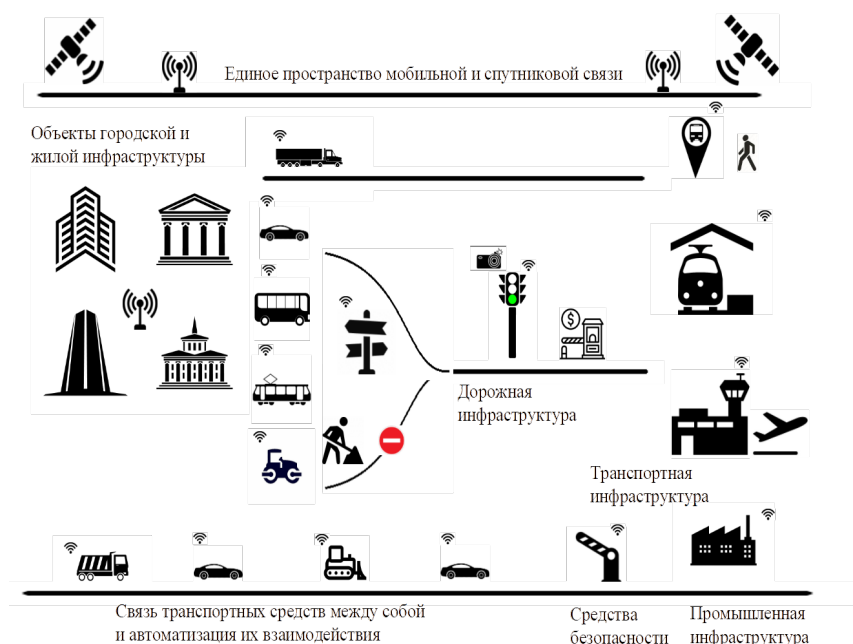


Рис. 1. Схематичное представление экосистемы высокоавтоматизированного транспортного средства
Схематичное представление экосистемы высокоавтоматизированного транспортного средства¹

Fig. 1. Schematic representation of the ecosystem for highly automated vehicles

- текущих эксплуатационных возможностей;
- текущих функциональных ограничений по отношению к сложившейся ситуации;
- предельных возможностей эксплуатации в условиях, когда уровень риска является приемлемым для пассажиров и транспортируемого груза и других участников дорожного движения;
- безопасности и минимизации помех движению при остановке на обочине или возле тротуара;
- безопасности при нахождении в полосе движения только при соблюдении всех следующих условий: относительная скорость для других участников дорожного движения ниже максимальной; стационарное транспортное средство не блокирует маршруты доступа аварийных транспортных средств или путей аварийного выхода; в течение короткого времени автомобиль может быть выведен водителем-контролером или удаленным оператором с полосы движения; водитель-контролер может защитить автомобиль от различных угроз;
- зон риска и степени уязвимости в условиях движения или опасного местонахождения (например, остановка в опасном месте), безусловно инициирующих отправление аварийного сигнала и запрос помощи.

Охарактеризуем события, связанные с безопасностью. В дорожном движении могут происходить различные события, которые влияют на риски негативного развития текущей ситуации и в ближайшем будущем. С одной стороны, технические дефекты и неисправности в системе управления транспортного средства снижают его эксплуатационные качества, а с другой, изменения условий окружающей среды, ситуации, которые перегружают систему управления транспортного средства, неправильное поведение других участников дорожного движения и форс-мажорные обстоятельства увеличивают требования к системе управления транспортным средством. В частности, сочетание сниженных возможностей управления и повышенного количества внешних факторов приводит к повышению уровня риска ДТП. Дефекты и технические неисправности на транспортном средстве и в системе его наведения могут возникать внезапно, и поэтому их очень трудно предвидеть. Помимо механических дефектов на транспортном

¹ См.: White paper. Automotive Security: Best Practices. Recommendations for security and privacy in the era of the next-generation car. McAfee. 2016.

средстве, дефекты и ошибки разработки в системе наведения транспортного средства могут привести к снижению эксплуатационных характеристик. Неблагоприятные условия освещения и погодные условия повышают требования к долговечности датчиков, используемых для контроля окружающей среды и дорожной обстановки. Кроме того, неблагоприятные погодные условия приводят к ухудшению дорожных условий. Это напрямую влияет на динамику вождения. Из-за сложности дорожного движения и бесконечного количества возможных ситуаций, вероятно, что не все ситуации будут приняты во внимание при разработке системы управления транспортным средством. Если транспортное средство сталкивается с ситуацией, которая не может быть разрешена с помощью существующего программного обеспечения, это напрямую влияет на уровень риска негативного развития ситуации. Отдельного изучения требует поведение нескольких САУ с различным программным обеспечением. Поведение других участников дорожного движения не всегда соответствует правилам, и может случиться так, что их нестандартное поведение является отдельным источником опасного поведения САУ. В некоторых ситуациях эксплуатация автоматизированного транспортного средства никогда не может быть безопасной, поскольку другие участники дорожного движения действуют опасным образом. В таких ситуациях признанные ограничения возможностей автоматизированного транспортного средства и средств управления движением является сложной задачей при создании интеллектуальной транспортной системы. Форс-мажорные обстоятельства могут также представлять отдельную угрозу, приводящую к повышению риска эксплуатации, например, из-за землетрясений, внезапных наводнений или солнечных вспышек, которые приводят к помехам в используемых системах, таких как глобальная спутниковая навигационная система или связь между транспортными средствами [2]. При этом в соответствии с ISO 26262 [3] подобные события не учитываются при разработке систем помощи при вождении.

Таким образом, с одной стороны, масштабная автоматизация через развитие кооперативных транспортных систем и интеллектуальной мобильности направлена на снижение рисков в процессе транспортировки, с другой стороны, цифровизация автомобилей и дорожной инфраструктуры, через появление новых зон уязвимости, взаимодействующих между собой киберфизических систем, приводит к повышению рисков автономного / автоматизированного движения транспортных средств. Поэтому разработка технологий управления САУ нуждается в оценке последствий использования, что требует комплексного моделирования структуры взаимосвязей в киберфизических системах интеллектуального автомобильного транспорта. Механизм взаимодействия/связи автоматизированного или автономного интеллектуального транспортного средства с физической и киберфизической инфраструктурой формируется под влиянием широкого внедрения ключевых обеспечивающих технологий интеллектуальной мобильности (Key Enabling Technologies of Smart Mobility): автоматизации движения; цифрового интерфейса; цифровых данных; информационной взаимосвязанности, которые подробно рассматриваются, например, в работе [4].

Очевидно, что эффективно обеспечить безопасность эксплуатации САУ и функционирования ITS в целом нельзя, имея дело с отдельными компонентами, угрозами или точками атаки. Учитывая природу рассматриваемой киберфизической системы, определяющим аспектом здесь, конечно, является безопасность объединенной системы, которая состоит из системы управления САУ и системы управления дорожной инфраструктурой. Реализация соответствующих требований предполагает применение целостного системного подхода с оценкой участия и влияния отдельных элементов всей экосистемы автономного автомобильного транспорта. Во-первых, для киберфизических систем источник (фактор) риска может находиться и в реальном, и в виртуальном мире, во-вторых, последствия спровоцированных факторами риска инцидентов также происходят в реальном и виртуальном мире. Это существенно затрудняет защиту систем САУ, включая устройства и элементы технологической платформы информа-

ционного взаимодействия «высокоавтоматизированное транспортное средство-дорожная инфраструктура» (далее – ТП ВАТС-ДИ), а также предполагает качественное изменение подхода к построению и тестированию аппаратно-программных и информационно-технологических средств противодействия негативным информационным воздействиям (как умышленным атакам, так и случайным влияниям событий различного рода в киберфизической системе CAV и инфраструктуре ITS).

В соответствии с общей структурой стратегической модели киберфизических систем совокупность высокоавтоматизированных транспортных средств в среде интеллектуальной дорожной инфраструктуры, представленной в схожих подходах анализа целого ряда исследователей и экспертов (см., например, работы [1–4]) можно определить множество наиболее уязвимых для атаки элементов (поверхностей) высокоавтоматизированного транспортного средства и направлений (способов) воздействия на него. Так на рис. 2 показана схема расположения зон уязвимости для гипотетического представителя семейства CAV.

В ряде специальных исследовательских работ ранее проводился анализ уязвимости моделей транспортных средств с различным уровнем автоматизации [1, 5, 6, 7 и др.], в которых определена типология дистанционных атак в зависимости от трех категорий характеристик CAV:

- зоны для удаленной атаки;
- киберфизических особенностей транспортного средства;
- используемой сетевой архитектуры.

В частности, в работе [8] выделено семь основных категорий дистанционных атак, основанных на анализе характеристик 20 моделей транспортных средств. При этом была установлена четкая тенденция возрастания возможных потенциальных векторов атаки для более новых моделей автомобилей с технологиями CAV, что подчеркивает важность проведения дополнительных исследований в области обеспечения безопасности платформы V2X для разработки более эффективных способов и средств защиты от угроз умышленного негативного воздействия в цифровой среде ITS (с желательным опережением характеристик перспективных/прогнозируемых методов взлома контура безопасности киберфизической системы CAV) [9, 10].

Охарактеризуем типологию нарушителей, формирующих угрозы кибербезопасности для CAV с характеристиками моделей и мотивов вредоносных действий (т.е. не случайных факторов), приведенную в обзоре [11]. В исследовании отмечается, что одним из наиболее важных шагов в улучшении состояния безопасности киберфизических систем в целом и автономных транспортных средств в частности, является понимание мотивов, целей и действий нарушителей или агентов угроз. Нарушители довольно разнообразны, но знание, кто они, моделирование их поведения, может помочь в планировании наиболее эффективных стратегий смягчения угроз и минимизации рисков. Возрастающая связность устройств сетевыми коммуникациями, с одной стороны, расширяет пространство угроз, увеличивает возможности атаки и, следовательно, увеличивает риск для подключенных к Интернету по различным протоколам устройств, включая беспилотные автомобили и элементы транспортной инфраструктуры. С другой стороны, появилась возможность накапливать и систематизировать обширные сведения об атаках с различными последствиями в виде неправильного поведения или отказа транспортного средства и транспортной инфраструктуры, что позволяет проводить всесторонний анализ инцидентов. Это позволило преодолеть исторически сложившуюся фрагментированность исследования масштаба, хронологии и характера предпринятых и реализованных попыток несанкционированных деструктивных действий в той или иной сфере подключенных устройств. В этой связи весьма успешной оказалась предпринятая компанией IT Threat Assessment Group (торговая марка McAfee®) разработка по идентификации и оценке угроз, в результате чего была создана библиотека агентов угроз [6] и модель использования оценки риска агентов угроз [7]. Так, на основе предпринятого анализа были выделены следующие пять групп агентов.

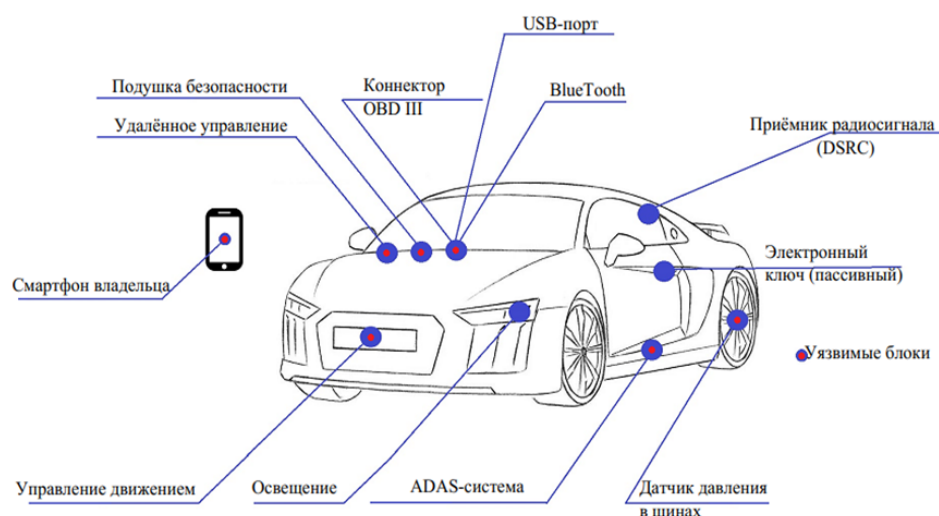


Рис. 2. Потенциальные направления атак и точки входа для взлома интеллектуальной системы управления высокоавтоматизированным транспортным средством

Источник: CRC²

Fig. 2. Potential attack directions and entry points for hacking the intelligent control system of highly automated vehicles

1) Исследователи и любители (Researchers and hobbyists). Их мотивы обычно положительны, и у них есть значительное время и доступ для проведения исследований. Задачи исследований часто предназначены для выявления уязвимостей, а результаты, как правило, свободно распространяются среди других пользователей для предотвращения угроз и внесения необходимых корректировок продуктов и сервисов. Хотя обмен информацией в тоже время доступен для потенциальных злоумышленников, преимущества информации об угрозах безопасности той или иной киберфизической системе и открывающаяся возможность корректирующих действий перевешивают сопутствующие риски.

2) Хакеры «любители» (Pranksters and hacktivists). Представители этой группы агентов угроз составляют негативную часть любителей, поскольку используют возможность продемонстрировать свои навыки с отрицательными результатами для владельца или производителя подключенного устройства. Количество «шутников» и причиняемый ими вред, как правило, ограничивается относительной сложностью используемых в автомобильной промышленности и транспортной сфере продуктов и устройств, способных при вмешательстве в зонах уязвимостей приводить к тем или иным потерям.

3) Владельцы и операторы (Owners and operators). Многие инструменты для взлома автомобилей доступны для владельцев различных подключенных устройств. Не являясь преступниками, эти люди потенциально могут иметь мотив «взломать» свои собственные транспортные средства для ремонта и технического обслуживания, чтобы, например, улучшить показатели производительности, снять ограничения, наложенные производителем или государственным регулятором, или отключить некоторые элементы системы, чтобы скрыть свои действия по личным или мошенническим причинам. Это может обернуться катастрофической проблемой для некоторых систем и устройств, являющихся критически важными для безопасности подключенного интеллектуального автомобиля. Следовательно, подобное несанкционированное вмешательство или модификации системы могут, в конечном итоге, также приводить к дорожно-транспортному

² CRC (The Congressional Research Service) – структурное подразделение Библиотеки Конгресса США (The Library of USA Congress), обеспечивающее экспертно-консультативную и информационно-аналитическую поддержку законотворческой и контрольной работы членов нижней палаты парламента США. В частности, при рассмотрении аспектов правового регулирования развития технологий CAV и обеспечения кибербезопасности им был подготовлен специальный обзорный отчет (см.: Canis B. Issues in Autonomous Vehicle Testing and Deployment (Updated November 27, 2019). CRS Report, R45985. Congressional Research Service, USA, 2019. 25 p.).

происшествию с той или иной степенью ответственности для нарушителя при установлении его причастности к причинам происшествия. Очевидно, что производитель подключенного транспортно-средства заинтересован в ограничении подобных действий с помощью соответствующих функций безопасности, обеспечивая нормальный режим функционирования интеллектуальных систем и эксплуатации автомобиля и минимизируя свою дополнительную ответственность.

4) Организованная преступность (Organized crime). Оргпреступность всегда была угрозой для транспортных средств. В настоящее время она является серьезной угрозой и в сфере кибербезопасности. Основной мотивацией этой группы (зачастую, опережающей исследователей по своим техническим возможностям) является финансовая выгода, поэтому злоумышленники будут искать способы более легкого угона автомобилей и/или кражи транспортируемого груза. Киберугрозы часто следуют по эволюционной схеме, начиная с отказа в обслуживании (DoS), внедрения вредоносных программ, затем появления вымогателей и атак, направленных на определенные объекты. В этом случае DoS или отключение функций транспортного средства могут быть нацелены на конкретные модели транспортного средства, географические регионы, компании по аренде автомобилей и другие корпоративные автопарки. Вредоносные программы, следуя схожему образцу, могут вмешиваться в функционирование системы автоматизированного вождения и использовать различные внутренние данные о транспортном средстве (трафик, маршруты, груз, пробег, обслуживание, ремонт и т.п.), чтобы найти необходимые ценные сведения для криминального использования, в том числе для продажи персональной и конфиденциальной информации. В этом случае факт вымогательства может включать в себя удержание отдельных автомобилей (их парка) или в целом прерывание движения с целью создания хаоса для получения финансовой или политической выгоды. В области кибербезопасности эти инструменты атак стали использоваться и для такой модели киберпреступности, как оказание в интересах «заказчиков» специальных «услуг», потенциально открывая автомобильный рынок для подготовленных и точных атак на отдельных лиц, конкурентов и политиков и т.п.

5) Национальные государства (Nation-states). Мотивы закамouflированной деятельности представителей специальных служб национальных государств не всегда легко определить. Очевидными являются промышленный шпионаж, слежка, экономическая или реальная война. Другие мотивы связаны с вмешательством – «помощь» национальному производителю против иностранных конкурентов. Дополнительным фактором риска со стороны данной группы нарушителей является потенциальная возможность распространения сложного вредоносного кода, разработанного хорошо финансируемыми и специально подготовленными сотрудниками спецслужб национальных государств, в преступной среде, что существенно усиливает угрозу со стороны преступников и «шутников».

Анализ факторов риска и нарушителей позволяет строить модель угроз и модель нарушителя, которая предопределяет в дальнейшем обоснованность методов тестирования и корректность проведения испытаний элементов, устройств и систем интеллектуального транспортного средства.

В настоящее время нами определен следующий состав ключевых нормативных документов международного уровня, определяющих основные аспекты разработки и тестирования высокоавтоматизированных транспортных средств и интеллектуальных элементов дорожной инфраструктуры, включая сферу обеспечения кибербезопасности компонент интеллектуальной транспортной системы в целом:

- ISO/PAS 21448:2019 Road Vehicles – Safety of the intended functionality (SOTIF);
- ISO 26262:2018 Road Vehicles – Functional safety;
- ISO/SAE CD 21434 Road Vehicles – Cybersecurity engineering;
- ISO 19157:2013 Geographic information – Data quality;

- ISO/TS 19158:2012 Geographic information – Quality assurance of data supply;
- ISO/TS 16949:2009 Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations;
- ISO/IEC 2382-1:1993 Information technology – Vocabulary – Part 1: Fundamental terms;
- ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and software engineering – System life cycle processes.

Охарактеризуем возможный подход к построению комплексной модели угроз для автоматизированных систем вождения, включая внешние атаки в рамках платформы V2X, и разработке метода оценки атак через различные каналы телекоммуникации, предложенные в работе [12]. Данное исследование было выполнено для решения проблем информационной безопасности технологий CAV при построении в Японии национальной ITS в рамках реализации проекта автоматического вождения для универсальных услуг (Automated Driving for Universal Services, ADUS) в составе Межведомственной программы содействия стратегическим инновациям (the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program, SIP). В рассматриваемой публикации понятие угроза была определена как «потенциальная ситуация (элемент), которая наносит вред (ущерб) автоматизированной системе вождения», что соответствует трактовке понятия угрозы в ISO / IEC 27000: 2009 [7] с уточнением, соответствующим цели исследования. На основе уточненного определения угрозы и введенных рабочей группой WP.29 положений Всемирного форума согласования правил в области транспортных средств³ специалистами JSAE⁴ были сопоставлены общая модель автоматизированной системы вождения и матрица угроз с целью выявления цели атаки и угрозы в отношении общей модели, которые затем были классифицированы на основе CAPEC⁵.

Тип атаки и перечисление общих слабых мест (common weakness enumeration, CWE) использовались для сравнения и проверки результатов категоризации с точки зрения дефектов для создания списка угроз для общей модели автоматизированной системы вождения. В рамках проекта ADUS был выявлен следующий список угроз:

1) Угрозы, связанные с системой транспортного средства: утечка активов (информации) OEM-изготовителя, утечка личных данных владельца транспортного средства, утечка ключей шифрования, фальсифицированная программа управления транспортным средством, несанкционированное изменение идентификатора транспортного средства, подмена идентификатора транспортного средства, фальсификация данных вождения, несанкционированные данные диагностики транспортного средства, фальсификация/удаление данных журнала, фальсификация параметров функции контроля, фальсификация параметров функции оплаты, сбой в обслуживании из-за переполнения данных, внедрение вредоносных программ, обход систем мониторинга.

2) Угрозы, связанные с физическими внешними интерфейсами транспортного средства: подделка датчиков, фальсификация маршрутов передачи данных, заражение вирусом с внешних носителей, вторжение с физических внешних интерфейсов (USB и т.д.), отправка несанкционированного диагностического сообщения (OBD II и т.д.).

3) Угрозы, связанные с внутренними каналами связи транспортного средства: перехват связи, несанкционированный доступ к данным из канала связи, фальсификация данных связи, фальсификация функции связи (например, удаленных ключей), фальсификация данных связи ближнего действия / датчиков, непреднамеренное выполнение функции из-за внедрение команды, фаль-

³ В рамках деятельности Отдела устойчивого транспорта Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН).

⁴ The Society of Automotive Engineers of Japan (JSAE) – Общество инженеров-автомобилестроителей Японии (см: <https://www.jsae.or.jp/en/about/index.php>).

⁵ CAPEC - Common Attack Pattern Enumeration and Classification (A Community Resource for Identifying and Understanding Attacks). Информационный портал CAPEC предоставляет общедоступный каталог общих шаблонов атак, который помогает понять, как злоумышленники используют уязвимости в приложениях и другие кибер-поддерживаемых возможностях для угроз информационной безопасности. «Шаблоны атак» — это описания общих атрибутов и подходов, используемых злоумышленниками для использования известных недостатков в кибер-поддерживаемые возможностях. Шаблоны атак определяют проблемы, с которыми может столкнуться пользователь информационных систем, и способы их решения. Они вытекают из концепции шаблонов проектирования, применяемой в разрушительном, а не конструктивном контексте, и создаются на основе глубокого анализа конкретных примеров использования в реальных условиях.

сификация/перезапись/удаление/добавление данных/кода, заражение вирусом из каналов связи, отправка несанкционированных CAN-сообщений, отправка несанкционированных специальных сообщений (например, сообщения, разрешенные только для отправки от OEM-производителей), ввод данных из ненадежного источника, прерывание обслуживания из-за переполнения данных, подмены отправителя, гражданских атак, атак повторного воспроизведения.

4) Угрозы, связанные с внешними каналами связи транспортного средства: перехват канала связи, несанкционированный доступ к данным по каналам связи, атаки MITM, фальсификация/перезапись/удаление/добавление данных/кода, ввод данных из ненадежного источника, отправка несанкционированных сообщений V2X, заражение вирусом из канал связи, фальсифицированное стороннее приложение, нарушение обслуживания из-за переполнения данных, атака черной дыры в коммуникации V2V, гражданская атака, внедрение команд, атака воспроизведения, компрометация ядра программного обеспечения (bios) и учетной записи (root) владельца/оператора САУ и т.п.

5) Угрозы, связанные с внешним сервером: утечка информации из-за вторжения на сервер, утечки информации из-за несоответствующего обмена данными, захвата сервера из-за вторжения сервера, DoS-атаки на сервер, разрушения сервера из-за вторжений, несанкционированного использования САУ и объектов инфраструктуры.

6) Угрозы, связанные с сервисом обновлений: утечка ключа шифрования для обновлений, нарушение обновления/фальсификация программы обновления (серверная/локальная), внедрение несанкционированных данных обновления, нарушение авторизованного обновления.

7) Угрозы, связанные с атаками со стороны транспортного средства (вторичное повреждение): передача ненадежных данных V2V, атака по времени, отправка ложной экстренной информации, DoS-атаки с машины на другую систему, передача ненадежных данных в инфраструктуру, DoS-атаки против инфраструктуры, транспортного средства ботнета, DoS-атаки против сети.

8) Угрозы, связанные с физическими факторами: потеря данных из-за сбоя или другой аварии, потеря данных из-за сбоя в управлении DRM, потеря данных из-за сбоя в работе IT-компонента, утечка данных из-за перепродажи/покупки автомобиля владельцем, данные OEM фальсификации.

На основе аналитического подхода в исследовании [12] для 40 предполагаемых архитектур системы были определены из 35 уязвимых функций, которые используются 12 сервисами. Для каждой архитектуры системы было перечислено 72 угрозы, а категории WP.29, CWE и CAPEC были объединены для общей идентификации 3040 угроз. Из 579 угроз с вероятностью возникновения, которые были получены, с учетом архитектуры системы и применения Criticality Evaluation Framework идентифицировано 560 угроз, классифицированных как «Осторожно», 17 – «Предупреждение» и 2 – «Срочно». С помощью сформированной структуры оценок была рассчитана критичность угроз для каждой функции, которую включает система автоматизированного вождения. Из присущих угроз были извлечены угрозы с уровнем критичности уровня 2 или выше. Затем для 17 угроз, классифицированных как «Предупреждение», и двух угроз, классифицированных как «Срочно», были также определены контрмеры и ответственные стороны/субъекты для каждой контрмеры (контрмеры и ответственные были определены и включены в состав рекомендаций на основе руководящих принципов и общих требований для контрмер, рекомендованных в WP.29). Процедурные вопросы оценки угроз информационной безопасности были отражены в рекомендациях по оценке информационной безопасности отчета по проекту ADUS⁶.

Таким образом, идентификация комплексной модели угроз для информационной безопасности ТП БА-ДИ может быть разработана на основе общей модели автоматизированной системы вождения при расширении зоны экспертной оценки до уровня интеллектуальных элементов ДИ и распределенной системы управления ITS (включая основные и резервные каналы коммуни-

⁶ См.: http://www.sip-adus.go.jp/file/rd-result_all.pdf.

каций) с учетом структуры оценки критичности выявленных/ обозначенных угроз. Эта структура должна объединять различные критерии оценки, разработанные, например, в рекомендациях WP.29 для интегральной⁷ оценки воздействия угрозы и степени атаки для измерения степени угрозы.

Для измерения эффектов негативных воздействий в ТП ВАТС-ДИ может быть использована следующая формула расчета степени критичности угрозы:

[влияние угрозы] × [степень разрушительности атаки] × [влияние инцидента] × [критичность информационного актива] = критичность угрозы.

Все возможные угрозы при анализе построения ITS и ТП ВАТС-ДИ в ходе исследования должны выявляться с учетом архитектуры систем и устройств транспортного средства, связанных с автоматизированной системой вождения и подключенных тем или иным образом к единому информационному полю, которое поддерживается общей сетью доступа (V2X).

Идентификация и дифференциация угроз, на которые нужно ответить с тем или иным приоритетом, могут определяться с использованием эвристической системы оценки критичности. Для специфицированного спектра угроз должны быть определены ответственные лица за состояние информационной безопасности компонент ITS и контрмеры по противодействию угрозам, а также требования к верификации и валидации системы автоматизированного вождения при тестировании технологий CAV и сертификации CAV (и отдельных компонент ТП ВАТС-ДИ). Все необходимые контрмеры (на стороне аппаратно-программных комплексов как инфраструктуры ITS, так и транспортного средства) должны были отражены в технологическом стандарте разработки и эксплуатации беспилотного транспорта и соответствующих руководствах по оценке и обеспечению информационной безопасности ITS и CAV.

Общая модель автоматизированной системы вождения для исследования угроз интеллектуальному транспортному средству в рамках использования платформы V2X изображена на рис. 3.

Направления дальнейших исследований

Рассмотренные подходы к идентификации и анализу зон уязвимости информационной безопасности беспилотных автомобилей и состава угроз информационного взаимодействия подключенных и автономных транспортных средств с активными элементами дорожной инфраструктуры позволяют охарактеризовать сложность и масштабность задач создания национальной интеллектуальной транспортной системы. Дальнейшие исследования в области обеспечения информационной безопасности технологической платформы Vehicle-to-Everything (V2X) связаны с разработкой методики тестирования беспилотных автомобилей различного назначения, а также с формированием комплекса национальных стандартов для ITS, сопряженных с обобщением национальных и международных требований обеспечения интероперабельности и мультимодальности устройств и технологий CAV для «бесшовного» построения глобальных транспортных коридоров. Кроме того, необходима разработка унифицированных технических и организационных требований к проектам испытательных стендов (реальное и виртуальное лабораторное тестирование) и испытательных полигонов (ситуационная и комплексная дорожная эксплуатация) для беспилотного транспорта и его отдельных компонентов. Весь комплекс вопросов создания/внедрения технологий CAV и построения/ функционирования ITS должен быть также адекватно отражен при обосновании и адаптации нормативных правовых актов в национальном законодательстве. Отдельного внимания заслуживает решение исследовательских задач в области моделирования трансформации дорожной сети и транспортных потоков, а также экономического анализа динамической модели жизненного цикла как отдельного беспилотного автомобиля конкретного типа и назначения, так и ITS в целом.

⁷ В указанной публикации отсутствуют подробности описания расчетов, но анализ формы представления результатов позволяет сделать вывод, что, по существу, использовалась порядковая шкала идентификации значений по различным аспектам экспертной оценки угроз.

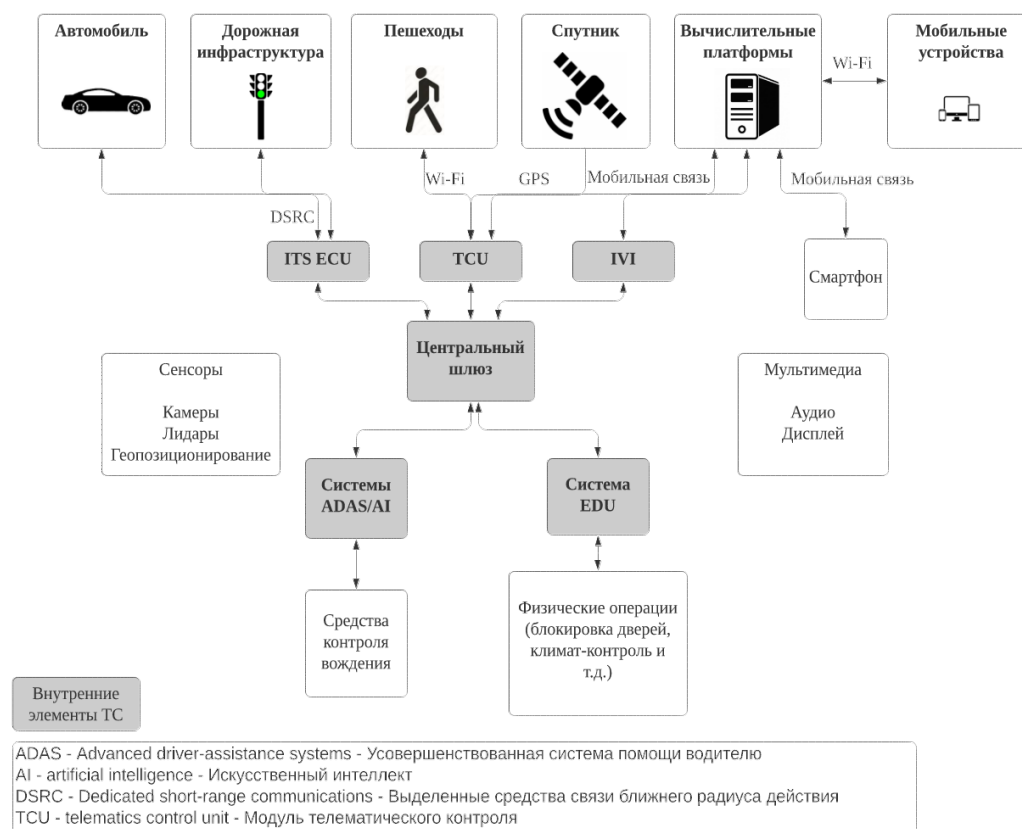


Рис. 3. Общая модель автоматизированной системы вождения для выявления и анализа угроз взаимодействию транспортного средства с инфраструктурой ITS

Источник: адаптировано авторами на основе SIP Program Directorate (project ADUS)⁸

Fig. 3. A general structural model of an automated driving system for identifying and analyzing threats to the interaction of an unmanned vehicle with ITS infrastructure

Заключение

К настоящему времени общей тенденцией использования достижений науки и техники в области цифровой трансформации использования транспортных средствах стало расширение спектра автоматизированных функций или систем. Первоначально основной задачей здесь выступало обеспечение безопасности вождения транспортного средства через облегчение функций управления с целью сделать управление автомобилем максимально легким, а поездку более комфортной. Для решения этой задачи расширялись функции электронных систем автомобиля и датчиков, при этом оценка ситуации, принятие решений и управление оставались за водителем. Однако дальнейшее развитие таких систем не ведут к существенному снижению безопасности. Поэтому последующие шаги по автоматизации вождения ориентированы на анализ обстановки, принятие решений и управление автомобильным комплексом, в который включен как высокоавтоматизированный автомобиль (BATS, CAV), так и дорожная инфраструктура, а также глобальные сервисы. Подобная система не только обеспечивает повышение безопасности движения, но и позволяет использовать информацию об окружающей обстановке для снижения совокупных затрат системы за счет оптимизации маршрута движения, контроля расхода топлива, уменьшения негативного воздействия на окружающую среду и др. [13–15].

Вместе с тем, очевидно, что автоматизированное и тем более автоматическое управление транспортным средством представляет собой очень сложную задачу, в этой связи замена води-

⁸ См.: http://www.sip-adus.go.jp/file/rd-result_all.pdf

теля-человека компьютером является реальной проблемой с технической, организационной и правовой стороны [16–18]. Общий уровень безопасности транспортных систем потенциально может снижаться из-за наличия электронных компонентов, возросшей сложности бортовой системы автоматизированного вождения, широкого применения автоматизированного регулирования автомобильного движения, а также интенсивных цифровых коммуникаций транспортного средства с внешним дорожным окружением. С одной стороны, технологии машинного зрения и искусственного интеллекта позволяют уменьшить риски дорожных инцидентов с участием CAV. С другой стороны – расширяется спектр угроз, связанных с возможным нарушением функциональной целостности и работоспособности CAV вследствие преднамеренных воздействий на компоненты системы автоматизированного вождения транспортного средства, каналы информационного взаимодействия с дорожной инфраструктурой, включая центры управления движением в рамках ITS.

Таким образом, сложившаяся ситуация требует дальнейшего совершенствования норм и требований правового и технического регулирования создания и эксплуатации CAV различного назначения на участках дорог локального и общего пользования, что предполагает расширение области и задач тестирования безопасности автомобильного общественного, личного, коммерческого и специального транспорта, в том числе за счет проверки информационной безопасности при валидации и верификации как CAV, так и компонентов ITS [19–22]. В этой связи с позиций обеспечения национальной безопасности в области развития беспилотного транспорта для различных сред (наземного, воздушного и водного) ключевое значение для Российской Федерации в настоящее время приобретает задача формализации научных достижений и практического опыта по разработке надежных беспилотных технологий для построения эффективной национальной системы стандартизации и сертификации в области CAV и ITS с целью обеспечения безопасности технологической платформы информационного взаимодействия высокоавтоматизированного транспорта с окружающей дорожной инфраструктурой, что позволит повысить в цифровой среде уровень безопасного автоматизированного (подключенного и автономного) автомобильного движения.

В ходе проведенного исследования проблем обеспечения информационной безопасности беспилотных технологий были получены научные результаты в части определения зон уязвимостей CAV во взаимосвязи с характеристиками спектра угроз и состава акторов несанкционированного нарушения штатного функционирования платформы V2X для информационных взаимодействий в рамках ITS.

На основе представленной модели угроз информационной безопасности CAV могут быть разработаны методические подходы и аналитические инструменты для организации и тестирования в рамках лабораторных экспериментов и полигонных испытаний различных видов преднамеренных нарушений каналов информационного взаимодействия отдельных устройств CAV, группы автономных транспортных средств и отдельного CAV с ITS. После закрепления нормативных требований в отечественном стандарте информационной безопасности CAV возможными направлениями дальнейших исследований могут стать: разработка методических рекомендаций для оценки риска информационной безопасности CAV на основе экономического анализа последствий инцидентов в среде ITS для набора вероятностных и стоимостных характеристик рисков событий с беспилотными автомобилями личного, общественного, коммерческого и специального назначения; разработка технологической и экономической моделей тестирования информационной безопасности в рамках ITS для национальной системы сертификации CAV различного типа.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках исследования по теме № 7269-19 «Разработка концепции создания полигона для отработки технологий взаимодействия «беспилотный автомобиль – дорож-

ная инфраструктура» с учетом угроз безопасности для интеллектуальных транспортных систем и беспилотных автомобилей», выполненной по заданию ФАУ «Российский дорожный научно-исследовательский институт» в интересах Минтранса России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects / Eds. M. Maurer, J. Gerdes, B. Lenz, H. Winner. Berlin: Springer, 2016. – 706 p. DOI: 10.1007/978-3-662-48847-8)
2. The C-ITS Platform: Phase I. Final report of January 2016. Электронный ресурс URL: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf> (дата обращения: 12.07.2020).
3. **Li L., Huang W., Liu Y., Zheng N., Wang F.** Intelligence Testing for Autonomous Vehicles: A New Approach, IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. 2016: 1(2), pp. 158–166. DOI: 10.1109/TIV.2016.2608003/
4. Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy. Springer International Publishing AG, 2019, 1178 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90835-9>
5. **Checkoway S., McCoy D., Kantor B., Anderson D., Shacham H., Savage S., Koscher K., Czeskis A., Roesner F., Kohno T.** Comprehensive experimental analyses of automotive attack surfaces. In Proceedings of the 20th USENIX conference on Security (SEC'11). USENIX Association. Berkeley, USA, 2011. 6 p.
6. **Rosenquist M.** Prioritizing Information Security Risks with Threat Agent Risk Assessment. Intel Corp. 2009. Электронный ресурс URL: https://communities.intel.com/servlet/JiveServlet/download/4693-1-3205/Prioritizing_Info_Security_Risks_with_TARA.pdf (дата обращения: 12.07.2020).
7. ISO / IEC 27000: 2009 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary. Электронный ресурс URL: <https://www.iso.org/standard/41933.html> (дата обращения: 12.07.2020).
8. **Miller C., Valasek C.** A survey of remote automotive attack surfaces. Black Hat, USA, 2014. 94 p.
9. **Komarov T., Ivanov M., Chepik N., Starikovskiy A.** Development of fast and memory-safe operating system kernel: Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, 2019, pp. 1852–1856.
10. **Ivanov M.A., Roslyj E.B., Starikovskiy A.V., Krasnikova S.A., Shevchenko N.A., Shustova L.I.** Non-binary pseudorandom number generators for information security purposes: Procedia Computer Science, 2018r. T. 123, Q2, pp. 203-211. 8th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2017.
11. White paper. Automotive Security: Best Practices. Recommendations for security and privacy in the era of the next-generation car / McAfee. Santa Clara, USA: McAfee, 2016. – 21 p.
12. **Okuyama K.** Formulation of a Comprehensive Threat Model for Automated Driving Systems Including External Vehicular Attacks such as V2X and the Establishment of an Attack Evaluation Method through Telecommunication. In SIP-adus: Project Reports, 2014-2018 – Automated Driving for Universal Services. Publisher's Office Cabinet Office, Government of Japan, 2019, pp. 77–83.
13. **Носов А.Г.** Экономические и инфраструктурные аспекты развития технологий беспилотного транспорта // Транспорт Российской Федерации, 2016. № 5. С. 21–25.
14. Automated Vehicles Index: 1Q, 2016. Munich: Publisher Roland Berger GmbH, 2015. 18 p.
15. **Anderson J., Kalra N., Stanley K., Sorensen P., Samaras C., Oluwatola O.** Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers / Rand Corporation. Santa Monica, USA, 2016. – 214 p.
16. **Степанян А.Ж.** Проблемы регулирования беспилотных транспортных средств // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина, 2019. № 4(56). С. 169–174.
17. The Economic and Social Value of Autonomous Vehicles. Compass Transportation and Technology, Inc. – Stackhouse, USA, 2018. 58 p.
18. Digital Security in a Networked World. Hoboken, USA: Wiley, 2015. – 448 p.
19. Cui J., Sabaliauskaite G. On the alignment of safety and security for autonomous vehicles, in Proc. IARIA CYBER, Barcelona, Spain, Nov. 2017, pp. 1–6.

20. **Писарева О.М., Алексеев В.А., Медников В.А., Стариковский А.В.** Развитие интеллектуальных транспортных систем в Российской Федерации: определение требований и организация создания полигонов тестирования информационной безопасности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 5. С. 7–23.

21. **Pisareva O.M., Alexeev V.A., Mednikov D.N., Starikovskiy A.V., Kurguzov V.B.** Creating a national certification system for unmanned vehicles: tasks of information security testing. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2021. Vol. 14. No 2. P. 63–80.

22. **Taeihagh A., Lim H.S.M.** Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. Transport Revue. 2019, # 39(1), P. 103–128.

23. **Yaacoub J.-P., Noura H., Salman O., Chehab A.** Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations // Internet of Things, Vol. 11, September 2020, 100218. Электронный ресурс URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542660519302112?via%3Dihub> (дата обращения: 27.07.2021).

24. **Zou B., Choobchian P., Rozenberg J.** Cyber resilience of autonomous mobility systems: cyber-attacks and resilience-enhancing strategies // Journal of Transportation Security, 2021. Электронный ресурс URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12198-021-00230-w> (дата обращения: 27.07.2021).

REFERENCES

1. Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects / Eds. M. Maurer, J. Gerdes, B. Lenz, H. Winner. Berlin: Springer, 2016. – 706 p. DOI: 10.1007/978-3-662-48847-8)

2. The C-ITS Platform: Phase I. Final report of January 2016. Elektronnyy resurs URL: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf> (data obrashcheniya: 12.07.2021).

3. **L. Li, W. Huang, Y. Liu, N. Zheng, F. Wang,** Intelligence Testing for Autonomous Vehicles: A New Approach, IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. 2016: 1(2), pp. 158–166. DOI: 10.1109/TIV.2016.2608003/

4. Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy. Springer International Publishing AG, 2019, 1178 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90835-9>

5. **S. Checkoway, D. McCoy, B. Kantor, D. Anderson, H. Shacham, S. Savage, K. Koscher, A. Czeskis, F. Roesner, T. Kohno,** Comprehensive experimental analyses of automotive attack surfaces. In Proceedings of the 20th USENIX conference on Security (SEC'11). USENIX Association. Berkeley, USA, 2011. 6 p.

6. **M. Rosenquist,** Prioritizing Information Security Risks with Threat Agent Risk Assessment. Intel Corp. 2009. Elektronnyy resurs URL: https://communities.intel.com/servlet/JiveServlet/download/4693-1-3205/Prioritizing_Info_Security_Risks_with_TARA.pdf (data obrashcheniya: 12.07.2020).

7. ISO / IEC 27000: 2009 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary. Elektronnyy resurs URL: <https://www.iso.org/standard/41933.html> (data obrashcheniya: 12.07.2021).

8. **C. Miller, C. Valasek,** A survey of remote automotive attack surfaces. Black Hat, USA, 2014. 94 p.

9. T. Komarov, M. Ivanov, N. Chepik, A. Starikovskiy, Development of fast and memory-safe operating system kernel: Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, 2019, pp. 1852–1856.

10. **M.A. Ivanov, E.B. Roslyj, A.V. Starikovskiy, S.A. Krasnikova, N.A. Shevchenko, L.I. Shustova,** Non-binary pseudorandom number generators for information security purposes: Procedia Computer Science, 2018g. T. 123, Q2, pp. 203–211. 8th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2017.

11. White paper. Automotive Security: Best Practices. Recommendations for security and privacy in the era of the next-generation car / McAfee. Santa Clara, USA: McAfee, 2016. – 21 p.

12. **K. Okuyama,** Formulation of a Comprehensive Threat Model for Automated Driving Systems Including External Vehicular Attacks such as V2X and the Establishment of an Attack Evaluation Method through Telecommunication. In SIP-adus: Project Reports, 2014-2018 – Automated Driving for Universal Services. Publisher's Office Cabinet Office, Government of Japan, 2019, pp. 77–83.

13. **A.G. Nosov**, Ekonomicheskiye i infrastrukturnyye aspekty razvitiya tekhnologiy bespilotnogo transporta // Transport Rossiyskoy Federatsii, 2016. № 5. S. 21–25.
14. Automated Vehicles Index: 1Q, 2016. Munich: Publisher Roland Berger GmbH, 2015. 18 p.
15. **J. Anderson, N. Kalra, K. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras, O. Oluwatola**, Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers / Rand Corporation. Santa Monica, USA, 2016. – 214 p.
16. **A.Zh. Stepanyan**, Problemy regulirovaniya bespilotnykh transportnykh sredstv // Vestnik Universiteta imeni O.Ye. Kutafina, 2019. № 4(56). S. 169–174.
17. The Economic and Social Value of Autonomous Vehicles. Compass Transportation and Technology, Inc. – Stackhouse, USA, 2018. 58 p.
18. Digital Security in a Networked World. Hoboken, USA: Wiley, 2015. – 448 p.
19. **J. Cui, G. Sabaliauskaite**, On the alignment of safety and security for autonomous vehicles, in Proc. IARIA CYBER, Barcelona, Spain, Nov. 2017, pp. 1–6.
20. **O.M. Pisareva, V.A. Alekseyev, V.A. Mednikov, A.V. Starikovskiy**, Razvitiye intellektualnykh transportnykh sistem v Rossiyskoy Federatsii: opredeleniye trebovaniy i organizatsiya sozdaniya poligonov testirovaniya informatsionnoy bezopasnosti // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki. 2020. T. 13, № 5. S. 7–23.
21. **O.M. Pisareva, V.A. Alexeev, D.N. Mednikov, A.V. Starikovskiy, V.B. Kurguzov**, Creating a national certification system for unmanned vehicles: tasks of information security testing. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. 2021. Vol. 14. No. 2. P. 63–80.
22. **A. Taeihagh, H.S.M. Lim**, Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. Transport Revue. 2019, # 39(1), P. 103–128.
23. **J.-P. Yaacoub, H. Noura, O. Salman, A. Chehab**, Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations // Internet of Things, Volume 11, September 2020, 100218. Электронный ресурс URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2542660519302112?via%3Dihub> (дата обращения: 27.07.2021).
24. **B. Zou, P. Choobchian, J. Rozenberg**, Cyber resilience of autonomous mobility systems: cyber-attacks and resilience-enhancing strategies // Journal of Transportation Security, 2021. Электронный ресурс URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12198-021-00230-w> (дата обращения: 27.07.2021).

Статья поступила в редакцию 29.06.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

ПИСАРЕВА Ольга Михайловна

E-mail: o.m.pisareva@gmail.com

PISAREVA Olga M.

E-mail: o.m.pisareva@gmail.com

АЛЕКСЕЕВ Вячеслав Аркадьевич

E-mail: vaalexeev@gmail.com

ALEXEEV Vyacheslav A.

E-mail: vaalexeev@gmail.com

МЕДНИКОВ Дмитрий Николаевич

E-mail: dn_mednikov@guu.ru

MEDNIKOV Dmitry N.

E-mail: dn_mednikov@guu.ru

СТАРИКОВСКИЙ Андрей Викторович

E-mail: avstarikovskiy@gmail.com

STARIKOVSKIY Andrew V.

E-mail: avstarikovskiy@gmail.com

DOI: 10.18721/JE.14403
UDC 658.56

NEW ISSUES OF THE QUALITY MANAGEMENT AND ITS CERTIFICATION

**V.V. Glukhov¹, A.A. Yakovlev¹,
M.G. Livintsova¹, E.A. Kucheryavy²**

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation;

² Tampere University,
Tampere, Finland

In the paper, on the example of features of Transneft Druzhba, JSC the issues of sufficiency of certification of an organisation's quality management system for compliance with the requirements of "ISO 9001: for the provision of services" were considered. It is shown that the organisation's quality management system certificated for compliance with ISO 9001 requirements does not guarantee consumers the quality of goods (or services) declared by the organisation, and the adopted system of certification of the quality management system undermines trust in the international quality certification institute. The purpose of the study was to prove that, to control the quality of the subject's work, an adequate understanding of its structure, kinematics and additional features that allow organisation to extract unrecorded financial benefits is required. With outside control, controllers usually pay attention only to the subject of the verification itself, overlooking the fact that it belongs to a larger system that encompasses it, and its participation in a single process of forming the final product. Therefore, when verifying the implementation of ISO 9000 standards, they are usually shown only those areas of the organisation that can pass the quality inspection and do not disclose the existing links between sequential processes. Thereby they exclude the existing transaction costs from consideration (in particular, the costs associated with the need to implement input control at least based on the use of statistical methods). To confirm the initial hypothesis, the paper used methods of scientific abstraction and functional analysis. As a result of the research, the following statements are confirmed. Quality management and knowledge management issues have the complementary nature. The object is independent of knowledge and existed before its appearance. On the contrary, the subject of knowledge forms knowledge itself. "Including" an object in its activity, the subject considers it from the sides he is interested in, which become the "representative" of the entire multilateral facility, forgetting that the object of knowledge is a product of his cognitive activity, subjected to specific laws that do not coincide with the laws of the object itself. It is further proposed to present a model of certification of the quality management system, in which the existing shortcomings will be eliminated.

Keywords: quality, quality management, quality management certification, ISO 9001, knowledge of the subject of study, knowledge management, falsification

Citation: V.V. Glukhov, A.A. Yakovlev, M.G. Livintsova, E.A. Kucheryavy, New issues of the quality management and its certification, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 37–48. DOI: 10.18721/JE.14403

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

НОВЫЕ АСПЕКТЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И ЕГО СЕРТИФИКАЦИИ

**Глухов В.В.¹, Яковлев А.А.¹,
Ливинцова М.Г.¹, Кучерявый Е.А.²**

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

² Университет Тампере,
Тампере, Финляндия

В работе на примере особенностей деятельности АО «Транснефть – Дружба» рассмотрены вопросы достаточности сертификации системы менеджмента качества организации на соответствие требованиям стандарта ISO 9001: на оказание услуг. Показано, что наличие у организации системы менеджмента качества, сертифицированной по стандарту ISO 9001, не гарантирует потребителям заявленного организацией качества товаров, а принятая система сертификации системы менеджмента качества подрывает доверие к международному институту сертификации качества. Цель исследования: доказать, что, контролируя качество работы предмета, нужно иметь адекватное представление о его структуре, кинематике и дополнительных возможностях, позволяющих извлекать неучтенную финансовую выгоду. При стороннем контроле контролеры обычно обращают внимание лишь на сам предмет проверки, упуская из рассмотрения факт его включенности (принадлежности) более крупной, объемлющей ее системы, его участия в едином процессе формирования конечного продукта. Поэтому при проверке внедрения стандартов ISO 9000, им, как правило, показывают лишь области организации, способные пройти проверку и не раскрывают существующие связи между последовательными процессами, исключая, тем самым, из рассмотрения существующие транзакционные издержки (в частности издержки, связанные с необходимостью осуществления входного контроля, хотя бы на основе применения статистических методов). Для подтверждения исходной гипотезы в работе использованы метод научной абстракции и функциональный анализ. В результате научного исследования подтверждены следующие утверждения. Вопросы управления качеством и управления знаниями имеют взаимодополняющий характер. Объект независим от знания и существовал до его появления. Напротив, предмет знания формирует само знание. «Включая» объект в свою деятельность, субъект рассматривает его с интересующих его сторон, которые становятся «представителем» всего многостороннего объекта, забывая, что предмет знания – продукт познавательной деятельности субъекта, подчиненный специфическим закономерностям, не совпадающим с закономерностями самого объекта. В дальнейшем предлагается представить модель сертификации системы менеджмента качества, в которой будут устранены существующие недостатки.

Ключевые слова: качество, управление качеством, сертификация управления качеством, ISO 9001, знание предмета исследования, управление знаниями, фальсификация

Ссылка при цитировании: Глухов В.В., Яковлев А.А., Ливинцова М.Г., Кучерявый Е.А. Новые аспекты менеджмента качества и его сертификации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 37–48. DOI: 10.18721/JE.14403

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

Introduction

Over the past 30 years, the quality management system (QMS) based on the requirements of the international standard ISO 9000 series has become most desirable for implementation and worldwide recognized unified system of intercompany management.

The theoretical origins of the quality management system embodied in the ISO 9000 series lie in the concepts of the founders of the theory of Total Quality Management (TQM): W. Deming, W. Shuhart, A. Feigenbaum and J. Juran. The contribution of Russian scientists to the theory and practice of quality management is reflected in the works of Yu.P. Adler, G.G. Azgaldov, V.G. Versan, V.A. Lapidus, V.V. Okrepilov and others.

Standard ISO 9001 can be used by any organisation, large or small, regardless of its field of activity. This standard is based on a number of quality management principles including a strong customer focus, the process approach, the motivation and implication of top management. The implementation of the



QMS directs the enterprise to the continuous improvement of all internal processes and this allows them to achieve positive production and economic results.

In turn, the QMS certification process involves:

- determination of the degree of compliance of the QMS of the audited organisation with the requirements of ISO 9001-2015;
- assessment of the effectiveness of the QMS.

The ISO 9001 standard does not require mandatory certification, but companies, as a rule, carry it out. Motivating factors can vary. Some organisations use the QMS certificate to demonstrate their achievements to external interested parties. Others genuinely try to look at their business processes from the outside and improve them, build their work correctly and thus increase their own efficiency. And if we are talking about the conclusion of contracts by Russian enterprises with foreign partners and their export activities, certified QMS is a mandatory requirement of consumers.

Identification of both internal and external factors is important for the development of recommendations to stimulate the QMS implementation and certification activities of Russian enterprises that manufacture products and provide services.

Every year, the number of certificates for QMS compliance with ISO 9000 standards increases all over the world. According to the latest ISO report (published in September, 2020), the number of recognized certificates of compliance with ISO 9001 requirements in Russia was 4,134 out of 883,521 worldwide by the end of 2019. The report also provides data on the number of certified production sites. For Russia, this indicator was about 6,000 out of 1,217,972 worldwide.

In the study [1] the future certificate numbers of several countries were estimated, and it was predicted that there would be an increase in the number of certificates of all researched countries except Australia and the Russian Federation. According to 2026 data, it is estimated that a decrease of about 62.7 % in the number of certificates is envisaged for the Russian Federation.

A number of studies analyse the economic effect of the QMS certification for compliance with ISO 9000 requirements. For example, in [2], such an analysis is carried out for Russian manufacturing companies.

But despite the obvious advantages of the QMS, issues of practical feasibility and economic efficiency of its implementation, as well as the sufficiency and quality of certification, have great importance.

Purpose

The purpose of this study was to prove that, to control the quality of the subject's work, an adequate understanding of its structure, kinematics and additional features that allow organisation to extract unrecorded financial benefits is required.

Achievement of this purpose provides for the solution of the following tasks:

- to assess sufficiency of the organisation's quality management system certification for compliance with the requirements of ISO 9001;
- to determine the methodology of the object's certification taking into account its system characteristics.

The object of the research is Transneft Druzhba, JSC.

The subject of the research is the certification of the Transneft Druzhba, JSC quality management system.

Methods

The problem of the practical significance of the QMS, as well as its certification, is a topic of constant discussion in recent years both in the territory of the Russian Federation and abroad [3–5]. At present, it has two camps. On one hand, its supporters, the system theorists, vehemently prove its usefulness and importance for everyday practice, on the other hand, there are specialist-practitioners directly working in the

field of production and promotion of goods and services. They, of course, are supporters of the high quality of goods and services. But they believe that this problem should be solved in a different way.

It should be noted that such stars of the QMS as J. Juran, who called “losses due to the poor quality of the “golden dwelling” of the American economy”, joined the ranks of the latter [6, 7]. J. Seldon in his book “In Search of Quality. The case against ISO 9000” directly expresses its opinion about the existence of more reliable ways to increase the efficiency of enterprises, ensure real quality and increase profits than work on the basis of the prescriptions of the standards of ISO 9000 [8, 9]. In his opinion, “the introduction of the standards of ISO 9000 caused damage competitiveness of hundreds of thousands of organisations”. He made the reference to the opinion of British experts, closely connected with the introduction of the British standard BS 5750, that the basis of the international standards ISO 9000 shows that “the introduction of BS 5750 / ISO 9000 in British industry has become the biggest fraud”.

Russian scientists in the field of standardization and quality, in particular V.G. Versan, are not so categorical in their statements. However, they also have great doubts about the feasibility of the modern approach to the QMS. “I believe with increasing confidence that a significant reason for the low efficiency of the quality management system is its structural incompatibility with the enterprise management system. There is no proposed key for integration by standards. Most enterprises cannot cope with this problem independently and, when introduced, the QMS does not become an integral part of the enterprise management system; it remains a foreign body” [10, 11].

The main idea of the QMS is that small investments in the prevention of the low-quality production significantly reduce both losses from defects and the quality assessment costs with the improvement of consumer properties of products and services. Meanwhile standardization has significance as a factor of improving the technological potential of an enterprise [12]. The main problems of effective quality management using the QMS arise from inept application of existing regulations and a formal approach to organisation and management of the QMS [13].

Let us look at the results of the practical implementation of this idea on the example Transneft Druzhba, JSC in April–May of 2019. Methods of scientific abstraction and functional analysis are used in the study.

Results and discussions

Transneft Druzhba, JSC (formerly PJSC “Trunk Oil Pipelines Druzhba”) has been operating since 1964. Oil pipelines pass through Russia, Ukraine, Belarus, Poland, the Czech Republic, Slovakia, Germany, Hungary, Latvia and Lithuania. More than 100 million tons of oil per year, or about 300 thousand tons per day, are transported through the Druzhba trunk pipeline system. To ensure the quality of material and technical resources (MTR) supplied to the organisations’ facilities of Transneft system, in 2015 Transneft, JSC introduced a multi-level quality control system that determines the requirements for the use, manufacture, installation and operation of MTR [14, 15].

Transneft Druzhba, JSC has successfully passed the quality management system certification, which resulted in the issuance of a certificate of compliance with the requirements of the international standard ISO 9001: 2015 (the provision of oil (oil products) transportation services) (see Fig. 1). In January, 2021, Transneft Druzhba, JSC recertificated its quality management system with an expanded scope.

The presence of this document gives reason to believe that Transneft Druzhba, JSC fully complies with the requirements of the international standard in the specified area, and indicates that the company has achieved such a level of reliability and good quality that should provide its consumers’ confidence in compliance with all conditions. The task of the QMS is to create conditions that minimize errors in the work. At the same time, the certificate of conformity itself is an external independent verification of achieving the standard requirements, proof of competent enterprise management and its orientation towards the consumer.



Fig. 1. Certificate ISO 9001: 2015

Source: Transneft Druzhba, JSC¹

That said, these documents confirming the high level of quality assurance did nothing to prevent a situation that caused considerable losses for Transneft, JSC and the Russian Federation budget, as well as substantial reputation damage for both the Russian oil and gas industry, and for the Russian Federation as a whole.

The essence of the matter is as follows. On April 19, 2019, a representative of The Belarusian State Concern for Oil and Chemistry (Belneftekhim) reported that for several days, the Druzhba trunk pipeline system was delivering oil from Russia to Belarus with a twentyfold excess of the maximum permissible values of organochlorine reagents. Thus, the terms of the oil supply contract were violated.

According to the business news portal, Transneft JSC officially recognized this discrepancy, assuring that the problem would be resolved within the next coming days². A few days later, it was reported that the equipment at the JSC Mozyr Oil Refinery in Belarus was out of service due to poor oil quality³. Subsequently, due to the problems with the Urals oil quality, consumers in Germany, Poland and Slovakia refused to accept it through the Druzhba pipeline. On May 21, 2019, it became clear that the resumption of oil exports from Russia to Poland and Germany would not be possible in the near future. According to Reuters⁴, plans for a French company Total (renamed TotalEnergies in 2021) to transfer a larger share of dirty oil from the pipeline to its refinery in Germany for its subsequent dilution and processing have failed: the Total Refinery in Leuna suspended operations due to equipment failure, possibly related to the processing of contaminated oil [13–15].

¹ Transneft Druzhba Passes Certification Audit of Quality Management Systems. URL: <http://en.druzhba.transneft.ru/press/news/?id=878-91&re=en> (accessed 15.06.2021).

² Podobedova L., Malyarenko E., “Rosneft” vozlozhila na “Transneft” raskhody po ushcherbu za “gryaznuyu” neft’ [Rosneft made Transneft liable for damage caused by “dirty” oil]. URL: <https://www.rbc.ru/business/27/04/2019/5cc42af59a79473ed185e8f8> (accessed 15.06.2021). (rus)

³ Trunina A., Belorussiya snyala zapret na eksport nefteproduktov iz-za “gryaznoj nefti” [Belarus lifted a ban on the export of petroleum products due to “dirty oil”]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/21/05/2019/5ce42ea89a7947be7c31a7c9> (accessed 15.06.2021). (rus)

⁴ Zhdannikov D., Yagova O., Gorodyankin G. Exclusive: Russian pipeline reStart hit by dirty oil evacuation problems. URL: <https://www.reuters.com/article/us-russia-oil-exclusive-idUSKCN1SR1JY> (accessed 15.06.2021).

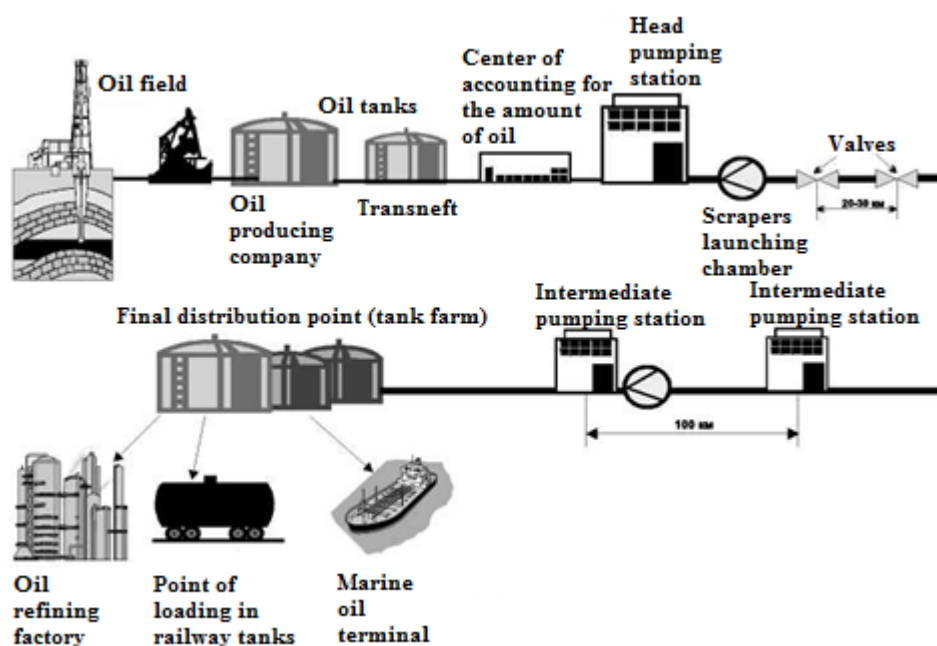


Fig. 2. Scheme of the construction of the main oil trunk pipeline

Source: Subbotin Yu.A.⁵

For a better understanding of the problem, Fig. 2 provides a scheme of facilities for the main oil trunk pipeline.

A deep enough analysis of the situation with the Druzhba pipeline, presented immediately in the article [16], shows the following. The roots of this situation should be sought in the distant 1970s. Then, with the depletion of old Soviet oil fields, their oil output began to fall, as a result, the cost of oil extraction was no longer covered by the commissioning of its new reserves. For their compensation, a technology has been developed to reduce the oil viscosity, facilitating possibilities to extract it to the surface, in accordance with which oil producing companies began to use organochlorine reagents.

Over time, the incompatibility of technologies for reducing viscosity of oil based on organochlorine compounds and for its purification from sulfur compounds emerged. As a result, the hydrochloric acid, an active oxidant of metals causing corrosion, was produced as a by-product in the refineries, which led to accidents at the plants. In addition, the interaction of reaction products was generating a powdery substance, which accumulated in the equipment leading to their failures. Whereby, these processes are already developing at such low concentration of organochlorine as several grams per ton of raw materials. The reasons for what happened were described in details in the publications [17–19]. Authors set out their proposals for elimination of this reasons as well.

As a result of these phenomena, the end of the 1990s was marked by major accidents of technology equipment at many refineries in the country, requiring their stops and unscheduled repairs. In October 2001, the use of organochlorine in oil production was forbidden by order of the Ministry of energy of the Russian Federation no. 294.

Despite this, in January 2002, Gosstandart presented standard GOST R 51858-2002 “Oil. General technical conditions”, which normalises the maximum permissible concentration of organochlorine in oil at the level of 10 grams per ton (10 ppm).

⁵ Subbotin Yu.A. Organizatsionno-proizvodstvennyye struktury transporta [Organizational and operating structures of the transport], Novosibirsk, Siberian State University of Water Transport, 2016. 384 p. (rus)

Considering that these substances are not presented in natural oil, some experts theorized that the standard thereby “stimulated” their use in oil production⁶. What, in fact, oil producers immediately put in use. After that, refineries began experiencing failures and accidents for the reason described above again, which eventually led to the situation we are considering.

N. Tokarev, the head of Transneft, JSC, during his meeting with President of the Russian Federation, reported that the rules of oil acceptance established by the above interstate and national standards, do not define the procedure and responsibility for the measurement of oil characteristics. Therefore, product preparation, oil quality control and its transfer to the oil trunk pipelines system are carried out both by the oil producing companies themselves and the intermediary enterprises. Therefore, there is always a possibility of occasional “discharge” of both contaminated and unrecorded oil into the transport system.

The process of oil compounding is the operation of mixing oil flows distributed over the entire route of its transportation. It is intended to ensure the permissible concentration of a number of harmful impurities. There is no doubt that this should be handled directly by Transneft, JSC in cooperation with companies owning oil metering and discharge units, which are about 150 in the Druzhba system. Transneft, JSC is the main operator here. Oil coming from companies is sent to the buffer storage tanks belonging to it. Dispatchers of the oil company achieve an acceptable concentration of impurities in the mixture by regulating the flow of oil between the points of its reception and delivery to consumers. To do this, they need operational information about the quantitative characteristics of oil in the Russian territory at different points of the main oil pipeline and the coordination of the actions of all participants of this process. Recently, the solution of this problem is complicated by a reduction in the volumes of light and low-sulfur grade oil sent to the export mix.

It can be assumed that, according to the formal criteria, a certified QMS of oil according to its technical capabilities should have excluded any possibility of falsification. As it should be known, to solve such a problem, the following methods are needed:

- a method determining the order of the oil quality assessment;
- a system of metrological support of such a control process;
- a system of training of specialists responsible for the control task;
- a system for preventing the unauthorized receipt of substandard oil into the main pipeline.

In accordance with this, flow and density metres needed to determine the mass or volume of oil entering the pipeline should be installed in the drainpipe of each storage facility. As well as an automatic analyser of the content of the organically bound chlorine in oil (with measurement accuracy of at least 10^{-7}) should be used. Its purpose is to prevent the flow of oil on signal of exceeding the permissible concentration of organochlorine. That, in fact, should have been confirmed in the QMS certification process.

At the same time, the controversy between the industry experts about the reasons of oil contamination observed in social networks and off-line showed that control of the content of organic chlorine compounds, whose presence can be detected only in the laboratory, in forming of export oil mixture actually was not conducted due to the lack of a measuring devices installed directly in the pipeline. Oil was tested only for density, sulphur content, mechanical impurities and other parameters.

It is generally accepted that the main goal of commercial organisations is to maximize their profits. It is achieved by increasing margin, reducing costs of any kind, believing, by default, that the management of the organisation will honestly fulfil its obligations, ensuring the high quality of its products and services and never enter the “slippery path” of fraud and deception of its consumers.

However, life constantly convinces us that it is much easier and cheaper to solve such problems through counterfeiting, falsification, and even outright fraud. Based on this, the author [16] makes an assumption about the economic benefit for Russian oil companies from refining their cheaper, off-grade oil at their refineries, despite the need for more frequent replacement of plant equipment. Therefore, the consequences

⁶ Gelman M. “Diversiyu” na nefteprovode “Druzhba” sprovocirovalo samo Minenergetiki [“Diversion” at Druzhba Pipeline Was Provoked by the Ministry of Energy]. URL: <https://newizv.ru/article/general/11-05-2019/diversiyu-na-nefteprovode-druzhba-sprovocirovalo-samo-minenergetiki> (accessed 20.08.2021) (rus).

of the mass use of organochlorine reagents, providing the oil cost reduction due to the effect of scale, were known and well calculated. In this case, the costs associated with the periodic replacement of equipment at the points of oil refining, while adhering to the permissible amount of application of this technology fit within the permissible limits. All this has been functioning since at least 2002, which indicates significant gaps in the existing company's QMS at the time of its certification.

Summing up the above, it should be noted that the features of the oil production areas described in the article [16] have caused massive use of these mining technologies. As a result, the systemic property of emergence, not taken into account in the process of oil production, manifested itself. The delay in adequate modernization of equipment and failure to introduce monitoring systems not specified in the QMS produced synergistic effect and resulted in damage greatly exceeding any allowable cost limits associated with the replacement of equipment. Russia suffered reputational damage as well. The problem demanded involvement of the government.

At the same time, the top management of oil production structures must take into account the fact that, at present, scientific and technical development is the determining factor of economic stability and development of enterprises, their competitiveness on the world market [20].

Conclusions

1. The first conclusion from the above is as follows. The solution of the main task of any commercial organisation, the problem of earning a profit, is based on the consideration of systemic issues – not process-based ones. The organisation's QMS created under the standard ISO 9000 does not guarantee the quality of goods or services declared by the organisation to consumers. Moreover, the adopted QMS certification system undermines the trust in the international quality certification institute. An auditor who made a positive decision during certification should be responsible for the performance of the system that is under his control.

2. More emphasis needs to be placed on knowledge management. This raises the question, what do we actually certify? Is this the object: a production system in the territory of the Russian Federation and the supply of oil to a foreign consumer? Maybe, the subject of the study is the model of an oil transportation system element within the framework of the territory controlled by Transneft Druzhba, JSC? Or is it a knowledge regarding the indicated model, claiming the existence of a system declaring the creation of conditions that minimize errors in the process of oil transportation?

The object is independent of knowledge and existed before its appearance. While the subject of knowledge forms knowledge itself. "Including" an object in our activity, we consider it from the sides we are interested in, and which become the "representative" of the entire multilateral object. Since this knowledge is about the existing, we objectify it, forming a "subject" and believing it to be adequate to the object. However, we forget that the subject of knowledge is a product of our cognitive activity subjected to specific laws that do not coincide with the laws of the object itself [21, 22].

Therefore, solving the problem of quality management, the noted above gaps, which the Total Quality Management (TQM) never paid attention to, should be filled using recommendations of the Theory of Constraints (TOC) which can be found in works [23–27].

Thus, the whole subject of study should be certified (see the diagram in Fig. 2). It unites the "production + supply + processing" system. Certification of its individual elements excludes the "system effect" from consideration. In fact, this is what the system was created for.

3. The next conclusion follows from the previous one. In order to control the quality of the subject's work, you need to have an adequate understanding of its structure, kinematics and additional features that allow you to extract unrecorded financial benefits. And here again the Theory of Constraints will be useful, because, with external control, auditors or controllers usually pay attention only to what is being tested. Therefore, when verifying the implementation of the ISO 9000 standards, managers show to controllers only those areas of the organisation that are able to pass the test.

Quality control within the state should be handled by the state. In cases supposing international participation, it is necessary to involve a qualified specialist in specific issues at the certification stage.

It is noteworthy that deep immersion in the area of the E. Goldratt's Theory of Constraints leads us to understanding that it represents a development of the provisions of the Tectology by A. Bogdanov [28].

Directions for further research

Further research is related to the study of the possibility of applying the economic system energy-dynamic balance construction theory in the description of the QMS process model. In this case, it is possible to formulate at least two tasks namely, to solve the problem of an adequate understanding of the research object's structure, its kinematics and to assess additional capabilities that allow organisation to extract unaccounted financial benefits.

Acknowledgments

The reported study was funded by RFBR, project number 20-010-00942 A.

REFERENCES

1. **B. Basaran**, The past, present and future ISO 9001 quality management system standard, *BMIJ*, 2021, no. 9(1), pp. 227–247. DOI: 10.15295/bmij.v9i1.1756
2. **V.A. Vynaryk, A. Hanley**, Effects of the QMS ISO 9000 certification on Russian manufacturing companies, *HSE Working papers WP BRP 39 / MAN / 2015*, National Research University Higher School of Economics, 2015, no. 39, pp. 1–21.
3. **E.E. Zalogina**, Revising ISO 9001: a focus on efficiency, *Standards and Quality*, 2021, no. 3, pp. 43–45. (rus)
4. **L. Mastrogiacomo, A. Carrozza, D.A. Maisano, F. Franceschini**, Is 'post-decline' the next phase of the diffusion of ISO 9001 certifications? New empirical evidence from European countries, *Total Quality Management & Business Excellence*, 2020, pp. 1–20. DOI: 10.1080/14783363.2020.1724508
5. **J.P. Wilson, L. Campbell**, ISO 9001:2015: the evolution and convergence of quality management and knowledge management for competitive advantage, *Total Quality Management & Business Excellence*, 2020, no. 31: 7-8, pp. 761–776. DOI: 10.1080/14783363.2018.1445965
6. **V. Lapidus**, Dr. J. Juran criticizes ISO 9000 standards, *Standards and quality*, 1999, no. 11, pp. 71–75. (rus)
7. **D.P. Gasyuk**, O soderzhanii sushchnosti kachestva, kachestva produktsii i ikh garmonizatsii [On the content of the essence of quality management, product quality and their harmonization], *Proceedings of the interuniversity scientific and practical conference "Quality Management for Sustainable Development"*, 2019, pp. 31–36. (rus)
8. **J. Seddon**, ISO 9000 standarts: a disease of the economy? *Business Excellence*, 2005, no. 4, pp. 8–13. (rus)
9. **J. Seddon**, A brief history of ISO 9000. Where we made a mistake? *Business Excellence*, 2016, no. 1, 2, 3. (rus)
10. **V. Versan**, ISO 9001 Standards: their role in the ISO 9000 standards of the version of 2008, *Standards and Quality*, 2006, no. 7, pp. 66–68. (rus)
11. **V. Versan**, ISO 9000 standards: patterns of development, *Standards and quality*, 2008, no. 1, pp. 56–59. (rus)
12. **V.V. Okrepilov, I.V. Chudinovskikh**, Application of standardization methods for environmental improvement as an element of quality of life through the development of a company's business potential, *Studies on Russian Economic Development*, 2018, no. 29(5), pp. 490–496. DOI: 10.1134/S1075700-718050131
13. **D.S. Emelyanova, S.L. Kolesnichenko-Ianushev, M.A. Tokarev**, Organizational and economic problems of applying quality management systems at engineering companies, *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2019, no. 12(2), pp. 92–102. DOI: 10.18721/JE.12209

14. **P. Shoter, M. Veselov, V. Turchin, E. Zolotykh**, Sistema kontrolya kachestva material'no-tekhnicheskikh resursov: opyt AK «Transneft» [Quality control system of material and technical resources: experience of Transneft, Pipeline transportation of oil], 2016, no. 7. URL: http://www.up-pro.ru/library/quality_management/QMS_procedure/kontrol-mtr.html (accessed 15.06.2021). (rus)
15. **V. Yermakov**, The Domino Effect: contaminated oil in the Druzhba oil pipeline – implications of the incident for Russia and Europe, The Oxford institute for energy studies, 2019. URL: <https://energy.hse.ru/data/2019/05/16/1507806339/The-Domino-Effect-contaminated-oil-in-the-Druzhba-oil-pipeline.pdf> (accessed 15.06.2021).
16. **S. Vintilov, D. Akishev, V. Zholobov, V. Zaitsev**, Analysis of problems associated with the formation of sediments in oil refining processes and growth of corrosion wear of equipment at a refinery, Chemical engineering, 2015, no. 6, pp. 27–29. (rus)
17. **S.Yu. Vorobyev, S.A. Alikhashkin, I.V. Nadtochey**, Legislative issues of oil transportation industry in context of contamination of Druzhba pipeline with organic chloride compounds, 2019. URL: <http://irttek.ru/research/legislative-issues-of-oil-transportation-industry-in-context-of-contamination-of-druzhba-pipeline-wi.html> (accessed 15.06.2021). (rus)
18. **M. Gelman**, The Ministry of Energy provoked itself the “diversion” on the Druzhba pipeline. URL: <https://newizv.ru/article/general/11-05-2019/diversiyu-na-nefteprovode-druzhba-sprovotsirovalo-samo-minenergetiki> (accessed 15.06.2021). (rus)
19. **T. Yakovleva-Ustinova**, Khlororganiku neobkhodimo zapretit' [Organic chlorides must be forbidden], Truboprovodnyy transport nefti, 2019, no. 06, pp. 10–15. URL: https://www.transneft.ru/u/journal_file/941/ttn_06-2019_web_144dpi.pdf (accessed 15.06.2021). (rus)
20. **I.V. Osinovskaya, S.Yu. Shevchenko, G.Yu. Silkina, M.V. Plenkina, I.E. Zaborskaya**, Ensuring Sustainable Development of Oil Companies Based on Foresight Technology, International Journal of Management, 2020, no. 11(5), pp. 929–940.
21. **A. Yakovlev**, Teoriya i metodologiya modelirovaniya ekonomicheskikh protsessov. Genezis i funkcionirovaniye [Theory and methodology of modeling economic processes. Genesis and functioning]. St. Petersburg, Typography Pobeda, 2017. 378 p. (rus)
22. **A.A. Yakovlev, V.V. Glukhov**, Model of interaction between producers and consumers through the main characteristics of the product: utility, quality, price, exchange value, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 2018, no. 11(3), pp. 194–202. DOI: 10.18721/JE.11317
23. **E.M. Goldratt, J. Cox**, The Goal. A Process of Ongoing Improvement – 30th Anniversary Edition, Great Barrington, North River Press, 2012, 384 p.
24. **E.M. Goldratt**, The Goal 2. It's not luck, NY, Routledge, 2016, 283 p.
25. **E.M. Goldratt**, The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean, Great Barrington, North River Press, 2006, 262 p.
26. **W.H. Dettmer**, The Logical Thinking Process: A Systems Approach to Complex Problem Solving, Milwaukee, ASQC Quality Press, 2007, 448 p.
27. **A.V. Babkin, S.N. Kuzmina, A.V. Oplesnina, A.V. Kozlov**, Selection of tools of automation of business processes of a manufacturing enterprise, Proceedings of the 2019 IEEE International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies IT and QM and IS, 2019, pp. 226–229.
28. **A.A. Bogdanov**, Tectology: General Organizational Science. In 2 books. Book 1. Moscow, Economics, 1989. 351 p. (rus)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Basaran B.** The past, present and future ISO 9001 quality management system standard, BMIJ, 2021, no. 9(1), pp. 227–247. DOI: 10.15295/bmij.v9i1.1756
2. **Vynaryk V.A., Hanley A.** Effects of the QMS ISO 9000 certification on Russian manufacturing companies, HSE Working papers WP BRP 39 / MAN / 2015, National Research University Higher School of Economics, 2015, no. 39, pp. 1–21.
3. **Заголина Е.Е.** Пересмотр ISO 9001: Фокус на эффективность // Стандарты и качество. 2021. № 3. С. 43–45.

4. **Mastrogiacomo L., Carrozza A., Maisano D.A., Franceschini F.** Is 'post-decline' the next phase of the diffusion of ISO 9001 certifications? New empirical evidence from European countries, *Total Quality Management & Business Excellence*, 2020, pp. 1–20. DOI: 10.1080/14783363.2020.1724508
5. **Wilson J.P., Campbell L.** ISO 9001:2015: the evolution and convergence of quality management and knowledge management for competitive advantage, *Total Quality Management & Business Excellence*, 2020, no. 31: 7-8, pp. 761–776. DOI: 10.1080/14783363.2018.1445965
6. **Ляпидус В.** Доктор Дж. Джуран критикует стандарты ИСО серии 9000 // Стандарты и качество. 1999. № 11. С. 71–75.
7. **Гасюк Д.П.** О содержании сущности качества менеджмента, качества продукции и их гармонизации // Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции «Управление качеством в интересах устойчивого развития». 2019. С. 31–36.
8. **Седдон Дж.** Стандарты ИСО серии 9000: болезнь экономики? // Деловое совершенство. 2005. № 4. С. 8–13.
9. **Седдон Дж.** Краткая история ISO 9000. Где мы допустили ошибку? // Деловое совершенство. 2016. № 1, 2, 3.
10. **Версан В.** Стандарт ИСО 9001: его роль в стандартах ИСО 9000 версии 2008 года // Стандарты и качество. 2006. № 7. С. 66–68.
11. **Версан В.** Стандарты ИСО серии 9000: закономерности развития // Стандарты и качество. 2008. № 1. С. 56–59.
12. **Okrepilov V.V., Chudinovskikh I.V.** Application of standardization methods for environmental improvement as an element of quality of life through the development of a company's business potential, *Studies on Russian Economic Development*, 2018, no. 29(5), pp. 490–496. DOI: 10.1134/S1075700718050131
13. **Емельянова Д.С., Колесниченко-Янушев С.Л., Токарев М.А.** Организационные и экономические проблемы применения системы менеджмента качества на машиностроительном предприятии // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. № 2(12). С. 92–102. DOI: 10.18721/JE.12209
14. **Шотер П., Веселов М., Турчин В., Золотых Е.** Система контроля качества материально-технических ресурсов: опыт АК «Транснефть» // Трубопроводный транспорт нефти. 2016. № 7. URL: http://www.up-pro.ru/library/quality_management/QMS_procedure/kontrol-mtr.html (Дата обращения: 15.06.2021).
15. **Ермаков В.** Эффект домино: загрязненная нефть в нефтепроводе "Дружба" – последствия инцидента для России и Европы. Оксфордский институт энергетических исследований. 2019. URL: <https://energy.hse.ru/data/2019/05/16/1507806339/The-Domino-Effect-contaminated-oil-in-the-Druzhba-oil-pipeline.pdf> (Дата обращения: 15.06.2021).
16. **Винтилов С., Акишев Д., Жолобов В., Зайцев В.** Анализ проблем, связанных с образованием отложений в процессах переработки нефти и ростом коррозионного износа оборудования на НПЗ // Химическая техника. 2015. № 6. С. 27–29.
17. **Воробьев С.Ю., Алихашкин С.А., Надточей И.В.** Законодательные проблемы нефтегазотранспортной отрасли в контексте загрязнения нефтепровода «Дружба» хлорорганическими соединениями. URL: <https://irttek.ru/research/zakonodatelnye-problemy-neftetransportnoy-otrasli-v-kontekste-zagryazneniya-nefteprovoda-druzhba-khl.html> (Дата обращения: 15.06.2021).
18. **Гельман М.** «Диверсию» на нефтепроводе «Дружба» спровоцировало само Минэнерго. URL: <https://newizv.ru/article/general/11-05-2019/diversiyu-na-nefteprovode-druzhba-sprovotsirovalo-samo-minenergetiki> (Дата обращения: 15.06.2021).
19. **Яковлева-Устинова Т.** Хлорорганику необходимо запретить // Трубопроводный транспорт нефти. 2019. № 06. С. 10–15. URL: https://www.transneft.ru/u/journal_file/941/ttn_06-2019_web_144dpi.pdf (Дата обращения: 15.06.2021).
20. **Osinovskaya I.V., Shevchenko S.Yu., Silkina G.Yu., Plenkina M.V. and Zaborskaya I.E.** Ensuring Sustainable Development of Oil Companies Based on Foresight Technology, *International Journal of Management*, 2020, no. 11(5), pp. 929–940.
21. **Яковлев А.А.** Теория и методология моделирования экономических процессов. Генезис и функционирование: монография. СПб.: ООО «Типография «Победа», 2017. 378 с.
22. **Яковлев А.А., Глухов В.В.** Модель взаимодействия производителей и потребителей через основные характеристики товара: полезность, качество, цена, меновая стоимость // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2018. № 3(11). С. 194–202.

23. **Goldratt E.M., Cox J.** The Goal. A Process of Ongoing Improvement – 30th Anniversary Edition, Great Barrington, North River Press, 2012, 384 p.
24. **Goldratt E.M.** The Goal 2. It's not luck, NY, Routledge, 2016, 283 p.
25. **Goldratt E.M.** The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean, Great Barrington, North River Press, 2006, 262 p.
26. **Dettmer W.H.** The Logical Thinking Process: A Systems Approach to Complex Problem Solving, Milwaukee, ASQC Quality Press, 2007, 448 p.
27. **Babkin A.V., Kuzmina S.N., Oplesnina A.V., Kozlov A.V.** Selection of tools of automation of business processes of a manufacturing enterprise, Proceedings of the 2019 IEEE International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies IT and QM and IS, 2019, pp. 226–229.
28. **Богданов А.А.** Тектология: Всеобщая организационная наука. В 2 кн. Кн. 1. М.: Экономика, 1989. 351 с.

Статья поступила в редакцию 24.06.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

ГЛУХОВ Владимир Викторович

E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

GLUKHOV Vladimir V.

E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

ЯКОВЛЕВ Андрей Анатольевич

E-mail: yakovlev_aa@spbstu.ru

YAKOVLEV Andrey A.

E-mail: yakovlev_aa@spbstu.ru

ЛИВИНЦОВА Мария Геннадьевна

E-mail: livintsova_mg@spbstu.ru

LIVINTSOVA Maria G.

E-mail: livintsova_mg@spbstu.ru

КУЧЕРЯВЫЙ Евгений Андреевич

E-mail: evgeny.kucheryavy@tuni.fi

KUCHERYAVY Evgeny A.

E-mail: evgeny.kucheryavy@tuni.fi

DOI: 10.18721/JE.14404

УДК 334.78

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В СОСТАВЕ ЦИФРОВЫХ БИЗНЕС-ЭКОСИСТЕМ

Слепцова Ю.А., Качалов Р.М.

Центральный экономико-математический институт Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация

В данной статье рассмотрены новые формы цифрового взаимодействия экономических агентов – производственных предприятий, некоммерческих организаций, органов государственной власти и потребителей в рамках бизнес-экосистем на базе цифровых многосторонних платформ, так называемых цифровых бизнес-экосистем. Целью настоящего исследования является анализ методических проблем выявления локальных и глобальных факторов риска, обусловленных изменением предпочтений потребителей и характеристик внешней среды, и влияния идентифицированных факторов риска на деятельность предприятия при его присоединении к цифровой бизнес-экосистеме. При исследовании феномена риска используется методология и прикладной инструментальной операциональной теории управления риском, системной экономической теории и теории социально-экономических экосистем на базе цифровых многосторонних платформ, как сетей особого рода. Обосновано, что социально-экономические экосистемы, и в частном случае бизнес-экосистемы, на базе цифровых многосторонних платформ могут рассматриваться как принципиально новые социо-технологические институты. Показано, что разные институты могут использоваться для управления риском в ситуации взаимодействия между экономическими агентами – участниками бизнес-экосистемы. Результаты могут различаться как с точки зрения суммарного выигрыша, так и его распределения между заинтересованными сторонами, это обстоятельство является основанием для сравнительного анализа данных институтов как дискретных структурных альтернатив. Сформулирована гипотеза о существовании нескольких уровней управления риском в рамках цифровой экосистемы и появления нового инструмента – контроля пользователей или потребителей – в управлении риском. Показано, что управление риском в современных бизнес-экосистемах тесно связано с ценностями нового поколения потребителей – безопасной окружающей средой и сохранением биоразнообразия, с социальной ответственностью предприятий перед обществом и с повышением качества корпоративного управления, с так называемой ESG-концепцией (где: E – Environmental, S – Social, G – governance). Проведенное исследование может быть интересным предприятиям и организациям для использования предложенного инструментария при выборе стратегии присоединения к цифровой бизнес-экосистеме.

Ключевые слова: феномен экономического риска, цифровые бизнес-экосистемы, цифровые многосторонние платформы, социо-технологические институты, ESG-концепция

Ссылка при цитировании: Слепцова Ю.А., Качалов Р.М. Особенности управления риском на предприятиях в составе цифровых бизнес-экосистем // Научно-технические ведомости СПб-ГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 49–66. DOI: 10.18721/JE.14404

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

FEATURES OF ENTERPRISE RISK MANAGEMENT IN DIGITAL BUSINESS-ECOSYSTEMS

Y.A. Sleptsova, R.M. Kachalov

Central Economics and Mathematics Institute RAS,
Moscow, Russian Federation

This paper discusses new forms of digital interaction of economic agents – manufacturing enterprises, non-profit organizations, public authorities and consumers within the framework of business ecosystems based on digital multilateral platforms, the so-called digital business ecosystems. The purpose of this study is to analyze the methodological problems of identifying local and global risk factors caused by changes in consumer preferences and environmental characteristics, and the impact of identified risk factors on the company's activities when it joins the digital business ecosystem. In the study of the risk phenomenon, we employed the methodology and applied tools of the operational theory of risk management, system economic theory and the theory of socio-economic ecosystems based on digital multilateral platforms as networks of a special kind. It is proved that socio-economic ecosystems, business ecosystems in particular, based on digital multilateral platforms can be considered as fundamentally new socio-technological institutions. We formulated a hypothesis about the existence of several levels of risk management within the digital ecosystem and the emergence of a new tool, user control, in risk management. It is shown that risk management in modern business ecosystems is closely related to the values of a new generation of consumers: safe environment, preservation of biodiversity, social responsibility of enterprises to society, improving the quality of corporate governance, and the so-called ESG-concept (E – Environmental, S – Society, G – Governance). The conducted research may be interesting for enterprises and organizations to use the proposed tools when choosing a strategy for joining the digital business ecosystem.

Keywords: economic risk phenomenon, digital business-ecosystems, digital multilateral platforms, socio-technological institutions, ESG-concept

Citation: Y.A. Sleptsova, R.M. Kachalov, Specifics of enterprise risk management at digital business-ecosystems, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 49–66. DOI: 10.18721/JE.14404

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

Введение

С развитием цифровых технологий управления появились новые формы сотрудничества предприятий и организаций. В последние годы в зарубежных и отечественных исследованиях наблюдается всплеск интереса к понятию «экосистема», которое понимается как новый способ описать предпринимательскую среду не только в новых технологических отраслях, но и во вполне устойчивых секторах экономики, таких, как, например, финансовые услуги или производство [1]. Важная черта подобных относительно новых организационных образований, на которую обращает внимание Г.Б. Клейнер, состоит в том, что «это не столько статичная совокупность участников (объектов и субъектов экономической деятельности), сколько своеобразное «силовое поле», объединяющее в динамике объекты, проекты, процессы и среды за счет сил взаимного тяготения, инерции и взаимодействия» [2].

Характерной чертой современного периода социально-экономического развития становится осознание целесообразности признания ESG-концепции при производстве, транспортировке, потреблении и утилизации материалов, сырья или готовой продукции. Это означает, что такое развитие тесно связано с ценностями безопасной окружающей среды, то есть с экологией, с социальной ответственностью предприятий и с их управляемостью, то есть с так называемыми ESG – принципами (E – Environmental (экологический, средовой), S – Social (социальный, общественный), G – governance (управление)).

В данной работе основное внимание будет уделено взаимодействию предприятий, являющихся участниками бизнес-экосистемы с целью выявления возможных факторов риска недостижения целей отдельного предприятия или совместной деятельности нескольких участников экосистемы. Под бизнес-экосистемой будем понимать, используя определение из статьи [3], – группу предприятий или организаций (и других субъектов, в том числе, возможно, индивидуальных предпринимателей), которые взаимодействуют и/или находятся в отношении взаимозависимости в процессах производства товаров, создания технологий или оказания услуг, в которых нуждаются потребители.

Взаимодействие между участниками некоей бизнес-экосистемы, как установлено в работе [4], имеет тенденции развиваться, сочетая жесткие формы интеграции (в рамках систем владельческого контроля – со стороны собственников активов, например, цифровых многосторонних платформ) и мягкие формы (базирующиеся на преимуществах сотрудничества). В этом случае бизнес-экосистему можно рассматривать как сеть сотрудничающих и конкурирующих предприятий, которые выводят на рынок взаимосвязанные (или взаимозависимые) продукты и услуги [5–7].

Объектом исследования являются локализованные объединения экономических агентов – предприятий, организаций, некоммерческих организаций и потребителей, образующие бизнес-экосистему, функционирующую в условиях риска и существенной неопределённости внешней экономической среды. *Предметом* данного исследования являются операциональные характеристики управления риском в деятельности бизнес-экосистемы на разных уровнях.

Цель настоящего исследования, выполняемого при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-010-00403 А), состоит в том, чтобы проанализировать методические проблемы выявления факторов риска и управления уровнем риска в деятельности предприятий, входящих в состав цифровой бизнес-экосистемы. Для достижения заявленной цели исследования представляется необходимым постановка и решение следующих задач:

- Идентифицировать факторы риска (ФР), препятствующие развитию цифровой бизнес-экосистемы, предприятий и организаций в ее составе;
- Сформировать рекомендации по проектированию антирисковых управленческих воздействий с учетом выявленных факторов риска цифровой бизнес-экосистемы и присоединившихся к ней предприятий.

Методы исследования

Определение границ исследуемой цифровой бизнес-экосистемы

Большое значение для получения корректных результатов имеет возможно более точное определение границ исследуемого объекта – цифровой бизнес-экосистемы. Однако именно для экосистем выявление их границ вызывает на практике существенные затруднения вследствие разнообразия участников, а также множества форм участия одного и того же предприятия во многих связанных сферах деятельности цифровой бизнес-экосистемы. Границы бизнес-экосистемы как места нахождения некоторых локализованных объектов, таких как, например, производственные предприятия, состав которых к тому же может со временем изменяться, фактически оказываются размытыми как в физическом, так и в экономическом пространстве. К тому же и само пространство границ экосистемы неоднородно. Для того, чтобы преодолеть это затруднение можно, как предлагает Г.Б. Клейнер, в дополнение к географическому (физическому) пространству, ввести в рассмотрение и пространство взаимозависимостей, что позволит определить социально-экономическую экосистему (включающую и бизнес-экосистему) как «территориально локализованное социально-экономическое образование, представленное совокупностью взаимодействующих самостоятельных экономических социальных или организационных агентов и их групп, а также продуктов (результатов) их деятельности способное к самостоятельному функционированию и развитию в течение значимого периода времени за счет кругооборота материальных, информационных, энергетических и иных ресурсов [8].

В некоторых исследованиях экосистемы подразделяют по масштабу деятельности на глобальные, локальные, отраслевые (секторальные) экосистемы, к последним они относят образовательные, бизнес-экосистемы, инженерные, проектные и т.п. экосистемы [9]. В этом случае цифровые бизнес-экосистемы, функционирующие на базе цифровой многосторонней платформы, предполагают обмен ресурсами между входящими в их состав предприятиями: товарно-материальными, денежными, капитальными, человеческими и т.п. [10]. С появлением новых форм организации

бизнеса и кооперации между предприятиями, а также новых способов совместного создания ими ценностей для потребителя и добавленной стоимости – границы между предприятиями и организациями, входящими в цифровую бизнес-экосистему, становятся более динамичными и нечеткими.

Следует отметить, что сотрудничество может приносить не только выгоды, но и приводить к конфликтам. Конфликтные ситуации в биологических и в социальных экосистемах могут также решаться установлением иерархических отношений с ограничением доступа к различным ресурсам. Современные коммуникационные технологии, институты репутации могут помочь разрешению конфликтов в социальных сообществах более мягкими способами. Новейшие программные средства и технологии и сравнительно новый для использования институт медиации позволяют сообществам коллективов программистов, работающих на разных предприятиях, в разных регионах страны и за рубежом, совместно создавать цифровые платформы с большим потенциалом дальнейшего развития и вовлечения новых участников.

Деятельность цифровой бизнес-экосистемы можно представить как результат взаимодействия многих объектов и субъектов экономической, предпринимательской и производственной деятельности участников; при такого рода взаимодействиях могут возникнуть и должны быть идентифицированы разнообразные факторы риска, которые, с одной стороны, специфичны для предприятия или иного экономического агента, входящего в состав бизнес-экосистемы, а, с другой стороны, создают помехи существованию и развитию не только данного предприятия-участника, но и всей экосистемы [11].

Для выявления ФР и разработки адекватных методов предотвращения и/или компенсации негативных последствий их проявления необходимо изучение способов и видов взаимодействий предприятий в составе бизнес-экосистемы. Для выполнения такого вида исследований возможны, например, такие подходы [12]: организационно-экологический [13], анализа сетевого взаимодействия [4, 14–17] и введение в рассмотрение так называемой центральной фирмы бизнес-экосистемы – владельца цифровой многосторонней платформы.

Рассмотрим подробнее функции владельца цифровой платформы – основы цифровой бизнес-экосистемы: формулирование системных целей, опирающихся на ценности, налаживание и регулирование связей между участниками экосистемы, предоставление возможности подключения при соблюдении ряда требований, а также реализация политики «выравнивания», которая способствует достижению согласия между участниками относительно их позиций в экосистеме и потоков между ними и др. Главная роль владельца цифровой платформы состоит в том, что именно она служит организатором исследований риска в деятельности экосистемы, аккумулирует информацию о потребителях (клиентах) и предприятиях, выпускающих товары или услуги для удовлетворения расширенно понимаемых потребностей клиентов, осуществляет координацию дополнительных действий в процессе создания участниками цифровой бизнес-экосистемы инновационных продуктов на базе общих активов. При этом решаются такие задачи выявления факторов риска, которые связаны с транспортировкой, реализацией и утилизацией товаров в рамках бизнес-экосистемы, обнаружением узких мест в процессе создания, доставки или утилизации продукции, а также с предоставлением возможностей со стороны участников бизнес-экосистемы в процессе совместного создания и предоставления новых товаров и услуг [6].

Методы исследования видов кооперативных взаимодействий предприятий, организаций и потребителей

Сложившиеся к настоящему времени междисциплинарные направления развития экономической теории и практики существенно обогатили возможности и виды организации совместной деятельности предприятий, организаций и потребителей, созданной ими продукции, товаров и услуг. Цифровые бизнес-экосистемы рассматриваются обычно на мезоуровне, а выделение мезо-



уровня следует принятой в неоклассике логике и опирается на те же микрооснования, которые образуют ее методологический каркас [18].

В рамках развития новой институциональной экономической теории показано, что разные институты могут использоваться для управления риском в ситуации взаимодействия между экономическими агентами. Однако результаты могут различаться как с точки зрения суммарного выигрыша, так и его распределения между заинтересованными сторонами. Данное обстоятельство является основанием для сравнительного анализа данных институтов как дискретных структурных альтернатив. «Под дискретными структурными альтернативами понимается наличие, по крайней мере, двух вариантов решения вопроса, ни один из которых не является идеальным, но при этом одно из решений может обладать преимуществом по сравнению с другими» [19].

Ранее в экономическом пространстве исследователи выделяли такие способы совместной деятельности предприятий, как вертикально интегрированные холдинги, системные интеграторы, региональные сети по франчайзингу и т.п. [20]. Для примера рассмотрим случай металлургического вертикально-интегрированного холдинга. С точки зрения одной теории вертикальная интеграция может рассматриваться как «структурная альтернатива интернализации внешних эффектов, а в другом случае — как способ обеспечения гарантий при использовании транзакционно-специфических активов в условиях ограниченной рациональности и оппортунизма экономических агентов» [19]. При создании вертикально интегрированных российских, а впоследствии международных металлургических холдингов, их собственники, с одной стороны, снижали вероятность реализации фактора риска резкого скачка цен на такие биржевые товары, как коксующийся уголь, железную руду, никель и иные легирующие добавки, а с другой стороны, уменьшали возможность проявления фактора риска отказа от поставки этих товаров, например, со стороны конкурирующих групп экономических агентов. Как правило, в таких иерархически выстроенных объединениях экономических агентов распространено совместное использование материальных ресурсов, технологического оборудования или унифицированных бизнес-моделей и т.д. различными предприятиями, что способствует общей экономии ресурсов, и это может повысить эффективность деятельности каждой вовлеченной в это взаимодействие организации [21].

По аналогии с вертикальной интеграцией в случае бизнес-экосистемы на базе многосторонней цифровой платформы дискретная структурная альтернатива состоит в том, что, бизнес-экосистема может рассматриваться, с одной стороны, экстернализация транзакционных издержек и их распределение между участниками экосистемы, а с другой стороны, как способ доступа к неограниченному кругу потребителей и обратной связи от них, при соблюдении вполне определенных правил, заданных предприятием-владельцем цифровой платформы. Для средних, малых и микропредприятий или недавно созданных компаний присоединение к таким бизнес-экосистемам может помочь снизить уровень риска при выходе на рынок, позволит протестировать новые товары и услуги, не вкладывая значительные финансовые средства, и, таким образом, уменьшить возможность реализации фактора риска неудачного вывода на рынок нового продукта, получить оценку потребителей и точнее определить рыночную цену товара. Речь идет именно о тестировании инновационного продукта, то есть об итеративном процессе по модификации не только продукта или услуги, но и социальных отношений, связанных с применением или эксплуатацией данного продукта или услуги.

Если бизнес-экосистемы выстраиваются вокруг цифровых платформ, то для включения в бизнес-экосистему и взаимодействия с другими участниками экономическому агенту необходим доступ к некоторому технологическому устройству — компьютеру, мобильному телефону и т.д. В таком случае предлагаемой ценностью для потребителя будет являться экстерриториальность транзакции, то есть неважно в какой географической точке находится экономический субъект, взаимодействуя с платформой. Владелец платформы выигрывает за счет передачи издержек, связанных с оформлением транзакции своему контрагенту или потребителю, кроме того дополни-

тельный выигрыш владельца платформы заключается в сборе массива данных о предпочтениях, интересах, объеме и сущности проведенных транзакций. Таким образом, бизнес-экосистемы на базе цифровых платформ могут рассматриваться с точки зрения новой институциональной теории, как специфические социо-технологические институты, создание и управление которыми предполагает использование как социального, экономического, так и технологического инструментария.

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных исследованиям деятельности и развития разнообразных экосистем, приходится с сожалением констатировать, что проблемам анализа риска, а также созданию адекватных методов его уменьшения в деятельности подобных системных образований уделяется явно недостаточное внимание.

Феномен риска в деятельности бизнес-экосистем

В условиях развития цифровых технологий исследование феномена риска в деятельности социально-экономической экосистемы фактически означает выявление источников и характеристик уязвимости такого объекта при реализации стратегии и на пути к достижению стратегических целей [22]. Уязвимость социально-экономических экосистем достаточно размытое понятие, свойственное скорее цифровым технологиям и программным комплексам, и которое может быть представлено как количественная характеристика устойчивости развития бизнесов экономических агентов, присоединившихся к цифровой многосторонней платформе.

Различные проявления уязвимости экосистем могут быть результатом ошибок, допущенных при проектировании архитектуры платформы, лежащей в основе цифровой бизнес-экосистемы, атаки вредоносных программ и т.п. Сам термин «уязвимость» (англ. vulnerability) возник для обозначения недостатков в защите информационных систем, которые способны вызвать сбой, неправильную работу отдельных подсистем или узлов информационной системы и даже нарушить её целостность.

Оговоримся, что феномен риска в данном случае рассматривается как негативное явление, суть которого состоит в том, что в работе бизнес-экосистем выявляется спектр гипотетических препятствий достижению стратегических целей деятельности социально-экономических экосистем. Такое явление обнаруживается путем поиска и выявления неизвестных – в том числе и физически не обнаруживаемых – источников помех, которые можно трактовать как искусственные объекты в деятельности этих экосистем [23]. В составе понятия феномен риска, следуя основным положениям операциональной теории риска, обычно выделяют такие компоненты этого понятия, как ситуация экономического риска, уровень экономического риска, факторы риска, антирисковые управленческие воздействия [24]. Из практики управления риском понятно, что в первую очередь следует выявить и сформировать как можно более полное множество возможных факторов риска во всех структурных элементах рассматриваемой экосистемы.

Результаты исследования

В итоге проведенного исследования предложена новая концепция управления уровнем риска в бизнес-экосистемах – так называемая ESG-концепция, – которая может быть принята в качестве инструмента управленческого воздействия на участников экосистемы, в частности:

1. Показано, что многообразная деятельность рассматриваемых бизнес-экосистем на базе цифровых платформ состоит из таких компонент, которые можно перечислить, двигаясь – с известной долей условности – «сверху-вниз»: деятельность и различные взаимодействия предприятия-владельца цифровой платформы, взаимодействие (индивидуальное) каждого экономического агента-участника бизнес-экосистемы с внешними предприятиями и организациями, и внутрисистемное взаимодействие каждого экономического агента-участника экосистемы с другими участниками экосистемы и с потребителями продукции бизнес-экосистемы.

Согласно такой структуризации целесообразно рассмотреть последовательно факторы риска, характерные для бизнес-экосистемы в целом, затем ФР в пространстве межэлементных взаимодействий и, наконец, ФР, характерные для отдельных участников экосистем. Иными словами, это классификация ФР по признаку локализации рискогенного объекта в составе экосистемы.

На первый план выходят вопросы не столько целей и инструментов управления, сколько его смысла, поэтому «интересы теоретиков менеджмента должны перемещаться в сторону поиска объективных закономерностей развития предприятий и межфирменной экономической и социальной среды» [25]. Отмеченные изменения во взаимоотношении социума и бизнес-сообщества выразились в новой трактовке понятия социальной ответственности бизнеса, которая состоит в том, что они закладываются не только в основы или в основание хозяйственной деятельности, но и в оценку значимости (ценности) ее результатов. То есть следует присоединиться к мнению В.Д. Смирнова о том, что «заинтересованными сторонами в связи с ведением предпринимательской деятельности считаются теперь не только её акционеры, но и те, кто прямо зависит от деятельности компании (персонал, поставщики и покупатели), а также общество, на территории которого компания имеет свои производственные единицы» [26]. Иными словами, поскольку влияние социума становится все более значимым, бизнесу приходится учитывать культурные особенности населения территории, не портить природную среду его обитания, а также содействовать развитию социальной инфраструктуры и повышению благосостояния местного населения.

В целом это означает, что такое развитие тесно связано с ценностями безопасной окружающей среды, то есть с экологией, с социальной ответственностью предприятий и с их управляемостью, с вышеупомянутой ESG-концепцией. Можно обосновать, что критерии экологичности, социальной ответственности и управляемости деятельности предприятия в составе бизнес-экосистемы на базе цифровой платформы является эмерджентным свойством, и что оно не сводится к свойствам элементов системы и их взаимодействий [27]. В итоге такое развитие отношений участников межфирменной экономической и социальной среды заставляет сместить акценты в сторону расширения понятия социальной ответственности бизнеса, и, следовательно, сконцентрироваться на идентификации обусловленных такого рода изменениями новых факторов риска недостижения намеченных целей и способов предотвращения и/или компенсации негативных последствий реализации таких ФР (то есть в традиционной трактовке – методов управления уровнем риска), а также на определении количественных характеристик этих явлений.

Выбор товаров и услуг, при производстве которых минимизируется негативное влияние на окружающую среду, социальная ответственность производителя (под социальной ответственностью понимается помощь обществу со стороны производителя в решении острых социальных проблем) и требования к этичному управлению бизнесом становится устойчивым трендом [28, 29].

Потребители все чаще принимают во внимание вредные производственные выбросы при создании товаров и услуг, участие в благотворительных программах, учитывают защищенность прав работников, отсутствие подневольного и детского труда и т.п. Таким образом, можно заметить, что на выбор товаров и услуг влияет не только полезность этого частного блага в экономическом смысле, но и дополнительные ценности, такие как охрана окружающей среды и создание дополнительных общественных благ, и потребитель готов за эти ценности платить. Можно сказать, что возникают новые критерии оценки качества управления риском, как на уровне отдельного экономического агента, так и на уровне бизнес-экосистемы на базе многосторонней цифровой платформы.

2. Обосновано, что появление такого принципа в ESG-концепции, как необходимость защиты окружающей среды (Environmental) – обусловлено одной из базовых ценностей для нового по-

коления потребителей: сохранением природных ресурсов, поддержанием биоразнообразия при осуществлении экономической деятельности и бережным отношением к окружающей среде.

К факторам риска средовой системы по Г.Б. Клейнеру [30] можно отнести такие ФР, как ФР истощения критически важных ресурсов, ФР ухудшения климата в регионе интенсивной хозяйственной деятельности, ФР загрязнения природных сред, например, мирового океана. Все эти факторы риска по своему масштабу могут быть отнесены к глобальным факторам риска. Для конкретных локальных производителей, транспортных компаний и продавцов влияние этих факторов может отразиться на приоритетах и предпочтениях потребителей и, соответственно, сдвиг спроса в сторону экологических товаров, способов производства и утилизации излишков сырья, материалов и готовой продукции, минимизации выбросов вредных веществ в процессе производства и т.п. В свою очередь это привлечет внимание к специфическим антирисковым управленческим воздействиям и изменению бизнес-моделей предприятий, к использованию таких технологий, как: переработка отходов производства и/или потребления (recycle) и создание из них инновационных материалов; поощрение потребителей использовать уже созданные товары повторно (reuse); получение производителями специальных экологических сертификатов. Например, при создании новых материалов для легкой промышленности используются пластиковые бутылки и найденные в океане рыболовные сети, из которых вырабатываются высокотехнологичные материалы. Материалы для пошива одежды вырабатываются из отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности – эвкалипта, ананасов, кофе и т.п. Дополнительной привлекательностью для потребителя обладают продукты из сырья, выращенного на органических фермах, и натуральная косметика со специализированными экологическими сертификатами, например, ICEA/AIAB (<https://www.naturworld.ru/article/certificates/icea/>), ECOCERT (<https://www.ecocert.com/en/certification>) и др.

С другой стороны, для контроля на уровне потребителей, заинтересованных в сохранении окружающей среды при производстве тех или иных материалов и услуг, разработано приложение для смартфонов Ecolabel Guide (<https://ecounion.ru/ecolabel-guide-najti-ekomarkirovki-staloproshhe/>). Обычно приложение Ecolabel Guide снабжают специализированным инструментом распознавания экологических маркировок, нанесенных на этикетки на товаре, который создан на основе машинного обучения.

При использовании мобильного приложения Ecolabel Guide пользователь сканирует экологический знак, отправляет на распознавание фотографию знака на упаковке и получает ответ, является ли данный знак экологической маркировкой, заслуживающей доверия. В настоящее время в данное приложение загружена информация более чем о шестидесяти знаках, включая экологические маркировки, входящие во Всемирную ассоциацию экологических маркировок, органик-маркировки, отраслевые знаки, экологические декларации и т.п. Такая деятельность может оказывать влияние на управление рисками на цифровой платформе. Например, если пользователь приобретает товар в интернет-магазине, то на странице указанного товара может быть оставлен отзыв о товаре или о произведенной проверке через мобильное приложение, и, следовательно, о потребительских свойствах данного товара, достоверности или недостоверности информации об экологичности данного товара. Издержки контроля за соблюдением требований экологичности могут быть переложены на пользователей, а для осуществления этого контроля должен быть создан удобный цифровой инструментарий. Таким образом выстраивается обратная связь между потребителями (пользователями многосторонней цифровой платформы), владельцем цифровой платформы и производителями, и более того, складываются определенные нарративы, как специфическая форма существования институтов контроля на множестве поведенческих практик [31].

Таким образом, на уровне владельцев многосторонних цифровых платформ и присоединившихся к ним экономических агентов – производителей товаров и услуг можно выявить, опираясь

на разработанные ранее рекомендации [24], основные виды экологических ФР, приведенные в табл. 1, и априорно возможные для их предотвращения или компенсации антирисковые управленческие воздействия (АРУВ).

Таблица 1. Примеры факторов риска ухудшения состояния окружающей среды и антирисковых управленческих воздействий в регионах деятельности бизнес-экосистем (Составлено авторами)

Table 1. Examples of risk factors for environmental degradation and anti-risk management impacts in business ecosystem regions (Compiled by the authors)

Факторы риска	Антирисковые управленческие воздействия (мероприятия)
ФР истощения ряда критически важных ресурсов	Разработка и внедрение технологий циркулярной экономики и/или применение методов экосистемной (экологической) инженерии
ФР ухудшения климата в регионе хозяйственной деятельности предприятия	Оперативный мониторинг и прогнозирование состояния окружающей среды на основе применения новых космических технологий
ФР роста техногенной нагрузки	– Повышение оперативности прогнозов чрезвычайных ситуаций; – Переход к инновационной модели экономики, ориентированной в том числе на «зеленый» рост
ФР загрязнения природной среды функционирования предприятия (или экосистемы, участником которой является предприятие)	– Внедрение технологий постоянного мониторинга концентрации загрязняющих частиц на базе компактных беспроводных датчиков для своевременного выявления нарушений экологических требований в части защиты воздуха и предотвращения сверхнормативных загрязнений; – Развитие систем мониторинга и прогнозирования природных и техногенных чрезвычайных ситуаций с применением программного обеспечения, способного в автоматизированном режиме решать информационные, прогностические и аналитические задачи
ФР возникновения дефицита доброкачественных водных ресурсов	– Активное внедрение беспилотных летательных аппаратов, снабженных сенсорами и датчиками, для сбора данных о качестве окружающей среды в режиме реального времени; – Радикальная трансформация методов использования земных ресурсов, полезных ископаемых, питьевой воды и т.п.
ФР потери биоразнообразия среды, в которой работает предприятия-участники бизнес-экосистемы и др.	Ужесточение экологических требований и стандартов в регионе хозяйствования предприятия-участника бизнес-экосистемы

Примечание: Инженерная защита окружающей среды (она же экологическая инженерия, инженерная экология, природоохранная инженерия (англ. environmental engineering)) — это совокупность научных и инженерных принципов улучшения природной среды, обеспечивающих чистоту воды, воздуха и земли для обитания человека и других организмов, а также очистку загрязненных участков.

3. Показано, что выполнение требований социальной ответственности производителей товаров и услуг предприятиями, присоединившимися к многосторонней цифровой платформе бизнес-экосистемы, трактуется как ответственность этих экономических агентов (предприятий и организаций) перед обществом за результаты своей деятельности. В этом случае социальная ответственность может быть рассмотрена как дискретная структурная альтернатива: с одной стороны, как защитная реакция или институциональная форма вынужденной адаптации предприятий и организаций к растущим требованиям гражданского общества и государственных регуляторов. А с другой стороны, как своеобразная ответная реакция со стороны организации — то есть в виде маркетинговой технологии, направленной на укрепление имиджа экономического агента, либо как способ экспансии соответствующих норм и практик на контрагентов и партнеров по цифровой бизнес-экосистеме [32].

Если проводить оценку степени социальной ответственности участника бизнес-экосистемы, то элементами такой оценки будут: характеристика качества стратегии предприятия; применяющиеся технологии; наличие системы операционального управления предприятием; участие в

благотворительных программах; взаимодействие с заинтересованными сторонами (стейкхолдерами); этичность коммуникаций или соответствие коммуникаций ценностям как общества в целом, так и отдельного потребителя. Одним из значимых факторов риска нарушения этичности на уровне владельца многосторонней платформы или производителя товаров и услуг может быть намеренное искажение фактов при предоставлении информации о неэтичной коммуникации. Примеры некоторых потенциально возможных ФР и антирисковых управленческих воздействий на уровне предприятий-участников соответствующей бизнес-экосистемы приведены в табл. 2.

Таблица 2. Примеры факторов риска игнорирования социальной ответственности и антирисковых управленческих воздействий (Составлено авторами)

Table 2. Examples of risk factors for ignoring social responsibility and anti-risk management impacts (Compiled by the authors)

Факторы риска	Антирисковые управленческие воздействия
ФР исключения доступа отдельных социальных групп в регионах России к высокотехнологичной медицине и новейшим лекарственным препаратам и вакцинам	Разработка мер по повышению доступности и качества медицинских услуг, включая меры по профилактике и предотвращению заболеваний
ФР утраты возможности участия граждан в непрерывном образовании	Разработка нормативов и правил, закрепляющих доступность образовательных услуг широким слоям граждан региона
ФР возникновения (создания) барьеров мобильности населения	Развитие и внедрение цифровых методов управления сферой услуг (в части развития общественного транспорта и сетевых коммуникаций) для удаленных региональных территорий
ФР нарушения доступности сетевых связей в области создания, коммерциализации и практического использования знаний и технологий	
ФР отсутствия специалистов, удовлетворяющих новым требованиям к квалификации трудовых ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – Реализация резервов инклюзивного развития – вовлечение населения старшего возраста и лиц с ограниченными возможностями в трудовую деятельность; – Совершенствование миграционной политики (сбалансированная экономическая и социокультурная политика интеграции мигрантов)

Вместе с тем социальная ответственность потребителя на уровне транзакции может выражаться в предпочтении приобретать изделия с логотипом благотворительного фонда, свидетельствующим, что часть выручки перечисляется на поддержку фонда. Ответственность за проверку деятельности фондов отвечают специализированные цифровые платформы-агрегаторы, такие, как например, «Добро Mail.ru», «Нужна помощь» и т.п. Кроме того, исследователи сетевых форм коммуникации отмечают, что именно способность формировать целостные сообщества на принципах участия в группе, а не на индивидуализме, позволяет социальным и экономическим акторам лучше контролировать ситуацию в сфере соблюдения социальной ответственности [33].

Надо также обратить внимание на то, что появилась новая форма взаимодействия экономических агентов с многосторонней цифровой платформой, использующая возможности сетевых технологий для создания бизнеса. Это, так называемая, социальная коммерция, которая позволяет потребителям генерировать и осуществлять определенный обмен информацией о своем опыте покупок и проведения социальных взаимодействий в процессе приобретения товаров и услуг [34]. Для начала деятельности в области социальной коммерции потребуются незначительные входные инвестиции, рекомендации клиентов, уже совершивших покупку, а также невысокие затраты на маркетинг, благодаря тому, что для этого используется многосторонняя цифровая платформа [35]. Поведение потребителей, как экономических субъектов основывается при этом на селективном восприятии реальности, а при подключении к цифровой платформе используются эвристические принципы, что в целом может привести к ошибкам и отклонениям от строгой

Таблица 3. Примеры факторов риска нарушения управляемости бизнес-экосистем и антирисковых управленческих воздействий (Составлено авторами)

Table 3. Examples of risk factors for disruption of the manageability of business ecosystems and anti-risk management impacts (Compiled by the authors)

Факторы риска	Антирисковые управленческие воздействия
ФР недостижения необходимого уровня качества управления предприятиями-участниками бизнес-экосистемы	Интегрирование риск-менеджмента во все виды деятельности бизнес-экосистемы, а также выделение необходимых ресурсов, установление круга полномочий, ответственности и подотчетности персонала на всех уровнях
ФР обнаружения низкой квалификации управленческого персонала предприятий-участников и предприятия владельца цифровой платформы управления бизнес-экосистемы	Регулярно оценивать уровень квалификации руководящих работников и персонала участников бизнес-экосистемы, на основании выявленных возможностей составление программы развития персонала
ФР проведения негласной (скрытной) дискриминационной политики в отношении определенных социальных групп при приеме сотрудников на управленческие должности	Разработать Положение бизнес-экосистемы о привлечении и/или найме персонала с учетом их знаний, взглядов, мнений и разделяемых гуманитарных ценностей
ФР отсутствия обратной связи от клиентов и сотрудников к руководству и сотрудникам предприятия-владельца цифровой платформы	– Создать и поддерживать каналы обратной связи для оценки эффективности технологических и бизнес процессов и внедряемых проектов в деятельности цифровых платформ; – Разработать нормативные документы бизнес-экосистемы, закрепляющие технические требования и характеристики каналов обратной связи
ФР ошибочной формулировки цели управления бизнес-экосистемой	Ввести в практику работы Совета директоров бизнес-экосистемы процедуры регулярного обсуждения и корректировки формулировки цели деятельности
ФР разработки неверного прогноза развития внешней хозяйственно-экономической среды бизнес-экосистемы	Ввести в регламент работы бизнес-экосистемы регулярное обсуждение прогнозов с соответствующими консалтинговыми фирмами, а также при необходимости корректировку используемых прогнозов
ФР неверной оценки рыночного и производственного потенциала совокупности предприятий, образующих бизнес-экосистему	Включить в регламент бизнес-экосистемы регулярные процедуры оценки текущего уровня производственного потенциала участников бизнес-экосистемы

рациональности поведения. Однако данный подход не затрагивает мотивационного ядра индивидуалистической модели рационального выбора, то есть не нарушает нормы социальной ответственности [36].

4. Рассмотрено влияние нарушения принципа управляемости в программе реализации ESG-концепции в деятельности бизнес-экосистемы. Этот принцип в данном контексте раскрывается относительно достижимости стратегических целей деятельности бизнес-экосистемы. Например, для удовлетворения этому требованию в рамках бизнес-экосистем должны реализовываться стратегические задачи обретения устойчивого развития бизнес-экосистемы, совместного создания нового продукта или услуги, либо выполняться подобные задачи в деятельности объектной, процессной, проектной и средовой подсистем бизнес-экосистемы [8]. Если рассматривать бизнес-экосистемы, работающие на базе цифровых платформ, как сети особого рода, то системная взаимозависимость их участников отличается от организаций с иерархической структурой, которая подразумевает «жесткую» зависимость, равно как и от рыночных моделей с «мягкими» институтами. Таким экосистемам соответствуют общественно-сетевые модели управляемых систем со взаимозависимыми участниками [37].

Инвесторы, а также иные стейкхолдеры (представители предпринимательских и некоммерческих предприятий, государственных органов и т.п.) и потребители в настоящее время заинтересованы в повышении качества корпоративного управления, преодолении дискриминации по

гендерному, религиозному, возрастному и т.п. признакам в Советах директоров и в руководстве предприятий, а также в развитии механизмов обратной связи. Перечень подобных вопросов и основных проблем, требующих решения, может быть использован в качестве способа ориентирования руководства предприятия-владельца цифровой платформы или иных экономических агентов, входящих в экосистему, относительно дальнейших действий. На следующем этапе используется анализ тенденций в качестве метода для построения структуры факторов риска некачественного управления. Описание внешних обстоятельств стратегического выбора могут включать изучение конкурентов и их систем управления. Метод анализа тенденций позволяет изучить технологические и социальные изменения, действия правительства и динамику рынков [38, 39]. Эти движущие силы становятся источниками внешних факторов риска для данной бизнес-экосистемы, которые затем будут оказывать влияние на будущую динамику изменений в политической, экономической, социальной и технологической сферах.

В рассмотренных ситуациях или задачах управления можно предположить возможность реализации приведенных ниже факторов риска, а также разработать соответствующие их значимости меры преодоления или компенсации (табл. 3).

Современное корпоративное управление, в том числе риск-менеджмент, подразумевает эффективное управление большими потоками данных и приобретает решающее значение по мере увеличения количества собранных и обработанных данных [32]. Для сбора данных о реализовавшихся ситуациях риска могут использоваться конвергентные интернет-ориентированные технологии, такие как интернет вещей, облачные вычисления и робототехника [39]. При помощи методов искусственного интеллекта (ИИ) происходит оценка данных, которые контекстуально соответствуют принятым решениям, кроме того, методы ИИ все чаще используются для облегчения структурирования и анализа больших массивов данных [33, 35].

Заключение

Таким образом применение ESG-концепции в управлении риском в деятельности социально-экономической экосистемы состоит не в том, чтобы идеально спрогнозировать будущее, а в том, чтобы наладить конструктивный диалог между основными заинтересованными участниками этих процессов – представителями бизнес-структур и некоммерческого сектора, потребителями и органами государственной власти, а в итоге создать институциональную основу такого взаимодействия.

В данной работе феномен риска в деятельности бизнес-экосистемы, действующей на базе многосторонней цифровой платформы, был исследован на следующих уровнях:

- на уровне владельца платформы при разработке и эксплуатации такой многосторонней цифровой платформы;
- на уровне взаимодействия владельца цифровой платформы и представителей внешней среды, то есть с государственными регуляторами, иными цифровыми платформами, экономическими агентами, еще не присоединившимися к данной платформе и т.п.;
- на уровне деятельности каждого отдельного экономического агента, присоединившегося к цифровой социально-экономической экосистеме.

Ограничениями при использовании ESG-концепции на уровне отдельных экономических агентов могут оказаться: неразвитость внутренней культуры, отсутствие запроса со стороны потребителей продукции или услуг, недостаточная конкретность при оценке уровня риска недостижения заданных целей. Современные многосторонние цифровые платформы, как своеобразные социо-технологические институты, создают специфическую среду, которая влияет не только на экономическое поведение потребителя, но и формирует навыки выявления достоверной информации, заботы о сохранении окружающей среды, а также кооперативные нормы поведения.

Одним из ключевых преимуществ устойчивого развития бизнес-экосистемы на базе цифровой платформы является возможность регулярно оценивать глобальную роль каждого экономического агента и экосистемы в целом, а в итоге выяснить, в чем они могут стать полезными большому количеству людей по всему миру и природным экосистемам. Осознание необходимости такого вклада приводит к пониманию ответственности за будущее, поскольку именно в этом и состоит основная роль ESG-концепции в развитии любых бизнес-экосистем, в том числе и тех, которые работают на базе цифровых платформ.

Направления дальнейших исследований

Вопросы выявления факторов риска в деятельности бизнес-экосистемы, построенной на базе многосторонней цифровой платформы, и выработки адекватных антирисковых управленческих воздействий, являются дискуссионными среди исследователей и практиков. Вследствие этого одним из направлений дальнейших исследований в этой области должны стать поиски ответов на эти вопросы.

В настоящее время отсутствует согласие в отношении качества прикладных методов выявления факторов риска на уровне предприятия – владельца цифровой платформы и предприятий производителей товаров и услуг, так и новых возможных практик контроля со стороны потребителя. Эта проблема становится еще более актуальной и требующей углубленного исследования при переходе на уровень бизнес-экосистемы.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 20-010-00403 А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Jacobides M., Cennamo C., Gawer A.** Towards a Theory of Ecosystems // *Strategic Management Journal*. 2018. Vol. 39, Issue 8: 2255–2276, DOI: 10.1002/smj.2904
2. **Клейнер Г.Б.** Экономика экосистем: шаг в будущее // *Экономическое возрождение России*. 2019. № 1 (59). С. 40–45.
3. **Zahra S., Nambisan S.** Entrepreneurship and Strategic Thinking in Business, Ecosystems // *Business Horizons*, 2012, vol. 55, No. 3, pp. 219–229.
4. **Дементьев В.Е., Евсюков С.Г., Устюжанина Е.В.** Гибридные формы организации бизнеса: к вопросу об анализе межфирменных взаимодействий // *Российский журнал менеджмента*. 2017. Т. 15. № 1. С. 89–122.
5. **Adner R.** Match your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem. *Harvard Business Review*, 2006.
6. **Jacobides M., Cennamo C., Gawer A.** Industries, Ecosystem, Platforms and Architectures: Rethinking our Strategy Constructs at the Aggregate Level. Working Paper, London Business School, 2015.
7. **Moore J.F.** Predators and Prey. A New Ecology of Competition // *Harvard Business Review*, 1993. May/June, pp. 75–86.
8. **Клейнер Г.** Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // *Вопросы экономики*. 2013. № 6. С. 4–28. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28
9. **Трабская Ю., Метс Т.** Экосистема как источник предпринимательских возможностей // *Форсайт*, 2019. 13 (4), 10–22. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.4.10.22
10. **Белоусов Д.Р., Пенухина Е.А.** О построении качественной модели российской экосистемы ИКТ // *Проблемы прогнозирования*. 2018. № 3. С. 94–104.
11. **Song A.** The Digital Entrepreneurial Ecosystem – a critique and reconfiguration // *Small Business Economics*. 2019. 51(2), 501–514. DOI: 10.1007/s11187-019-00232-y
12. **Карпинская В.А.** Экосистема как единица экономического анализа // *Системные проблемы отечественной мезоэкономики, микроэкономики, экономики предприятий: материалы Вто-*

рой конференции Отделения моделирования производственных объектов и комплексов ЦЭМИ РАН (Москва, 12.01.2018) – М.: ЦЭМИ РАН, 2018. – С. 125–141.

13. **Валитова Л.А., Тамбовцев В.Л.** Организационная экология: взгляд экономиста // Российский журнал менеджмента. 2005. Т. 3. № 2. С. 109–118.

14. **Шерешева М.Ю.** Формы сетевого взаимодействия компаний – М.: Изд. Дом ГУ-ВШЭ, 2010.

15. **Hsieh C., Nickerson J.A., Zenger T.R.** Opportunity, Discovery, Problem Solving and a Theory of the Entrepreneurial Firm // *Journal of Management Studies*, 2007. No. 44(7), pp. 1255–1277.

16. **Miles R., Snow Ch.** Organizational Strategies, Structure and Process (Stanford Business Classics) Stanford University Press, 2003.

17. **Porter M.E.** (1998) On Competition. Harvard Business School, Boston, MA, 1998.

18. **Кирдина-Чэндлер С.Г., Маевский В.И.** Методологические Вопросы анализа мезоуровня в экономике. // *Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований)*, 2017. 9 (3), 7–23. DOI: 10.17835/2076-6297.2017.9.3.007-023

19. **Тутов Л.А., Шаститко А.Е.** Опыт предметной идентификации новой институциональной экономической теории // *Вопросы философии*. 2017. № 6. С. 63–73.

20. **Слепцова Ю.А., Качалов Р.М.** Интеграционная стратегия предприятия в условиях цифровой трансформации экономики // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. 2018. Т. 11, № 5. С. 7–21. DOI: 10.18721/JE.11501

21. **Чмышенко Е.Г., Коломеец Е.А.** Современное состояние и особенности структуры металлургических холдингов России // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*, 2017. 11 (2), 141–148.

22. **Качалов Р.М., Слепцова Ю.А.** Риск-менеджмент в стратегическом планировании развития производственных экосистем / *Стратегическое планирование и развитие предприятий: материалы XXII Всероссийского симпозиума. Москва, 13-14 апреля 2021 г. / под ред. Г.Б. Клейнера. – Электронный ресурс. 2021b Секция 4. С. 355–358. DOI: 10.34706/978-5-8211-0796-1-s4-26*

23. **Качалов Р.М.** Феномен риска как искусственный объект экономических исследований // *Проблемы анализа риска*. 2020. 17(1) 100–108. DOI: 10.32686/1812-5220-2020-17-1-100-108

24. **Качалов Р.М.** Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения. – СПб.: Нестор-История, 2012 – 288 с.

25. **Клейнер Г.Б.** Спиральная динамика, системные циклы и новые организационные модели: перламутровые предприятия // *Российский журнал менеджмента*, 2021. 18(4), 471–496. DOI: 10.21638/spbu18.2020.401

26. **Смирнов В.Д.** Управление ESG-рисками в коммерческих организациях // *Управленческие науки*. 2020. Т. 10, № 3, С. 6–20. DOI: 10.26794/2404-022X-2020-10-3-6-20

27. **Тамбовцев В.Л.** Непродуктивность попыток методологического синтеза // *Вопросы теоретической экономики*. 2020. № 3, 7–31. DOI: 10.24411/2587-7666-2020-10301

28. **Вострикова Е.О., Мешкова А.П.** ESG-критерии в инвестировании: зарубежный и отечественный опыт // *Финансовый журнал*, 2020. 12 (4), 117–129. DOI: 10.31107/2075-1990-2020-4-117-129

29. **Качалов Р.М., Слепцова Ю.А.** Управление риском как инструмент устойчивого развития бизнес-экосистем // *Экономическая наука современной России*. 2021a; (1): 40–51. DOI: 10.33293/1609-1442-2021-1(92)-40-51

30. **Клейнер Г.** Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // *Вопросы экономики*. 2013. № 6. С. 4–28. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28

31. **Вольчик В.В., Маслокова Е.В.** Нарративы, идеи и институты // *Terra Economicus*, 2018. 16 (2), 150–168. DOI: 10.23683/2073-6606-2018-16-2-150-168

32. **Фролов Д.П., Шулимова А.А.** Институциональная системность социальной ответственности бизнеса (природа, институты, механизм) // *Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований)*, 2013. 5 (1), 124–144.

33. **Подопригора А.В.** Доверие как ключевой ресурс социально-экономического развития информационного общества // *Вестник Челябинского государственного университета*, 2016. 11 (393).

34. **Liu C., Bao Z., Zheng C.** Exploring consumers' purchase intention in social commerce: An empirical study based on trust, argument quality, and social presence // *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* 2019. 31 (2): 378–397. DOI: 10.5267/j.ac.2020.6.008

35. Старова П.В., Вейлер Д.А., Русу М.О. Социальная коммерция: эмпирическое исследование факторов влияния на покупку с помощью каналов социальной коммерции в Москве // Российский журнал менеджмента, 2020. 18(3), 335–362. DOI: 10.21638/spbu18.2020.303
36. Бирюков В. Культурологическая парадигма видения экономической деятельности // Общество и экономика. 2018. № 9. С. 91–101. DOI: 10.31857/S020736760001440-
37. Марача В.Г. Сетевая организация и системные принципы управления во взаимоотношениях инновационного бизнеса и государства // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2018. 14 (4), 1012–1019.
38. Shen W., Liu Y., Yan B., Wang J., He P., Zhou C., Huo X., Zhang W., Xu G., Ding Q. Cement industry of China: driving force, environment impact and sustainable development // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. Vol. 75: 618–628. DOI: 10.1016/j.rser.2016.11.033
39. Zhao X., Luo D. Driving force of rising renewable energy in China: environment, regulation and employment // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. Vol. 68: 48–56. DOI: 10.1016/j.rser.2016.09.126
40. Jiang R., Kleer R., Piller F.T. Predicting the future of additive manufacturing: a Delphi study on economic and societal implications of 3D printing for 2030 // Technological Forecasting and Social Change, 2017. Vol. 117. 84–97. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.01.006
41. Sachsenmeier P. Industry 5.0 – the relevance and implications of bionics and synthetic biology // Engineering. 2016. 2(2): 225–229. DOI: 10.1016/J.ENG.2016.02.015
42. Li L. China’s manufacturing locus in 2025: with a comparison of ‘made-in-China 2025’ and ‘industry 4.0’ // Technological Forecasting and Social Change, 2018. Vol. 135: 66–74. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.028
43. Lu H.-P., Weng C.-I. Smart Manufacturing Technology, Market Maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry // Technological Forecasting and Social Change, 2018. Vol. 133: 85–94. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.03.005

REFERENCES

1. M. Jacobides, C. Cennamo, A. Gawer, Towards a Theory of Ecosystems // Strategic Management Journal. 2018. Vol. 39, Issue 8: 2255–2276, DOI: 10.1002/smj.2904
2. G.B. Kleyner, Экономика экосистем: шаг в будущее [Ecosystem economics: step into the future] // Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii. 2019. № 1 (59). С. 40–45.
3. S. Zahra, S. Nambisan, Entrepreneurship and Strategic Thinking in Business, Ecosystems. // Business Horizons, 2012, Vol. 55, No. 3, pp. 219–229.
4. V.Ye. Dementyev, S.G. Yevsyukov, Ye.V. Ustyuzhanina, Гибридные формы организации бизнеса: к вопросу об анализе межфирменных взаимодействия. [Hybrid Forms of Business Organization: The Inter-firm Cooperation Perspective] // Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta. 2017. T. 15. № 1. С. 89–122.
5. R. Adner, Match your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem. Harvard Business Review, 2006.
6. M. Jacobides, C. Cennamo, A. Gawer, Industries, Ecosystem, Platforms and Architectures: Rethinking our Strategy Constructs at the Aggregate Level. Working Paper, London Business School, 2015.
7. J.F. Moore, Predators and Prey. A New Ecology of Competition // Harvard Business Review, 1993. May/June, pp. 75–86.
8. G.B. Kleyner, Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы [Socio-economic ecosystems in the light of the system paradigm] // Sistemnyy analiz v ekonomike – 2018: sbornik trudov V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii-biyennale (21-23 noyabrya 2018) / pod obshch. red. G.B. Kleynera, S.Ye. Shchepetovoy. – М.: Prometey, 2018. С. 5–14.
9. Yu. Trabskaya, T. Mets, Экосистема как источник предпринимательских возможностей. [Ecosystem as the Source of Entrepreneurial Opportunities] // Forsayt, 2019. 13 (4), 10–22. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.4.10.22
10. D.R. Belousov, Ye.A. Penukhina, О построении качественной модели российской экосистемы ИКТ [Building a qualitative model of the Russian ICT ecosystem] // Problemy prognozirovaniya. 2018. № 3. С. 94–104.

11. **A. Song**, The Digital Entrepreneurial Ecosystem—a critique and reconfiguration. // *Small Business Economics*. 2019. 51(2), 501–514. DOI: 10.1007/s11187-019-00232-y
12. **V.A. Karpinskaya**, Ekosistema kak yedinitisa ekonomicheskogo analiza [Ecosystem as a unit of economic analysis] // *Sistemnyye problemy otechestvennoy mezoekonomiki, mikroekonomiki, ekonomiki predpriyatiy: materialy Vtoroy konferentsii Otdeleniya modelirovaniya proizvodstvennykh obyektov i kompleksov TsEMI RAN (Moskva, 12.01.2018) – M.: TsEMI RAN, 2018. – S. 125–141.*
13. **L.A. Valitova, V.L. Tambovtsev**, Organizatsionnaya ekologiya: vzglyad ekonomista // *Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta*. [Organizational Ecology: Economist’s View] 2005. T. 3. № 2. S. 109–118.
14. **M.Yu. Sheresheva**, Formy setevogo vzaimodeystviya kompaniy [Forms of network interaction of companies] – M.: Izd. Dom GU-VShE, 2010.
15. **C. Hsieh, J.A. Nickerson, T.R. Zenger**, Opportunity, Discovery, Problem Solving and a Theory of the Entrepreneurial Firm // *Journal of Management Studies*, 2007. No. 44(7), pp. 1255–1277.
16. **R. Miles, Ch. Snow**, Organizational Strategies, Structure and Process (Stanford Business Classics) Stanford University Press, 2003
17. **M.E. Porter**, (1998) On Competition. Harvard Business School, Boston, MA, 1998.
18. **S.G. Kirdina-Chendler, V.I. Mayevskiy**, Metodologicheskiye Voprosy analiza mezourovnya v ekonomike. [Methodological Issues of the Meso-level Analysis in Economics] // *Journal of Institutional Studies (Zhurnal institutsionalnykh issledovaniy)*, 2017. 9 (3), 7–23. DOI: 10.17835/2076-6297.20-17.9.3.007-023
19. **L.A. Tutov, A.Ye. Shastitko**, Opyt predmetnoy identifikatsii novoy institutsionalnoy ekonomicheskoy teorii [The Experience of the Subject Identification of New Institutional Economics] // *Voprosy filosofii*. 2017. № 6. S. 63–73.
20. **Yu.A. Sleptsova, R.M. Kachalov**, Integratsionnaya strategiya predpriyatiya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii ekonomiki [Integration strategy of the enterprise under conditions of digital transformation of economy] // *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki*. 2018. T. 11, № 5. S. 7–21. DOI: 10.18721/JE.11501
21. **Ye.G. Chmyshenko, Ye.A. Kolomeyets**, Sovremennoye sostoyaniye i osobennosti struktury metallurgicheskikh kholdingov Rossii. [The modern state and structural features of russian metallurgical holding companies] // *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment*, 2017. 11 (2), 141–148.
22. **R.M. Kachalov, Yu.A. Sleptsova**, Upravleniye riskom kak instrument ustoychivogo razvitiya biznes-ekosistem. [Risk Management as a Tool in the Development of Socio-Economic Ecosystems] // *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii*. 2021a; (1): 40–51. DOI: 10.33293/1609-1442-2021-1(92)-40-51
23. **R.M. Kachalov**, Fenomen riska kak iskusstvennyy obyekт ekonomicheskikh issledovaniy. [Risk phenomenon as an artificial economic science object] // *Problemy analiza riska*. 2020; 17(1): 100–108. DOI: 10.32686/1812-5220-2020-17-1-100-108
24. **R.M. Kachalov**, Upravleniye ekonomicheskim riskom: teoreticheskiye osnovy i prilozheniya. [Economic Risk Management: theory and applications] – SPb.: Nestor-Istoriya, 2012 – 288 s.
25. **G.B. Kleyner**, Spiralnaya dinamika, sistemnyye tsikly i novyye organizatsionnyye modeli: perlamutrovyye predpriyatiya. [Spiral Dynamics, System Cycles and New Organizational Models: Pearlescent Enterprises.] // *Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta*, 2021. 18(4), 471–496. DOI: 10.21638/spbu18.2020.401
26. **V.D. Smirnov**, Upravleniye ESG-riskami v kommercheskikh organizatsiyakh [ESG risks Management in Commercial Organizations] // *Upravlencheskiye nauki*. 2020. T. 10, № 3 S. 6–20. DOI: 10.26794/2404-022X-2020-10-3-6-20
27. **V.L. Tambovtsev**, Neproduktivnost popytok metodologicheskogo sinteza [Unproductivity of the methodological fusion’s attempts] // *Voprosy teoreticheskoy ekonomiki*. 2020. № 3: 7–31. DOI: 10.244-11/2587-7666-2020-10301
28. **Ye.O. Vostrikova, A.P. Meshkova**, ESG-kriterii v investirovani: zarubezhnyy i otechestvennyy opyt [ESG criteria in investing: foreign and domestic experience] // *Finansovyy zhurnal*, 2020. 12 (4), 117–129. DOI: 10.31107/ 2075-1990-2020-4-117-129
29. **R.M. Kachalov, Yu.A. Sleptsova**, Upravleniye riskom kak instrument ustoychivogo razvitiya biznes-ekosistem. [Risk Management as a Tool in the Development of Socio-Economic Ecosystems] // *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii*. 2021a; (1): 40–51. DOI: 10.33293/1609-1442-2021-1(92)-40-51
30. **G. Kleyner**, Sistemnaya ekonomika kak platforma razvitiya sovremennoy ekonomicheskoy teorii [Economics as a Platform for development of modern Economic Theory] // *Voprosy ekonomiki*. 2013. № 6. S. 4–28. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-6-4-28

31. **V.V. Volchik, Ye.V. Maslyukova**, Narrativy, idei i instituty. [Narratives and understanding of economic institutions] // Terra Economicus, 2018. 16 (2), 150–168. DOI: 10.23683/2073-6606-2018-16-2-150-168
32. **D.P. Frolov, A.A. Shulimova**, InstitutSIONalnaya sistemnost sotsialnoy otvetstvennosti biznesa (priroda, institutsii, mekhanizm). [Institutional consistency of business social responsibility (nature, institutions, mechanism)] // Journal of Institutional Studies (Zhurnal institutsionalnykh issledovaniy), 2013. 5 (1), 124–144.
33. **A.V. Podoprigora**, Doveriye kak klyuchevoy resurs sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya informatsionnogo obshchestva. [Trust as a key resource of the socio-economic development of the information society] // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2016. 11 (393).
34. **C. Liu, Z. Bao, C. Zheng**, Exploring consumers' purchase intention in social commerce: An empirical study based on trust, argument quality, and social presence // Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics 2019. 31 (2): 378–397. DOI: 10.5267/j.ac.2020.6.008
35. **P.V. Starova, D.A. Veyler, M.O. Rusu**, Sotsialnaya kommertsiya: empiricheskoye issledovaniye faktorov vliyaniya na pokupku s pomoshchyu kanalov sotsialnoy kommertsii v Moskve. [Factors influencing the purchase decision through social commerce channels: the results of mixed research in Moscow] // Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta, 2020. 18(3), 335–362. DOI: 10.21638/spbu18.2020.303
36. **V. Biryukov**, Kulturologicheskaya paradigma videniya ekonomicheskoy deyatel'nosti [Culturological paradigm of the perception of economic reality] // Obshchestvo i ekonomika. 2018. № 9. S. 91–101. DOI: 10.31857/S020736760001440-
37. **V.G. Maracha**, Setevaya organizatsiya i sistemnyye printsipy upravleniya vo vzaimootnosheniyakh innovatsionnogo biznesa i gosudarstva. [Network organization and systemic principles of governance in relationships between innovative business and the state] // Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye, 2018. 14 (4), 1012–1019.
38. **W. Shen, Y. Liu, B. Yan, J. Wang, P. He, C. Zhou, X. Huo, W. Zhang, G. Xu, Q. Ding**, Cement industry of China: driving force, environment impact and sustainable development // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. Vol. 75: 618–628. DOI: 10.1016/j.rser.2016.11.033
39. **X. Zhao, D. Luo**, Driving force of rising renewable energy in China: environment, regulation and employment // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. Vol. 68: 48–56. DOI: 10.1016/j.rser.2016.09.126
40. **R. Jiang, R. Kleer, F.T. Piller**, Predicting the future of additive manufacturing: a Delphi study on economic and societal implications of 3D printing for 2030 // Technological Forecasting and Social Change, 2017. Vol. 117: 84–97. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.01.006
41. **P. Sachsenmeier**, Industry 5.0 – the relevance and implications of bionics and synthetic biology. // Engineering. 2016. 2(2): 225–229. DOI: 10.1016/J.ENG.2016.02.015
42. **L. Li**, China's manufacturing locus in 2025: with a comparison of 'made-in-China 2025' and 'industry 4.0' // Technological Forecasting and Social Change, 2018. Vol. 135: 66–74. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.028
43. **H.-P. Lu, C.-I. Weng**, Smart Manufacturing Technology, Market Maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry // Technological Forecasting and Social Change, 2018. Vol. 133: 85–94. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.03.005

Статья поступила в редакцию 04.07.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

СЛЕПЦОВА Юлия Анатольевна

E-mail: julia_sleptsova@mail.ru

SLEPTSOVA Yulia A.

E-mail: julia_sleptsova@mail.ru

КАЧАЛОВ Роман Михайлович

E-mail: kachalov1ya@ya.ru

KACHALOV Roman M.

E-mail: kachalov1ya@ya.ru

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

DOI: 10.18721/JE.14405
УДК 657.312

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ДОХОДАМИ И РАСХОДАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нечеухина Н.С.¹, Мустафина О.В.¹, Прядилина Н.К.²

¹ Уральский государственный экономический университет,
Екатеринбург, Российская Федерация;

² Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Российская Федерация

В данной статье представлены результаты научных изысканий по вопросам развития теории и методологии финансового менеджмента в системе управленческого учета и анализа доходов и расходов предприятий сферы обслуживания и торговли. В настоящее время в России идет популяризация и внедрение управленческого учета и анализа в систему управления предприятиями. При этом наблюдается интенсивное развитие методологии управленческого учета и анализа. Это обуславливает круг разнообразных проблемных аспектов теории и практики учетно-аналитического обеспечения, что тесно связано с пониманием управленческого учета и анализа в системе управления. Предприятия сферы обслуживания и торговли являются основными сегментами потребительского рынка России, основное назначение которых заключается в удовлетворении потребностей населения территорий. Управление доходами и расходами предприятий сферы обслуживания и торговли является достаточно сложным процессом, что обусловлено отраслевой специфичностью. Актуальность исследования обуславливается практической необходимостью менеджмента, как инструмента управления на предприятиях сферы обслуживания и торговли. Цель исследования заключается в обосновании и разработке научной позиции развития теории и методологии управленческого учета и анализа доходов и расходов в финансовом менеджменте предприятий сферы обслуживания и торговли. В процессе проведенного исследования были поставлены и реализованы следующие задачи: во-первых, исследованы отраслевые особенности доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли; во-вторых, изучено содержание и взаимосвязь управленческого учета и анализа в системе управления предприятием; в-третьих, выработана научная точка зрения генезиса теории и методологии управленческого учета и анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли. Теоретическую и методологическую основу исследования составили научные положения отечественных и зарубежных ученых по вопросам управления доходами и расходами предприятий. Практическая значимость результатов исследования заключается в выработке обоснованной точки зрения развития теории и методологии применения инструментов управления доходами и расходами предприятий сферы обслуживания и торговли.

Ключевые слова: финансовый менеджмент, управленческий учет, управленческий анализ, доходы, расходы, предприятия сферы обслуживания и торговли, система учетно-аналитического обеспечения, управление торговым предприятием, интегрированная отчетность

Ссылка при цитировании: Нечеухина Н.С., Мустафина О.В., Прядилина Н.К. Финансовый менеджмент как инструмент управления доходами и расходами предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 67–81. DOI: 10.18721/JE.14405

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

FINANCIAL MANAGEMENT AS A TOOL FOR MANAGING THE INCOME AND EXPENDITURE OF THE ENTERPRISE

N.S. Necheukhina¹, O.V. Mustafina¹, N.K. Pryadilina²

¹ Ural State University of Economics,
Ekaterinburg, Russian Federation;

² Ural State Forest Engineering University,
Ekaterinburg, Russian Federation

This article presents the results of scientific research on the development of the theory and methodology of financial management in the field of management accounting and analysis of income and expenses of service and trade enterprises. Currently, popularization and implementation of management accounting and analysis in the management system of enterprises are in progress in Russia. At the same time, there is an intensive development of the methodology of management accounting and analysis. This determines the range of various problematic aspects of the theory and practice of accounting and analytical support, which is closely related to the understanding of management accounting and analysis in the management system. Service and trade enterprises are the main segments of the Russian consumer market. Their main purpose is to meet the needs of the population of the territories. Management of income and expenses of service and trade enterprises is a rather complex process, which is due to the industry specificity. The relevance of the study is due to the practical need for management as a management tool in service and trade enterprises. The purpose of the study is to substantiate and develop a scientific position of the evolution of the theory and methodology of management accounting and analysis of income and expenses in the financial management of service and trade enterprises. In the course of the study, the following tasks were set and implemented: firstly, the sectorial features of income and expenses at enterprises in the service and trade sectors have been investigated; secondly, the content and relationship of management accounting and analysis in the enterprise management system has been studied; thirdly, a scientific point of view of the genesis of the theory and methodology of management accounting and analysis of income and expenses in service and trade enterprises has been developed. The object of the research is the accounting and economic categories of income and expenses of enterprises in the service and trade sectors. The theoretical and methodological basis of the study was formed by the scientific provisions of domestic and foreign scientists on the management of income and expenses of enterprises. The practical significance of the research results lies in the development of a substantiated point of view of the development of theory and methodology for the application of tools for managing income and expenses of service and trade enterprises.

Keywords: financial management, management accounting, management analysis, income, expenses, service and trade enterprises, accounting and analytical support system, trade enterprise management, integrated reporting

Citation: N.S. Necheukhina, O.V. Mustafina, N.K. Pryadilina, Financial management as a tool for managing the income and expenditure of the enterprise, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 67–81. DOI: 10.18721/JE.14405

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

Введение

Сложность управления экономикой на предприятиях сферы обслуживания и торговли обуславливается наличием факторов макроэкономического и микроэкономического влияния, которые необходимо принимать во внимание в процессе принятия управленческих решений, обеспечивающих стратегическое развитие.

Доходы и расходы – сложные учетно-экономические категории, которые являются предметом дискуссионных обсуждений финансовых менеджеров. Поэтому система сбора и анализа учетно-аналитической информации для менеджмента имеет первоочередное значение. В современных условиях стало очевидным, что наиболее важными и управляемыми позициями менеджмента на предприятиях сферы обслуживания и торговли является поиск резервов экономии расходов и приращения доходов. Таким образом, все выше изложенное предопределило актуальность исследования, что обуславливается практической необходимостью менеджмента в поиске наиболее эффективных инструментов управления на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Авторы склоняются к мнению, что направлением совершенствования менеджмента на предприятиях сферы обслуживания и торговли может послужить предложенная концепция управ-

ленческого учета и анализа. Обзор литературы, проведенный авторами свидетельствует о том, что методы учета и анализа расходов и доходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли в недостаточной степени адаптированы к реальной действительности. Поэтому и возникает необходимость развития теории и методологии управленческого учета и анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли. В представленном исследовании раскрывается роль и значение доходов и расходов в системе управленческого учета и анализа на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Объектами исследования послужили такие учетно-экономические категории, как доходы и расходы предприятий сферы обслуживания и торговли. Предметом исследования являются факторы макроэкономического и микроэкономического влияния на доходы и расходы предприятий сферы обслуживания и торговли, а также элементы системы управления ими, которые оказывают непосредственное влияние на практику финансового управления на предприятии.

Развитие теории и методологии управленческого учета и анализа доходов и расходов необходимо для эффективного финансового менеджмента, что позволяет предприятиям сферы обслуживания и торговли в полной мере обеспечить социально-экономическую значимость. *Перспективными направлениями развития теории и методологии управленческого учета и анализа доходов и расходов* в системе финансового менеджмента на предприятиях сферы обслуживания и торговли является технология формирования учетной и аналитической информации в системе учетно-аналитического обеспечения в разрезе управленческого учета и анализа. Авторами предполагается в дальнейших исследованиях всесторонне изучить потребности современного управления на предприятиях сферы обслуживания и торговли; апробировать всю предлагаемую совокупность приемов и методов, а также разработать наиболее прогрессивную форму интегрированной отчетности для целей наиболее углубленного анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Литературный обзор

На современном этапе экономического развития управленческий учет и анализ обеспечивают аппарат управления на предприятиях информацией, которая используется для принятия своевременных управленческих решений. В том или ином виде управленческий учет и анализ охватывают практические аспекты деятельности любого отраслевого предприятия. Современному финансовому менеджменту важно понять какова роль управленческого учета и анализа. Фундаментальные основы классического управленческого учета и анализа излагаются в научных трудах зарубежных ученых, таких как: Ч.Т. Хорнгрен и Дж. Фостер, К. Други, Т. Скоун и др. В отечественной экономической науке методология и процедуры управленческого учета и анализа интенсивно развиваются в работах ученых, таких как: С.А. Бороненкова и А.В. Чепулянис, О.В. Ивашкевич, В.Э. Керимов, Н.С. Нечеухина и О.В. Мустафина, Л.И. Хоружий и др. Таким образом, несмотря на такое наличие изысканий в отношении управленческого учета и анализа не выработана общая единая точка зрения на дефиниции и содержание. Поэтому на первоначальном этапе исследования необходимо сформировать общее видение исследуемой области научного познания, а именно развить сформулировать понятия, практическое значение и содержание управленческого учета и анализа.

Системное представление об исследуемой области научного познания прослеживается в работах зарубежных ученых. В переводах авторов Хорнгрен Ч., Фостер Дж., Датар Ш. имеется твердое убеждение, что управленческий учет помогает финансовому менеджменту «...управлять процессами, за которые возложена ответственность и координировать процессы по организации в целом» [11]. В работах Энтони Р. выделяется практическая значимость управленческого учета, что выражено «... представлением информации лицам в самой организации, на основе которой они могут обосновательно принимать решения и повышать эффективность и производительность»

[15]. В изысканиях Скоун Т. четко сформирована основная цель управленческого учета, которая заключается в предоставлении финансовой информации для ключевых сфер, таких и для планирования, контроля и принятия решений [8]. Несмотря на то, что большинство зарубежных ученых считают, что управленческий учет исключительная и самостоятельная область научного познания, такие ученые как: Нидлз Б., Андерсон Х., Колдуэлл Дж видят в управленческом учете продолжение финансового учета, а его применение в практике финансового управления направлено, на отражение внутренних операций и обеспеченности информацией менеджеров, ответственных за достижение конкретных производственных целей [7]. В трудах Дж. Чартер Гаррисон, управленческий учет – характеризуется, как «... важной частью системы учета и представляет собой внутренний бухгалтерский учет, обеспечивающий и предоставляющий различную информацию для управления предприятием» [1]. Таким образом, обобщая изыскания зарубежных ученых, выделяются основные положения в отношении управленческого учета, которые необходимо принять во внимание. Управленческий учет, по мнению зарубежных ученых, – это прежде всего «...часть системы учета, в которой формируется информация для внутренних пользователей, что способствует координации процессов управления и повышения эффективности». Обзор отечественных литературных источников по исследуемому аспекту представлен в табл. 1.

Таблица 1. Управленческий учет в отечественной экономической научной мысли
Table 1. Management accounting in domestic economic scientific thought

Авторы	Авторский взгляд
С.А. Бороненкова, А.В. Чепулянис ¹	Управленческий учет – система подготовки информации для менеджеров организации с целью принятия правильного и обоснованного решения, также является средством обеспечения планирования, управления, контроля
М.А. Вахрушина ²	Управленческий учет – самостоятельное направление бухгалтерского учета организации, которое обеспечивает ее управленческий аппарат информацией, используемой для планирования, управления, контроля и оценки организации в целом, а также ее структурных подразделений
А.В. Ильина, Н.Н. Ильшева ³	Управленческий учет – это система учета, анализа, планирования и контроля доходов, расходов и результатов деятельности в необходимых аналитических разрезах, которая используется для оперативного принятия различных управленческих решений
Н.С. Нечухина, О.В. Мустафина ⁴	Управленческий учет – это подсистема общего интегрированного механизма учетно-аналитического обеспечения, которая обеспечивает менеджмент предприятия информацией необходимой для разработки и принятия управленческого решения в рамках оперативного, текущего и стратегического управления
В.И. Ткач, М.В. Ткач ⁵	Управленческий учет – это совокупность методов калькулирования себестоимости и управления затратами, а также долгосрочное планирование и бюджетирование, контроль и анализ исполнения бюджетов, управление по отклонениям и подготовку информации для принятия тактических и стратегических управленческих решений

Таким образом, в отечественной экономической науке не существует единства взглядов на понятие и содержание управленческого учета. Одни авторы говорят, что управленческий учет – это система учета; другие склоняются к мнению, что управленческий учет – подсистема общего интегрированного механизма [9, 13, 14]. В отношении определения управленческого анализа

¹ Чепулянис А.В. Теоретико-методические основы стратегического учета и анализа затрат / А.В. Чепулянис, С.А. Бороненкова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 218 с.

² Вахрушина М.А. Бухгалтерский управленческий учет [Текст]: учебник для студентов обучающихся по экономическим специальностям / М.А. Вахрушина. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: «Омега-Л», 2007. – 570 с.

³ Ильина А.В. Управленческий учет: учеб. пособие / А.В. Ильина, Н.Н. Ильшева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016 – 180 с.

⁴ Нечухина Н.С., Мустафина О.В. Генезис учетно-аналитического обеспечения управления доходами и расходами экономических субъектов розничного сегмента потребительского рынка // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 2. С. 70–80.

⁵ Ткач В.И., Ткач М.В. Управленческий учет: международный опыт. – Финансы и статистика, 1994. – 416 с.

наблюдается более общая научная позиция. Роль анализа в отечественной экономической науке была predetermined еще В.И. Лениным, который писал: «...надо, чтобы экономисты, литераторы, статистики не болтали о плане вообще, а детально изучали выполнение наших планов, наши ошибки в этом практическом деле, способны исправления этих ошибок... Дельный экономист, вместо пустяковых тезисов, засядет за изучение фактов, цифр, данных проанализирует наш собственный практический опыт и скажет: ошибка там-то, исправить ее надо так-то...» [4]. Так современный научный взгляд на понятие и содержание управленческого анализа можно сформировать благодаря позициям современных отечественных ученых (табл. 2).

Таблица 2. Обзор понятия «управленческий анализ»: содержание, роль и значение
Table 2. Review of the concept of "management analysis": content, role and meaning

Авторы	Авторский взгляд
К.А. Анущенко ⁶	Результаты управленческого анализа, в большинстве случаев, называют – комплексными, в рамках которых производится управленческая оценка эффективности хозяйственной деятельности
О.В. Долматова ⁷	Управленческий анализ – позволяет объективно оценить выполнение планов, а также дает возможность исследования динамических изменений результатов деятельности
В.А. Кундиус ⁸	Составляющими управленческого анализа, является внутренний ретроспективный, оперативный и краткосрочный анализ, который позволяет оценить изменения, происходящие в производстве и рынке; поэтому управленческий анализ дает возможность прогнозирования изменений производственных показателей и рыночной среды
Н.П. Любушин ⁹	Управленческий анализ – это составная часть управленческого учета, т.е. учетно-аналитического обеспечения, благодаря чему для администрации формируются необходимые данные для подготовки управленческих решений»
Г.В. Шадрина ¹⁰	Управленческий анализ заключается в ориентации результатов на руководство предприятием, при этом отсутствуют какие-либо нормативные регламентации методики и методологии; управленческий анализ, позволяет более детально изучить все стороны деятельности предприятия и максимально закрыть результаты анализа в целях сохранения коммерческой тайны
О.А. Шапорова, Е.А. Тюхова ¹¹	Управленческий анализ является инструментом стратегического менеджмента, который направлен на выявление и детальное понимание важных аспектов деятельности и стратегических проблем. В процессе управленческого анализа выявляется соответствие внутренних ресурсов и возможностей бизнеса

Таким образом, управленческий анализ – финансовый инструмент менеджмента, который направлен на факторное исследование результатов деятельности, а также выявление и детальное понимание стратегически важных аспектов деятельности и сложившихся проблем предприятий сферы обслуживания и торговли. Можно признать, что управленческий анализ интегрирует различные виды анализа, такие как: ретроспективный, оперативный и перспективный, при этом каждый вид анализа используется для разрешения различных задач. В основном результаты управленческого анализа, называют – комплексными, в рамках которых производится управленческая оценка эффективности хозяйственной деятельности. Следовательно, возникает необходимость рассмотрения управленческого учета и анализа, как единого комплексного механизма,

⁶ Анущенко К.А. Финансово-экономический анализ. 2-е изд.: учебное пособие / К.А. Анущенко, В.Ю. Анущенко. – Москва: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2012. – 256 с.

⁷ Долматова О.В. Анализ хозяйственной деятельности по отраслям. Управленческий анализ: учебное пособие / О.В. Долматова, Е.Н. Сысоева. – 2-е изд. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 148 с.

⁸ Кундиус В.А. Управленческий анализ деятельности предприятий агропромышленного комплекса: учебное пособие / В.А. Кундиус. – М.: КНОРУС, 2016 – 392 с.

⁹ Любушин Н.П. Экономический анализ: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» и «Финансы и кредит» / Н.П. Любушин. – 3-е изд. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 575 с.

¹⁰ Шадрина Г.В. Управленческий анализ в отраслях производственной сферы : учебное пособие / Г.В. Шадрина. – Москва: Евразийский открытый институт, 2010. – 176 с.

¹¹ Шапорова О.А., Тюхова Е.А. Управленческий анализ в системе комплексного анализа деятельности предприятия // Российское предпринимательство, 2011. № 6. – с. 70–76.

характеризующего различные аспекты финансово-хозяйственной деятельности на предприятиях сферы обслуживания и торговли для целей управления. Резюмируя изложенное, можно признать, что управленческий учет и анализ представляют собой комплексную систему сбора, регистрации, группировки и аналитической оценки различной информации, на основании которой финансовый менеджмент принимает управленческое решение для достижения стратегических целей на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Методика исследования

Доходы и расходы – это две фундаментальные экономические категории, которые являются дискуссионными объектами на протяжении достаточно длительного времени. Еще в античной Греции Ксенофонт (ок. 430–355 гг. до н.э) в своем трактате «О доходах» сформулировал отраслевые и территориальные особенности формирования доходов у ремесленников и торговцев. Ксенофонт также писал: «...когда деньги на расход полностью уходят из хозяйства, а работы исполняются не так, чтобы «приход исполнял расходы», ничего мудреного нет в том, что вместо излишка получается дефицит» [3]. С профессиональной точки зрения, регулирование, определение и признание рассматриваемых экономических категорий берет начало в период с 1887 года в «века присяжных бухгалтеров» (США). Следует выделить тот факт, что центральной проблемой учета выступало сопоставление доходов и расходов (текущего периода) и определение взаимосвязи между ними в будущем: «...некоторые затраты (efforts) приносят результат в настоящем, они рассматриваются как расходы (costs) и вычитаются из доходов – результатов (revenue – accomplishments) и, таким образом, являются расходами текущего отчетного периода. Другие затраты предполагают доходы в будущем, они, как правило, рассматриваются как отсроченные расходы, так как выступают расходами будущих отчетных периодов» [10].

В системе учетно-аналитического обеспечения управления экономикой на предприятиях сферы обслуживания и торговли центральное место отведено прибыли, которая определяется «...как разница между доходами и расходами¹²». Современная регламентация учета доходов и расходов осуществляется в соответствии с ПБУ 9/99 и ПБУ 10/99, которые устанавливают базовые правила и процедуры формирования доходов и расходов в бухгалтерском (финансовом) учете. Исследования теоретических подходов к формированию и измерению доходов и расходов позволило выделить четыре направления, которые положены в основу дефиниций (табл. 3).

Учитывая обозначенные выше теоретические подходы к дефинициям доходов и расходов, также необходимо принимать во внимание отраслевую специфику. Предприятия сферы обслуживания и торговли закупают готовые товары, а затем без изменения основной их формы реализуют населению. Поэтому отношение к исследуемым дефинициям будет складываться с учетом этих отраслевых особенностей. Современные предприятия сферы обслуживания и торговли являются одним из важнейших сегментов потребительского рынка России. Они оказывают значительное влияние на развитие производства, поскольку реагируют на любые изменения в экономической и политической ситуации. С учетом области научного познания, в основу финансовых отчетов управленческого учета и анализа могут быть положены различные концепции учета, что позволит формировать более уточняющее определение к дефинициям доходов и расходов. Ключевым принципом международных стандартов (GAAP) формирования отчетности – является разграничение основных затрат на продукт и периодических расходов. Иллюстрация потока затрат на продукт и периодических расходов представлена на рис. 1.

Как было уже выше сказано, предприятия сферы обслуживания и торговли характеризуются определенной специфичностью, что выражено в необходимости приобретения товаров для последующей их перепродажи. Поэтому затраты на приобретение этих товаров, относят в объ-

¹² Нечитайло А.И. Методология и концепции бухгалтерского учета: учебное пособие/ А.И. Нечитайло, Л.В. Панкова, И.А. Нечитайло. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 221 с.



Рис. 1. Схема содержания доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли в системе управленческого учета (зарубежный опыт) составлена по источникам [10–12]

Fig. 1. Scheme of the content of income and expenses at service and trade enterprises in the management accounting system (foreign experience)

еме стоимости приобретения без учета НДС, к расходам на продукт только в момент их реализации. Товары, которые не проданы – это товарные запасы предприятия сферы обслуживания и торговли, которые отражается в активе бухгалтерского баланса. В случае розничной реализации стоимость проданных товаров списывается в отчет о финансовых результатах как себестоимость реализации. Специфичность деятельности предприятий сферы обслуживания и торговли выражается в том, что помимо расходов реализованных товаров возникают расходы по организации процесса управления, а также расходы, направляемые на рекламу, расходы по сбыту и обслуживанию процесса продажи, т.е. покупателей.

Таблица 3. Теоретические подходы к формированию и измерению доходов и расходов
Table 3. Theoretical approaches to the formation and measurement of income and expenses

Теоретические подходы	Доходы	Расходы
Экономический подход	Поступление (приток) денежных средств в хозяйственный оборот предприятия	Выбытие (отток) денежных средств из хозяйственного оборота предприятия
Учетно-бухгалтерский подход ПБУ 9/99 и ПБУ 10/99	Увеличение экономических выгод в результате поступления активов и (или) погашения обязательств	Уменьшение экономических выгод в результате выбытия активов и (или) возникновения обязательств
Учетно-налоговый подход Глава 25 НК РФ	Экономическая выгода в денежной или натуральной форме, учитываемая в случае возможности ее оценки и в той мере, в которой такую выгоду можно оценить	Экономически оправданные затраты, оценка которых выражена в денежной форме
Юридический подход ГК РФ, ст. 218, 223, 224	Возникновение права на что-либо, не связанное с утратой аналогичных прав или возникновением обязательств на предприятиях	Выбытие вещных активов не связанных с утратой аналогичных прав или возникновением обязательств на предприятиях

Такие расходы предприятий сферы обслуживания и торговли представляют периодические или операционные расходы торгово-технологических процессов. В свою очередь, доходы на предприятиях сферы обслуживания и торговли, согласно представленной схеме, характеризуются потоком денежных средств от реализации товаров, что представлено показателем выручки. Таким образом, для целей управленческого учета и анализа дефиниции доходов и расходов будут трактоваться следующим образом. Доходы предприятия сферы обслуживания и торговли – это параметр, который характеризует результаты деятельности за определенный период, являются основным эквивалентом эффективности (рентабельности), что выражено в денежном, натуральном или относительном измерении, а также реперная точка первичной экономической выгоды, что является основой исчисления налоговых обязательств по налогу на прибыль, а также компонентом факторной зависимости стоимости чистых доходов. В свою очередь, расходы предприятия сферы обслуживания и торговли – это параметр, который характеризует экономически оправданные затраты деятельности, которые соответствуют полученным доходам, поэтому расходы, можно признавать – как экономический убыток деятельности, необходимый для получения экономической выгоды.

Результаты и обсуждение

В мировой практике финансового менеджмента – управленческий учет рассматривается как вид экономической деятельности, который обеспечивает заинтересованных пользователей различной учетной информацией о доходах и расходах. В системе управления такая информация имеет первоочередное значение. Следует отметить прогрессивность развития зарубежной научной мысли по вопросам управленческого учета, что выражается в следующем:

1. Усилением контрольной функции бухгалтеров и финансового менеджмента посредством применения системы калькулирования стандартных затрат и оперативного анализа отклонений. Впервые эта идея была выдвинута американским инженером Г. Эмерсоном, который подчеркивал, что цель управленческого учета состоит в увеличении количества и интенсивности предостережений. Такие предостережения или осторожность нужны для определения вектора развития и планирования хозяйственной деятельности в рамках стратегического развития.

2. Методологией разработки системы операционных и капитальных бюджетов (Du Pon). В целях ежедневного и еженедельного информирования руководства о доходах (продажах) и затратах (оплаты труда, производственных затратах). Информация используется для системного мониторинга эффективности производства и продаж, с целью координации финансово-хозяйственных процессов (производство, сбыт, снабжение). Впервые бюджетирование было предложено Компанией «Дюпон».

3. Новыми методами сметных расчетов, калькулирования и учета в системе «директ-костинг» и центрам ответственности. Впервые Дж. Кларк (1923 год) обосновал необходимость разделения совокупности затрат на переменные и постоянные. Дж. Харрис (1936 год), сформулировал концепцию калькулирования прямых затрат – «директ-костинг» (Direct Costing), что позволило принимать обоснованные текущие управленческие решения.

4. Методами однородных секций, разработанными в 1927 году Ф. Римайло, которые предусматривают предварительное распределение косвенных затрат между однородными подразделениями, что подразумевает определение себестоимости единицы по каждой секции и последующее отнесение затрат на себестоимость изделий в зависимости от объема использованных единиц деятельности. Практическое применение метода способствовало распространению метода (Activity-Based Costing) ABC – калькулирование стандартных затрат.

5. Современными концепции управленческого учета, методиками и теориями управления, которые разработаны учеными Ч. Хорнгрен, Дж. Фостер, Ш. Датар. В науке известны, как теория ограничений (Theory of constraints – TOQ); управление «точно в срок» (Just-in-time – JIT); всеоб-

шим управлением качеством (Total Quality Management – TQM); управление на основе операций (Activitybased management – ABM) и др. [11].

6. Разработками Роберта С. Каплан и Дейвида П. Нортон по результатам исследования «Показатели деятельности организации будущего», изложили полученные результаты в статье «The Balancerd – Measures That Drive Performance» (1992 год) [2]. В результате бизнес-сообщество имеет возможность находить решения по реализации стратегических направлений развития при помощи системы сбалансированных показателей.

Доходы на предприятиях сферы обслуживания и торговли являются финансовой основой принятия управленческих решений, которые обеспечивают процесс самофинансирования и самоокупаемости, при этом являются источником выполнения социальных обязательств перед работниками предприятия торговли и государством. Для целей управленческого учета достаточно важным является видение объективности возникновения и определения доходов, которыми может располагать предприятие для осуществления непрерывности хозяйственной деятельности, что представлено на рис. 2.

Основным источником доходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли является выручка от продаж товаров и сопутствующих услуг, которая признается при наличии выполнения определенных условий. Основным видом доходов является валовый доход, получаемый из различных источников. Валовый доход торговых предприятий определяется суммой торговых скидок, полученных от реализации товаров, которая является основным источником доходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли¹³. По мнению О.В. Ивашкевич, «... величина валового дохода розничного магазина представляется суммой скидок розничной цены или надбавок к цене...¹⁴». И.А. Бланк, которая дает общее определение доходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли, и заключается в следующем: «сумма доходов торгового предприятия, получаемых из всех источников и по видам хозяйственных операций¹⁵». Поэтому в управленческом учете должна формироваться информация о следующих видах доходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли: 1) Доходы от реализации товаров и сопутствующих услуг – для таковых источником формирования доходов является торговая надбавка. 2) Доходы от реализации продукции неторговой деятельности, которые формируются за счет реализации товаров, работ и услуг вспомогательных и обслуживающих производств. 3) Доходы от реализации другого имущества, которые формируются от реализации основных средств, материальных активов и других видов материальных и финансовых активов. 4) Доходы от прочих (внереализационных) операций формируются за счет поступления средств, не связанных непосредственно с реализацией товаров и платных торговых услуг, другой продукции или имущества предприятия сферы обслуживания и торговли. Таким образом, сумма денежных средств, получаемая из различных перечисленных выше источников, является доходом на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Расходы на предприятиях сферы обслуживания и торговли – это «...выраженные в денежной форме затраты трудовых, материальных и финансовых ресурсов на осуществление торгово-производственной деятельности¹⁶». При этом состав других расходов определяется величиной издержек обращения по видам: «...транспортные расходы; расходы на оплату труда; отчисления на социальные нужды (страховые взносы); расходы на ремонт основных средств; расходы на аренду и содержание зданий, сооружений, помещений, оборудования, инвентаря и легкового автотранспорта; расходы по хранению, подготовке, упаковке товаров; расходы по эксплуатации инвента-

¹³ Казарская Н.И. и др. Экономика и планирование советской торговли. Учебник для товаровед. и бух. Отд-ний техникумов сов. Торговли. М., «Экономика», 1973. – 320 с.

¹⁴ Ивашкевич О.В. Управленческий учет и анализ в розничной торговле одеждой: учебное пособие / О.В. Ивашкевич. – Москва: Магистр: ИНФРАМ, 2020. – 128 с.

¹⁵ Бланк И.А. Управление торговым предприятием: Учебник / И.А. Бланк; Ассоц. авт. и изд. "Тандем". – М.: ЭКМОС, 1998. – 415 с.

¹⁶ Там же.

ря и др.¹⁷». Необходимо принимать во внимание то обстоятельство, что расходы на предприятиях сферы обслуживания и торговли представляют собой ресурсы для зарабатывания доходов в течение определенного периода, в свою очередь, расходы – это издержки, относящаяся к текущему отчетному периоду [5, 6, 16], и в управленческом учете различают: 1) Затраты текущего года, которые являются также расходами этого же года (отчетного периода). 2) Затраты, понесенные до текущего года, становятся расходами данного года, которые имеют место как активы в учете и отражаются в отчетности, в балансе. 3) Затраты, понесенные в текущем году, станут расходами в будущих периодах, которые имеют место быть как активы в балансе на конец года (периода). 4) Расходы текущего (данного) года, которые будут уплачены в будущем году, и отражаются в отчетности как обязательства. Таким образом, принимая во внимание достижения зарубежной научной экономической мысли и отраслевые особенности учетно-экономических категорий доходов и расходов предприятия сферы обслуживания и торговли, в целях развития управленческого учета предусмотреть реализацию предлагаемых мероприятий:

1. Усилить контрольную функцию финансового менеджмента расходов посредством применения системы калькулирования стандартных затрат, возникающих на предприятии сферы обслуживания и торговли.

2. Разработать систему видов бюджетов (смет) доходов и расходов для планирования и контроля в разрезе видов реализуемых товаров и сводного бюджета продаж.

3. Разработать систему критериев распределения накладных расходов и сопоставления расчетной цены реализации видов товаров с фактическими ценами реализации.

4. Разработать систему сбалансированных показателей, которая позволила бы осуществлять ежедневный мониторинг достигнутых результатов деятельности на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Достижение перечисленных мероприятий возможно в результате построения грамотного управленческого учета затратнообразующих (или расходообразующих) составляющих. Такая точка зрения обусловлена тем, что доходы предприятия сферы обслуживания и торговли должны как минимум покрывать расходы или быть больше. В этом случае возможно балансовое равновесие доходов и расходов (отсутствие убытков) или экономической выгоды. Основу построения грамотного управленческого учета составляет последовательность торгово-технологических процессов предприятия сферы обслуживания и торговли. В управленческом учете должна быть предусмотрена возможность отражения возникающих дополнительных затрат в процессе приемки, хранения, предпродажной подготовки и реализации.

Практические решения аналитических вопросов на предприятиях сферы обслуживания и торговли не возможны без соответствующего аналитического обоснования, которое достигается благодаря реализации конкретной методике расчетов и сопоставлений. В последние годы в отечественной практике учетно-аналитической работы в достаточной мере увеличилась значимость управленческого анализа. Методологической основой управленческого анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли является способ исследования, или подход к изучению области познания, который представляет собой определенную последовательность действий: 1) Наблюдение, измерение и расчет абсолютных и относительных показателей, приведение исследуемых объектов в сопоставимый вид. 2) Систематизация и сравнение, группировка и детализация факторов, исследование (изучение) влияния этих факторов на результативный показатель; аналитическое обобщение полученных результатов. 3) Комплексное исследование, состоящее из отдельных блоков анализа взаимосвязанных и взаимозависимых показателей. В отечественной практике многие ученые склоняются к использованию комплексного анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли, так как «...комплексный

¹⁷ Керимов В.Э., Иванова Е.В., Сухов Р.А. Управленческий учет на предприятиях розничной торговли потребительской кооперации. Учебное пособие / Под ред. В.Э. Керимова – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 160 с.

Таблица 4. Классификация методов и приемов экономического анализа
Table 4. Classification of methods and techniques of economic analysis

Методы	Приемы
Неформальные логические методы	Системы показателей
	Метод сравнений
	Построение аналитических таблиц
	Прием детализации
	Метод экспертных оценок
	Методы ситуационного анализа и прогнозирования (метод сценариев и имитационное моделирование)
Формализованные (математические)	
Классические методы экономического анализа	Балансовый метод
	Детерминированный факторный анализ
	Прогнозирование на основе пропорциональных зависимостей
Традиционные методы экономической статистики	Метод средних величин
	Метод группировки
	Элементарные методы обработки расчетных данных
	Индексный метод
Математическо-статистические методы изучения связей (стохастическое моделирование)	Корреляционный анализ
	Регрессионный анализ
	Дисперсионный анализ
	Кластерный анализ
Методы теории принятия решений	Метод построения дерева решений
	Линейное программирование
	Анализ чувствительности
Методы финансовых вычислений	Оценка стоимости денег по простым процентам в процессе наращенния (компаундирования) и дисконтирования стоимости
	Оценка стоимости денег по сложным процентам в процессе наращенния (компаундирования) и дисконтирования стоимости
Горизонтальный финансовый анализ	Исследование динамики показателей отчетного периода в сопоставлении с показателями предыдущего периода
	Исследование динамики показателей отчетного периода в сопоставлении с показателями аналогичного отчетного периода
	Исследование динамики показателей за ряд предшествующих периодов
Вертикальный финансовый анализ	Структурный анализ активов
	Структурный анализ пассивов
	Структурный анализ денежных потоков
Сравнительный аналитический финансовый анализ	Сравнение со среднеотраслевыми финансовыми показателями
	Сравнение с финансовыми показателями конкурентов
	Сравнение финансовых показателей внутренних структурных единиц предприятия
	Сравнение отчетных и плановых (нормативных) финансовых показателей
Анализ финансовых коэффициентов (R-анализ)	Анализ финансовой устойчивости
	Анализ платежеспособности
	Анализ оборачиваемости активов
	Анализ оборачиваемости капитала
	Анализ рентабельности

Окончание таблицы

Интегральный финансовый анализ	Система интегрального анализа по модели Дюпона
	Система SWOT – анализа финансовой деятельности
	Объектно-ориентированная система интегрального финансового анализа
	Портфельный анализ

(полный) анализ охватывает всю деятельность и проводится после окончания отчетного периода; ...в ходе проведения анализа оценивают результаты хозяйственной деятельности, включая выполнение планов, рассматривают экономические условия, в которых протекает хозяйственная деятельность, измеряют влияние отдельных факторов на результативные показатели, намечают конкретные меры, предусматривающие улучшение этих показателей» [17, 18]. Поэтому система управленческого анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли должна быть комплексной, при этом интересы финансового менеджмента не должны быть ограничены только анализом сложившихся результатов. В большинстве случаев результаты управленческого анализа необходимо признать комплексным управленческим анализом, в рамках которого производится управленческая оценка эффективности хозяйственной деятельности. Таким образом, целью такого управленческого анализа является объективная оценка производственного потенциала предприятия сферы обслуживания и торговли, а также его применение для выявления упущенных выгод и резервов положительного приращения эффективности деятельности за счет экстенсивного и интенсивного использования ресурсов. Прогрессивность управленческого анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли определяется комплексным характером аналитического исследования и возможностью использования совокупности приемов и методов анализа, которые и составляют методологическую основу исследования. В табл. 4 представлена классификация приемов и методов, которые необходимо заложить в основу управленческого анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли.

Заключение

Таким образом, развитие теории и методологии управленческого учета и анализа доходов и расходов, заключается в выработке концептуальных положений и развитии основных методологических концепций интегрированного управленческого учета и анализа. Традиционные методы управленческого учета и анализа являются отправной точкой развития современного взгляда.

Развитие теории и методологии управленческого анализа доходов и расходов на предприятиях сферы обслуживания и торговли заключается в разработке концепции управленческого анализа доходов и расходов, что предполагает выработку метода комплексной оценки, что предусматривает следующие аналитические действия, такие как:

1. Фиксация учетных данных доходов и расходов в используемых видах учета, таких как: финансовый учет, налоговый учет и управленческий учет, а затем последующая интеграция этой информации.
2. Формирование интегрированной отчетности, позволяющей всесторонне оценить сложившиеся доходы и расходы на предприятиях сферы обслуживания и торговли с различных позиций учета: финансового, налогового, управленческого.
3. Сопоставление сложившихся результатов с видами бюджетов доходов и расходов, выработанных на предприятиях сферы обслуживания и торговли.
4. Комплексная оценка видов доходов и расходов по направлениям:
 - анализ динамики доходов и расходов;
 - анализ динамики доходов и расходов по составу;

- анализ доходов и расходов по структуре и ассортименту;
- факторный анализ доходов и расходов с учетом: влияния товарного обеспечения (по видам реализуемых товаров);
- анализ влияния скорости обращения товаров по видам;
- анализ влияния обеспеченности основными средствами и эффективность их использования, а также анализ расходов на содержание объектов основных средств на предприятиях сферы обслуживания и торговли; анализ влияния использования прогрессивных методов продаж и др.;
- оценка критического объема продаж товаров по видам и общая критическая оценка основной деятельности на предприятиях сферы обслуживания и торговли;
- анализ рентабельности по видам реализуемых товаров и анализ общей рентабельности на предприятиях сферы обслуживания и торговли;
- анализ относительного перерасхода или экономии по видам доходов и затрат в разрезе продажи отдельных видов товаров и по общему товарообороту.

Современные управленческий учет и анализ, должны быть ориентированы на показатели оценки деятельности предприятий сферы обслуживания и торговли. Это позволит формировать в учетном обеспечении разностороннюю информацию о доходах и расходах, которая обеспечит аналитическое суждение по основным направлениям управления бизнесом сферы обслуживания и торговли, таким как: 1) финансы; 2) клиенты; 3) бизнес-процессы; 4) стратегическое развитие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гаррисон Дж. Чартер.** Стандарт – кост. Система нормативного учета себестоимости: пер. с англ. / Дж. Чартер Гаррисон – М.: Оргучет, 1993.
2. **Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П.** Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию // ЗАО «Олимп-Бизнес», Москва. 2003. – 210 с.
3. **Ксенофонт.** Сократические сочинения. СПб.: Комплект, 1993.
4. **Ленин В.И.** Полн. Собр. соч., Т. 42, С. 344–345.
5. **Нечеухина Н.С., Мустафина О.В.** Генезис учетно-аналитического обеспечения управления доходами и расходами экономических субъектов розничного сегмента потребительского рынка // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 2. С. 70–80.
6. **Нечеухина Н.С.** Развитие теории и методологии управленческого учета в учетно-аналитическом обеспечении управления / Н.С. Нечеухина, О.В. Мустафина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 131–138. DOI: 10.14529/em190216
7. **Нидлз Б., Андерсон Х., Колдуэлл Дж.** Принципы бухгалтерского учета: пер. с англ. / под ред. Я.С. Соколова. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 496 с.
8. **Скоун Т.** Управленческий учет: пер. с англ. / Т. Скоун; под ред. Н.Д. Эриашвили. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 105 с.
9. **Ткач В.И., Ткач М.В.** Управленческий учет: международный опыт. – Финансы и статистика, 1994. – 416 с.
10. **Хендриксен Э.С.** Теория бухгалтерского учета: пер. с англ. / Э.С. Хендриксен, М.Ф. Ван Бреда; под ред. проф. Я.В. Соколова. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 576 с.
11. **Хорнгрен Ч., Фостер Дж., Датар Ш.** Управленческий учет. 10-е изд. / пер. с англ. СПб.: Питер, 2005. 1008 с.
12. **Хоружий Л.И.** Проблемы теории, методологии, методики управленческого учета. Монография [Текст] / Л.И. Хоружий. – Москва: Финансы и статистика. – 2004. – 497 с.
13. **Чепулянис А.В.** Теоретико-методические основы стратегического учета и анализа затрат / А.В. Чепулянис, С.А. Бороненкова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 218 с.
14. **Шапорова О.А., Тюхова Е.А.** Управленческий анализ в системе комплексного анализа деятельности предприятия // Российское предпринимательство, 2011. – № 6. – с. 70–76.
15. **Энтони Р.** Учет: ситуации и примеры: пер. с англ. / под ред. и с предисл. А.М. Петрачкова. М.: Финансы и статистика, 1998. – 560 с.

16. **Агарков Г.А., Антонова И.С., Андришина М.С. и др.** Экономический анализ в управлении деятельностью коммерческих организаций региона: монография / под общ. ред. д-ра экон. наук И.Д. Тургель; Мин-во науки и высшего образования РФ.— Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020.— 196 с.

17. **Hortaçsu A., Syverson Ch.** The Ongoing Evolution of US Retail: A Format Tugof-War. The Journal of Economic Perspectives, 29(4). http://fa.ru/dep/uaa/Documents/UAA_05-2015.pdf, 89–111 (2015).

18. **Kavalić M., Vlahović M., Đorđević D., Čočkalović D., Stanisavljević S.** The Model for Establishing Competitive Advantage of Retail Chains for Countries in Transition // International Conference on research in Business, Management and Finance, July, 2019, Amsterdam, Netherlands 12–14 (2019).

19. **Tsatsulin A.N., Babkin A.V., Babkina N.I.** Analysis of the structural components and measurement of the effects of cost inflation in the industry with the help of the index method // Proceedings of the 28th International Business Information Management Association Conference — Vision 2020: Innovation Management, Development Sustainability, and Competitive Economic Growth, (2016) 1559–1573. DOI: 10.5862/je.240.3

20. **Humphreys K.A., Trotman K.T.** The balanced scorecard: The effect of strategy information on performance evaluation judgments. Journal of Management Accounting Research. T. 23. 2011 №. 1. — 81–98.

REFERENCES

1. **Dzh. Garrison**, Charter. Standart — kost. Sistema normativnogo ucheta sebestoimosti: per. s angl. / Dzh. Charter Garrison — M.: Orguchet, 1993.

2. **S. Kaplan Robert, P. Norton Deyvid**, Sbalansirovannaya sistema pokazateley. Ot strategii k deystviyu // ZAO «Olimp-Biznes», Moskva. 2003. — 210 s.

3. **Ksenofont**, Sokraticheskiye sochineniya. SPb.: Komplekt, 1993.

4. **V.I. Lenin**, Poln. Sobr. soch., T. 42, S. 344–345.

5. N.S. Necheukhina, O.V. Mustafina, Genezis ucheto-analiticheskogo obespecheniya upravleniya dokhodami i raskhodami ekonomicheskikh subyektov roznichnogo segmenta potrebitelskogo rynka // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki. 2018. T. 11. № 2. S. 70–80.

6. Necheukhina, N.S. Razvitiye teorii i metodologii upravlencheskogo ucheta v ucheto-analiticheskom obespechenii upravleniya / N.S. Necheukhina, O.V. Mustafina // Vestnik YuUrGU. Seriya «Ekonomika i menedzhment». — 2019. — T. 13, № 2. — S. 131–138. DOI: 10.14529/em190216

7. **B. Nidlz, Kh. Anderson, Dzh. Kolduell**, Printsipy bukhgalterskogo ucheta: per. s angl. / pod red. Ya.S. Sokolova. — M.: Finansy i statistika, 1996. — 496 s.

8. **T. Skoun**, Upravlencheskiy uchet: per. s angl. / T. Skoun; pod red. N.D. Eriashvili. — M.: Audit, YuNITI, 1997. — 105 S.

9. **V.I. Tkach, M.V. Tkach**, Upravlencheskiy uchet: mezhdunarodnyy opyt. — Finansy i statistika, 1994. — 416 s.

10. **E.S. Khendriksen**, Teoriya bukhgalterskogo ucheta: per. s angl. / E.S. Khendriksen, M.F. Van Breda; pod red. prof. Ya.V. Sokolova. — M.: Finansy i statistika, 2000. — 576 s.

11. **Ch. Khorngren, Dzh. Foster, Sh. Datar**, Upravlencheskiy uchet. 10-ye izd. / per. s angl. SPb.: Piter, 2005. 1008 s.

12. **L.I. Khoruzhiy**, Problemy teorii, metodologii, metodiki upravlencheskogo ucheta. Monografiya [Tekst] / L.I. Khoruzhiy. — Moskva: Finansy i statistika. — 2004. — 497 s.

13. **A.V. Chepulyanis**, Teoretiko-metodicheskiye osnovy strategicheskogo ucheta i analiza zatrat / A.V. Chepulyanis, S.A. Boronenkova. — Yekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2016. — 218 s.

14. **O.A. Shaporova, Ye.A. Tyukhova**, Upravlencheskiy analiz v sisteme kompleksnogo analiza deyatel'nosti predpriyatiya // Rossiyskoye predprinimatel'stvo, 2011. — № 6 — s. 70–76.

15. **R. Entoni**, Uchet: situatsii i primery: per. s angl. / pod red. i s predisl. A.M. Petrachkova. M.; Finansy i statistika, 1998. — 560 s.

16. **G.A. Agarkov, I.S. Antonova, M.S. Andryushina i dr.** Ekonomicheskyy analiz v upravlenii deyatel'nostyu kommercheskikh organizatsiy regiona: monografiya / pod obshch. red. d-ra ekon. nauk I.D. Turgel; Min-vo nauki i vysshego obrazovaniya RF. — Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2020. — 196 s.

17. **A. Hortaçsu, Ch. Syverson**, The Ongoing Evolution of US Retail: A Format Tugof-War. The Journal of Economic Perspectives, 29(4) http://fa.ru/dep/uaa/Documents/UAA_05-2015.pdf, 89–111 (2015).

18. **M. Kavalic, M. Vlahovic, D. Dordevic, D. Cokalo, S. Stanisavljev**, The Model for Establishing Competitive Advantage of Retail Chains for Countries in Transition // International Conference on research in Business, Management and Finance, July, 2019, Amsterdam, Netherlands 12–14 (2019).

19. **A.N. Tsatsulin, A.V. Babkin, N.I. Babkina**, Analysis of the structural components and measurement of the effects of cost inflation in the industry with the help of the index method // Proceedings of the 28th International Business Information Management Association Conference — Vision 2020: Innovation Management, Development Sustainability, and Competitive Economic Growth, (2016) 1559–1573. DOI: 10.5862/je.240.3

20. **K.A. Humphreys, K.T. Trotman**, The balanced scorecard: The effect of strategy information on performance evaluation judgments. Journal of Management Accounting Research. T. 23. 2011 №. 1. – 81–98.

Статья поступила в редакцию 08.08.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

НЕЧЕУХИНА Надежда Семеновна

E-mail: nnecheuhina@yandex.ru

NECHEUKHINA Nadezhda S.

E-mail: nnecheuhina@yandex.ru

МУСТАФИНА Ольга Валерьевна

E-mail: nnecheuhina@yandex.ru

MUSTAFINA Olga V.

E-mail: nnecheuhina@yandex.ru

ПРЯДИЛИНА Наталья Константиновна

E-mail: pryadilinank@m.usfeu.ru

PRYADILINA Natalia K.

E-mail: pryadilinank@m.usfeu.ru

DOI: 10.18721/JE.14406

УДК 338.121

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-ОТВЕТСТВЕННОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ НА СТОИМОСТЬ ИННОВАЦИОННО-АКТИВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Бабкин А.В.¹, Малевская-Малевиц Е.Д.²

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

² Ивангородский филиал ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения", Ивангород, Российская Федерация

Термин социально-ответственное инвестирование (SRI) сегодня плотно вошел в обиход как институциональных, так и частных инвесторов по всему миру. Социально-ответственное инвестирование подразумевает вложение капитала не только с целью получения дохода на вложенный капитал, но и для достижения положительного социального и экологического эффекта. На фоне роста количества экологических катастроф техногенного характера тенденция социально-ответственного инвестирования стала угрожать экономической эффективности инновационно-активных промышленных предприятий, вид деятельности которых традиционно сопровождается повышенными природными и экологическими рисками. Приверженцы SRI концепции выбирают компании с хорошими рейтингами ESG, не взирая на их показатели финансовой отчетности, что имеет обратный эффект для «грязных» производств – падение их рыночной стоимости. В статье проанализировано влияние SRI на стоимость инновационно-активных промышленных предприятий горнодобывающего и нефти-газового сектора России. На основе сопоставительного анализа показателей «зеленых» и сопоставимых классических инструментов фондового рынка в России и за рубежом выявлено, что ценные бумаги предприятий, имеющих высокие рейтинги ESG обладают повышенной инвестиционной привлекательностью среди социально-ответственных инвесторов, число которых постоянно растет. По результатам проведенного анализа авторами выявлено, что для инновационно-активных промышленных предприятий учет тенденций SRI наиболее актуален, так как создает вызовы одновременно с новыми перспективами развития. В статье определено понятие «зеленой» премии или дисконта применительно к стоимости капитала инновационно-активных промышленных предприятий, приведена методика оценки «зеленой премии», а также обосновано, что в связи с повышенным интересом социально-ответственных инвесторов размер «зеленой» премии может превышать затраты на «экологичность» компаний, образуя тем самым положительную добавленную «зеленую» стоимость. Сформулирована модель стоимости инновационно-активного промышленного предприятия с учетом «зеленой» премии. Обосновано, что стоимость компаний с высокими показателями критериев ESG растет опережающими темпами, не смотря на рост затрат на соответствие этим критериям.

Ключевые слова: «Зеленая премия», Социально-ответственное инвестирование, Критерии ESG, Стоимость компании, Инновационно-активные промышленные предприятия

Ссылка при цитировании: Бабкин А.В., Малевская-Малевиц Е.Д. Влияние социально-ответственного инвестирования на стоимость инновационно-активных промышленных предприятий // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 82–94. DOI: 10.18721/JE.14406

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

IMPACT OF SOCIALLY RESPONSIBLE INVESTMENT ON THE VALUE OF INNOVATIVELY ACTIVE INDUSTRIAL ENTERPRISES

A.V. Babkin¹, E.D. Malevskaia-Malevich²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation;

² Ivangorod Humanitarian-Technical Institute (branch) SUAI,
Ivangorod, Russian Federation

The term socially responsible investing (SRI) is now commonly used by both institutional and private investors around the world. Socially responsible investment means investing capital not only for the purpose of generating a return on invested capital, but also for achieving positive social and environmental impact. Against the background of an increase in the number of man-made environmental disasters, the trend of socially responsible investment began to threaten the economic efficiency of innovatively active industrial enterprises, the type of activity of which is traditionally accompanied by increased natural and environmental risks. The adherents of the SRI concept choose companies with good ESG ratings regardless of their financial statements, which has the opposite effect for “dirty” industries and causes a drop in their market value. The article analyzes the impact of SRI on the cost of innovatively active industrial enterprises in the mining and oil and gas sectors of Russia. Based on a comparative analysis of indicators of “green” and comparable classical instruments of the stock market in Russia and abroad, it was revealed that the securities of enterprises with high ESG ratings have increased investment attractiveness among socially responsible investors, the number of which is constantly growing. Based on the results of the analysis, the authors revealed that for innovatively active industrial enterprises, taking into account SRI trends is most relevant, since it creates challenges simultaneously with new development prospects. The article defines the concept of a “green” premium or discount in relation to the cost of capital of innovatively active industrial enterprises, and provides a methodology for assessing the “green” premium. The authors substantiate that, due to the increased interest of socially responsible investors, the size of the “green” premium may exceed the costs on the “greenness” of companies, thereby creating a positive added “green” value. A model of the cost of an innovative-active industrial enterprise is formulated, taking into account the “green” award. It is substantiated that the value of companies with high ESG criteria is growing at an outstripping pace, despite the growth in costs for meeting these criteria.

Keywords: Greenium, Socially Responsible Investing, ESG Criteria, Company Value, Innovative Industrial Enterprises

Citation: A.V. Babkin, E.D. Malevskaia-Malevich, Impact of socially responsible investment on the value of innovatively active industrial enterprises, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 82–94. DOI: 10.18721/JE.14406

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

Введение

Традиционно критерием эффективности на макроуровне является показатель ВВП, на уровне предприятий – это рост производительности и, как следствие, финансовых показателей. Однако, с уверенностью можно утверждать, что ситуация меняется кардинальным образом. Сегодня зачастую не производить может оказаться эффективнее чем производить, если производство наносит вред окружающей среде, противоречит социальным нормам, или управленческие стратегии предприятия не удовлетворяют инвесторов. Все эти факторы носят название ESG- Environmental, social, governance, так обозначают компании, которые соответствуют особым критериям эффективности: E – экологическим, S – социальным, G – управленческим. Статистические данные говорят о рекордном приросте стоимости активов, связанном с их высоким ESG-рейтингом.

Насколько важными для инвесторов становятся сегодня критерии ESG, показывают следующие цифры: 95% американцев в возрасте 25–40 лет (поколение миллениалов) говорят, что, покупая акции, учитывают социальную ценность выбираемой компании; 75% уточняют, что своими инвестициями хотели бы не только зарабатывать, но и вносить вклад в улучшение экологии на планете. Мнение миллениалов является барометром для всего рынка инвестиций – это поколение в ближайшие 10–15 лет унаследует от своих родителей активы на сумму порядка \$30 трлн. [1, 2].

Изначально идеология инвестирования в ESG не предполагает отказ от доходности в пользу более высоких целей, однако наряду с классическими финансовыми показателями компаний – маржинальность бизнеса, скорость роста выручки, соотношение прибыли и капитализации – появляются дополнительные критерии отбора.

Примечательно, что компании США в сегменте ESG представлены пока не очень широко. На долю американских фондов, сфокусированных на данной теме, приходится всего 20% мировых инвестиций. Учитывая масштаб фондового рынка США, сумма вложений должна быть как минимум вдвое больше. Значит, есть хороший потенциал для дальнейшего роста.

Как утверждают эксперты компании McKinsey в исследовании «The ESG premium: новые взгляды на ценность и производительность», компании, уделяющие внимание принципам ответственного инвестирования, уже сейчас оцениваются в среднем на 10% дороже менее социально ответственных конкурентов, а в будущем значимость этого фактора будет только расти.

Объем средств ESG-ориентированных фондов и биржевых фондов превысил \$218 млрд в 2020 г., увеличившись почти в 2,5 раза по сравнению с предыдущим годом, пишут авторы исследования. Так, например, ETF фонд, повторяющий обычный индекс S&P 500, где из списка исключаются экологически вредные производства, то есть «очищенный» от угольных, газовых и нефтяных компаний обгоняет классический индекс на 3-4%. Если посмотреть на топ торгуемых в США биржевых ESG-фондов, то все они идут с опережением широкого рынка. Так, iShares ESG Aware MSCI USA ETF (ESGU) за первые восемь месяцев 2020 г. дал прирост 13% против 9,9% у S&P 500. Второй по объему торгов в этой нише iShares MSCI KLD 400 Social ETF вырос на 12,7%¹.

Инвесторы переписывают свои стратегии таким образом, чтобы исключать из портфеля те компании, которые не соответствуют показателям социально-ответственного инвестирования (SRI Social-Responsible Investment). По опросам консалтинговой компании EY 91% институциональных инвесторов во всем мире заявили, что нефинансовые показатели компаний для них играют ключевую роль в принятии инвестиционных решений [3–5].

Именно требования инвесторов стали главным мотивирующим фактором для инициатив компаний в области экологической устойчивости, говорится в исследовании Deloitte «Проверка климата 2021: взгляд бизнеса на экологическую устойчивость»².

Литературный обзор

Очевидно, что высокий рейтинг ESG создает некую премию для акций компании на фондовом рынке, тогда как низкий рейтинг, или его отсутствие – дисконт. Такую премию называют «greenium». В научной литературе приведены различные попытки сформулировать понятие «зеленой» премии, определить, существует ли она, и если да, то в каком объеме. Единого мнения на этот счет нет.

Так, в исследовании Larcker & Watts, (2020) [6] проводится сопоставительный анализ портфеля зеленых облигаций и сопоставимых классических ценных бумаг. В результате исследования выявлено, что инвесторы предпочитают прирост своего благосостояния инвестициям в «зеленые» проекты. При условии одинакового уровня риска и доходности инвесторы оценивают «зеленые» и обыкновенные проекты одинаково. Таким образом, авторы утверждают, что «зеленой» премии нет.

Авторы (Alessi, Ossola & Panzica, 2021) [7] указывают на наличие отрицательной «зеленой» премии, позиционируя ее как премию за риск связанную с процессом «экологизации» фирмы. Авторы указывают на наличие повышенного риска, связанного с переходом на низкоуглеродные технологии, и хеджирования от него.

К тем же результатам приходит автор Yang, 2021, [8] на основе эмпирических данных автор приходит к выводам, что акции «зеленых» компаний имеют более низкую ожидаемую доходность

¹ https://www.vedomosti.ru/personal_finance/blogs/2020/09/24/841133-investitsii-nravstvennie

² https://www.ey.com/ru_ru/assurance/how-will-esg-performance-shape-your-future

по сравнению с обычными компаниями. Автор связывает это также с хеджированием риска ущерба окружающей среде «зелеными» компаниями.

Вопрос наличия некоей премии или дисконта можно рассматривать шире, как взаимосвязь наличия или отсутствия у компании рейтинга ESG и стоимости ее акций.

Авторы (Signori et. al, 2021) [9] отмечают объективно назревающую необходимость разработки новых методов и моделей оценки стоимости компании с учетом ценности для инвесторов нефинансовой информации. В статье авторы рассматривают взаимосвязь между рейтингами ESG и добавленной стоимостью, как косвенными показателями создания и распределения стоимости для заинтересованных сторон. Результаты анализа показали, что, хотя ESG теоретически считается хорошим показателем социальной ответственности, индексы ESG не могут использоваться в качестве индикатора создания ценности для заинтересованных сторон, а должны рассматриваться только как один из компонентов.

ESG критерии невозможно оценить по финансовой отчетности. Сегодня компании добровольно публикуют свою нефинансовую отчетность дабы убедить инвестора в своей приверженности концепции устойчивого развития. По этой отчетности различные консалтинговые компании и рейтинговые агентства проводят оценку и присваивают компаниям ESG рейтинги. Однако, единой методологии оценки на сегодняшний день нет.

Отсутствие единых критериев и методов оценки приводит к тому, что, зачастую эмитенты злоупотребляют доверием и повышенным интересом инвесторов и выпускают на рынок продукты, которые очевидно не соответствуют ESG.

В исследовании компании McKinsey [10] отмечается, что аргументы в пользу положительной корреляции между высоким рейтингом ESG и рыночной капитализации компании становятся все более убедительными, однако, единого понимания того, почему эти критерии связаны с созданием стоимости, нет. Авторы связывают рейтинг ESG с денежным потоком компании пятью факторами: (1) содействие увеличению выручки, (2) снижение затрат, (3) сведение к минимуму регуляторных и юридических вмешательств, (4) увеличение производительности труда сотрудников и (5) оптимизация инвестиций и капитальных затрат.

В исследовании Chan & Walter, (2014) [11] авторы свидетельствуют о наличии положительной корреляции между эколого-ориентированной репутацией компании и ее рыночной стоимостью. На основе выборки из 748 экологически чистых (или «зеленых») компаний, котирующихся на фондовых биржах США, исследовано влияние социально ответственных инвестиций (SRI) на доходность акций при их первичном размещении и ликвидности на вторичном рынке. Результаты подтверждают положительную и статистически значимую избыточную прибыль для экологически чистых фирм. Авторы утверждают, что наличие «зеленой» премии очевидно. При этом «зеленость» ценной бумаги определяется исходя из того, ассоциирован выпуск с чем-то «зеленым» или нет и принимается равной 1 или 0.

В работе El Ghoul et. Al (2018) [12] авторы исследуют, как корпоративная экологическая ответственность (CER) влияет на стоимость собственного капитала на примере производственных фирм в 30 странах. По результатам исследования установлено, что стоимость фирмы тем выше, тем выше ее экологическая ответственность. Взаимосвязь авторами установлена через рисковую надбавку, цена собственного капитала экологически ответственных компаний оказалась ниже, тем самым стоимость выше. При этом экологическая ответственность учитывается как отношение затрат на экологию к совокупным активам компании.

Более ранее исследование авторов El Ghoul et.al (2011) [13] также демонстрирует положительную взаимосвязь между экологической и социальной ответственностью компаний и их рыночной стоимостью. При этом авторы отмечают более высокую стоимость капитала компаний, относящихся к «грязным» отраслям, таким как ядерная энергетика или табачное производство.

Цель исследования

Целью исследования является определение понятия «зеленой» премии как одного из значимых факторов формирующего рыночную стоимость компании в контексте влияния тренда осознанного инвестирования.

Задачи исследования

- На основе результатов анализа динамики и тенденций фондового рынка определить существенность влияния SRI на стоимость акций;
- Сформулировать понятие «зеленой» премии в контексте темы исследования;
- Предложить модель определения рыночной стоимости компании с учетом наличия «зеленой» премии;
- Предложить релевантные методы оценки «зеленой» премии.

Методы и материалы исследования

Традиционно [например, 17] equity premium трактуется авторами как надбавка за систематический риск, разница между безрисковой доходностью и текущей доходностью акции. Под «премией» в контексте исследования мы понимаем разницу между справедливой или фундаментально обоснованной стоимостью акции и ее фактической стоимостью.

Так, в исследовании нобелевских лауреатов Фома и Фрэнч [14] equity premium определена как разница между ожидаемой доходностью акций, рассчитанную на основе темпов роста дивидендов и прибыли, и фактической доходности. По результатам анализа данных за 50ти летний период фактическая доходность опережала ожидаемую в среднем на 5 процентных пунктов.

В контексте настоящего исследования, основываясь на общеизвестных результатах, авторы пытаются определить, существует ли «зеленая» премия во составе стоимости собственного капитала компании. Исследование стоимости «зеленого» долга проводилось авторами в [18, 19] и здесь не рассматривается [20].

При выборе подхода к ценообразованию премии на собственный капитал (equity premium) за основу была взята методология, описанная в [14].

Предположение о том, что «зеленую» премию можно оценивать с помощью подходов, применяемых для оценки нематериальных активов основывается на работе [16], где автор вводит понятие Green Brand Equity и его составляющие, такие как «зеленый» брэнд, удовлетворение и доверие. Методом регрессионного анализа автором доказана позитивная взаимосвязь между исследуемыми показателями.

В качестве материалов исследования использована информация о динамике цен акций из открытых источников, таких как Morningstar, Yahoo finance, Bloomberg. Для исследования использовалась информация о рейтинге ESG компаний, дивидендная доходность dividend yield (d/y), соотношение P/E, book-to-market (b/m), показатели EBITDA, MarketCap.

Результаты исследования и их обсуждение

Доказательством тенденции пересмотра приоритетов менеджмента российских корпораций в пользу устойчивого развития может служить беспрецедентный пример компании «Норникель», которая оказалась в тяжелом положении после аварии 29 мая 2020 года, когда на ТЭЦ-3 Норильско-Таймырской энергетической компании (группа «Норильский никель») после прорыва резервуара в реки Далдыкан и Амбарная вылилось более 21 тыс. тонн дизельного топлива. Известия об аварии негативно сказались на стоимости акций компании, как видно из рис. 1 их стоимость упала на 17%.

Рис. 1. Динамика стоимости акций компании Норникель³

Fig. 1. Dynamics of the share price of Norilsk Nickel

Стоимость акций вернулась на прежний уровень только через полгода. В дальнейшем «Норильский никель» заявил, что полностью пересмотрел подход к управлению в области ESG⁴. Менеджмент «Норникеля» решил не оспаривать штраф Росприроднадзора на 146 млрд руб. из-за разлива топлива под Норильском, который установил суд. В России это рекордная компенсация за вред, нанесенный экологии⁵. В итоге такой политики менеджмента компании Норникель поднялся в ESG-рейтинге Sustainalytics на 9 пунктов⁶.

Что также следует отметить, штраф будет выплачен из резервного фонда, что сокращает размер показателя EBITDA, являющегося основным в дивидендной формуле [21].

Очевидна тенденция переориентации классических показателей инвестиционной привлекательности предприятия в пользу нефинансовых.

Если проследить динамику акций нефтегазового гиганта ВР (British Petroleum), после аварии в апреле 2010 года, когда взорвалась нефтяная скважина в Мексиканском заливе. После массового взрыва и затопления буровой платформы Deepwater Horizon, нефть безостановочно вытекала в открытое море в течение трех месяцев (87 дней), до 15 июля 2010 года. В первый день после аварии акции компании рухнули на 17%, в дальнейшем общее падение составило 52%, на прежний уровень капитализации компания так и не вернулась (см. рис. 2)⁷.

Очевидно, что стоимостное выражение взаимосвязи природоохранных мероприятий и рыночной стоимости компании учитывается менеджментом крупных корпораций. Некоторые компании выделяют «грязные» виды производства в отдельно юридическое лицо, акции которого не обращаются на бирже. Таким образом, в случае аварии, это не отразится на благосостоянии собственников (без учета непосредственного ущерба от аварии и сумм штрафа).

Так, по данным ESG-аналитики от ВТБ, компания Русал планирует выделить активы с высоким углеродным следом в отдельную компанию. Реорганизация соответствует достижению цели нулевого баланса выбросов CO₂ к 2050 году. Не смотря на хороший рейтинг ESG Русала (А), сама отрасль традиционно считается подверженной высокому уровню экологических рисков. По мнению аналитиков ВТБ выделение наиболее «грязных» активов в отдельную компанию позволит новой компании торговаться с «зеленой» премией, или Greenium.

³ <https://www.google.com/search?q=bp+%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8&aq=chrome.0.69i59j0j69i57j0j0i-10j46i1i10j0i10j0i3.1552j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

⁴ <https://www.asi.org.ru/news/2021/02/26/polnaya-reabilitacziya-zemel-posle-nedavnih-inczidentov-ostaetsya-dlya-normikelya-prioritetnoj/>

⁵ <https://www.rbc.ru/business/16/02/2021/602bb6909a79472b92adf57c>

⁶ <https://bcs.ru/blog/otvetstvennyj-investor>

⁷ <https://finopedia.ru/terms/idiosinkraticheskii-risk>

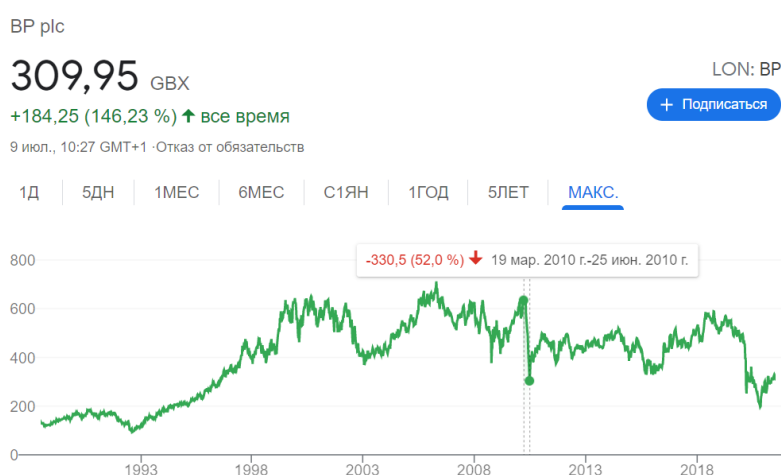


Рис. 2. Динамика стоимости акций компании British Petroleum⁸

Fig. 2. British Petroleum share price dynamics

Концепция стоимостного управления компанией (VBM) предполагает основным критерием оценки эффективности ее деятельности рост рыночной стоимости компании на рынке [22, 23]. При этом под рыночной стоимостью подразумевается показатель Market Cap (рыночная капитализация), рассчитываемый как совокупная стоимость всех акций в обращении. Стоимость акции на рынке устанавливается на пересечении кривых спроса и предложения, и отражает ожидания инвесторов относительно будущего компании-эмитента. При выборе акций традиционно инвесторы основывались на финансовых показателях компаний, таких как EBITDA, P/E, Payout ratio и др. Однако в последнее время ситуация меняется.

Несмотря на то, что цена акции на вторичном рынке на прямую не связана с финансовыми показателями компании, согласно вышеупомянутой концепции ценностно-ориентированного менеджмента (VBM) компания в принципе существует для приращения благосостояния акционеров, которое складывается из роста курсовой стоимости акций и дивидендного дохода. Традиционно, взаимосвязь ESG рейтинга компании и ее рыночной стоимостью существовала через рисковую надбавку – раскрытие нефинансовой информации трактовалось инвесторами как снижение инвестиционного риска. Однако, с учетом тенденций SRI ситуация меняется, можно утверждать, что сегодня именно социальная ответственность побуждает инвесторов делать выбор в пользу ESG активов. Так, по результатам опроса инвестиционной компании Blackrock, в котором приняли участие 425 инвесторов из 27 стран с активами почти 25 триллионов долларов, для более чем половины респондентов в Европе, Ближнем Востоке и Африке (51 процент) главной причиной принятия стратегий устойчивого развития было то, что это «правильный поступок», в то время, как только 37 процентов респондентов в регионе заявили, что такого рода решение основывается на «снижении инвестиционного риска»⁹.

С позиций метода DCF текущая рыночная цена любого финансового актива на финансовом рынке есть приведенная стоимость (*Value*) денежных потоков, генерируемых этим активом:

$$Value = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}, \tag{1}$$

где *i* – номер периода времени, в котором возникает денежный поток *CF_i*;

⁸ <https://www.google.com/search?q=bp+%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8&oq=bp+&aqs=chrome.0.69i59j0j69i57j0i-10j46i1i10j0i10j0i3.1552j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

⁹ <https://ru.valdaiclub.com/a/highlights/printsipy-esg-factory-mirovoy-ekonomiki/> (дата обращения 04.08.2021)

r – величина процентной ставки, используемой при дисконтировании.

Если принять, что предприятие создает по годам один и тот же уровень доходов, используемых, в том числе для покрытия расходов по обслуживанию источников финансирования деятельности фирмы, то его рыночная стоимость будет оценена дисконтированием будущих доходов по ставке $WACC$:

$$Value = \frac{FCF_1}{(1+WACC)^1} + \frac{FCF_2}{(1+WACC)^2} + \dots + \frac{FCF_\infty}{(1+WACC)^\infty},$$

$$Value = \frac{FCF}{WACC}, \quad (2)$$

где $Value$ – рыночная стоимость компании, или стоимость всего капитала;

FCF – величина свободного денежного потока, генерируемого компанией;

$WACC$ – средневзвешенная цена капитала.

При этом, если мы рассматриваем стоимость компании для акционеров, выражение примет следующий вид:

$$Value = \frac{FCFE}{r_{equity}}, \quad (3)$$

где $FCFE$ – денежный поток, свободный для изъятия собственниками;

r_{equity} – стоимость собственного капитала компании.

Поток, свободный для изъятия собственниками, представляет собой денежные средства, оставшиеся в распоряжении после того, как сделаны все инвестиции, необходимые для реализации стратегии фирмы и рассчитывается по следующей формуле:

$$FCFE = NI + D - NWCI - Capex + ND, \quad (4)$$

где NI – Net Income, чистая прибыль; D – Depreciation амортизация; $NWCI$ – Net Working Capital Investment, инвестиции в оборотный капитал; $Capex$ – Capital Expenses, инвестиции в долгосрочные активы; ND – Net Debt, чистый долгосрочный долг.

Расчет стоимости капитала для «зеленых» проектов/ предприятий $r_{green\ equity}$ будет иметь ряд особенностей. На основе проанализированных ранее исследований можно сделать вывод о том, что эколого-ориентированная деятельность компаний рассматривается крайне положительно со стороны инвесторов, что проявляется в «зеленой» премии. В ряде случаев привлечение капитала для финансирования «зеленых» проектов/ предприятий будет дешевле финансирования обычных проектов.

«Зеленая премия» – относительно новое понятие в финансах, связанное, в первую очередь, с повышенным вниманием инвесторов к «зеленым» проектам, и создающее очевидный парадокс традиционным представлениям об инвестиционной привлекательности компании.

«Зеленая премия», которую платит инвестор за возможность приобрести «зеленую» ценную бумагу компенсируется ему повышенным спросом на них, который позволяет продать их на вторичном рынке по более высокой цене. В чем причина такого интереса инвесторов к зеленым проектам. Во многих факторах – в росте осознанности инвестирования, в увеличении интересов общества к проблемам окружающей среды, в объективной необходимости оптимизации ресурсопотребления.

«Зеленую» премию также можно интерпретировать, как снижение рискованной надбавки, так как для того, чтобы ее получить предприятиям необходимо публиковать нефинансовую отчетность и раскрывать все мероприятия, проводимые для сокращения влияния на окружающую среду, тем самым климатические риски снижаются.

Представим модель расчета стоимости акционерного капитала для финансирования «зеленых» проектов/предприятий (на основе Дорофеев, 2020 [24]).

$$r_{green\ equity} = r_f + \beta \times r_{market\ premium} + r_{UR} + r_{greenium}, \quad (5)$$

где $r_{green\ equity}$ – стоимость собственного капитала компании (расчет на базе модели CAPM);

r_f – безрисковая ставка доходности, например, доходность ОФЗ;

β – бета-коэффициент систематического риска акции;

r_{UR} – премия за идиосинкратический риск актива;

$r_{greenium}$ – премия, которую готов заплатить инвестор за инвестирование в «зеленые» проекты, или высокий рейтинг ESG или дисконт за низкий рейтинг.

При этом $r_{greenium}$ по мнению авторов, основываясь на [16], можно оценить методами, применяемыми для оценки стоимости нематериальных активов, а именно неотъемлемого Гудвилла. Неотъемлемый Гудвилл – это стоимость бизнеса, превышающая справедливую стоимость его разделяемых чистых активов. То есть стоимость, созданная самостоятельно внутри компании, и возникающая в течение определенного периода времени из-за хорошей репутации компании. Его также можно назвать не приобретенным гудвиллом.

$$Goodwill = Value_{fair} - ValueNetAsset_{fair}. \quad (6)$$

Для того, чтобы получить повышенную «зеленую премию» $r_{greenium}$ предприятиям необходимо осуществить дополнительные затраты, капитальные ($\Delta Capex$), при замене технологий на более экологичные, а также операционные ($\Delta NWCI$), связанные, если возвращаться к примеру компаний нефти-газового сектора, с постоянным обеспечением предупредительных мероприятий в целях минимизации риска аварий, а также минимизации климатических рисков. То есть, $FCFE$ станет меньше, однако если эти мероприятия одновременно увеличат объем «зеленой» премии для инвесторов, стоимость собственного капитала для предприятия снизится, если считать изменение равным, то стоимость компании ($Value$) не изменится.

$$FCFE_{green} = NI + D - \Delta NWCI - \Delta Capex + ND, \quad (7)$$

$$Value_{green} = \frac{FCFE_{green}}{r_{green\ equity}} = Value.$$

Однако, основываясь на исследованиях¹⁰, где авторы показывают меньшей спред для зеленых портфелей в сравнении с сопоставимыми классическими, можно предположить, что «зеленая премия» будет расти опережающими темпами относительно роста затрат предприятия на обеспечение экологичности. Тогда стоимость собственного капитала компании будет снижаться быстрее.

Условный уровень прироста «зеленой» стоимости можно выразить в виде коэффициента эластичности:

$$Value_{green} = \frac{\text{темп снижения } FCFE_{green} (\%)}{\text{темп сужения } r_{green\ equity} (\%)}. \quad (8)$$

¹⁰ На основе материалов сайта <https://natwest.us/insights/articles/green-halo-20/> (дата обращения: 23.01.2021)

Если темп снижения стоимости капитала опережает темп роста затрат предприятия:

$$Value_{green} > Value.$$

Рыночная стоимость «зеленой» компании для собственников будет больше, не смотря на рост совокупных затрат предприятия.

Заключение

Можно сформулировать следующие результаты исследования:

1. Выявлено, что ценные бумаги предприятий, имеющих высокие рейтинги ESG обладают повышенной инвестиционной привлекательностью среди социально-ответственных инвесторов, число которых постоянно растет.
2. Определено, что для инновационно-активных промышленных предприятий учет тенденций SRI наиболее актуален, так как создает вызовы одновременно с новыми перспективами развития.
3. Сформулирована модель стоимости инновационно-активного промышленного предприятия с учетом «зеленой» премии. Обосновано, что стоимость компаний с высокими показателями критериев ESG растет опережающими темпами, не смотря на рост затрат на соответствие этим критериям.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Тренд осознанного инвестирования стимулирует инвесторов выбирать в свои портфели ценные бумаги с высоким рейтингом ESG. Для того, что иметь такой рейтинг компаниям необходимо раскрывать свою нефинансовую отчетность и информировать инвесторов об экологичности своего производства.

Несмотря на то, что инвестиции в «зеленые» проекты всегда более рискованные по сравнению с обычными капитальными затратами, как показывают статистические данные, все больше компаний готовы принимать на себя эти риски и дополнительные затраты для получения «зеленой» премии, которая проявляется в приросте рыночной капитализации компании за счет повышенного внимания общества к проблемам изменения климата и экологии.

Направление дальнейших исследований

Безусловно, проблема оценки «зеленой» премии нуждается в дальнейшей разработке. На сегодняшний день не ясно, является ли повышенный интерес инвесторов долгосрочным трендом или кратковременным явлением. Многие авторы [6, 25] считают, что на рынке надувается «зеленый» пузырь, такой вариант развития событий также нужно принимать во внимание.

Остается неясным, как именно оценить «зеленую» премию в составе стоимости собственного капитала компаний. Все рассмотренные исследования охватывают период до пандемии, нельзя утверждать, что полученные результаты можно экстраполировать на будущее, так сейчас волатильность рынка повышена и говорить о стабилизации ситуации еще рано.

На взгляд авторов тенденция социально-ответственного инвестирования имеет большее значение для экономики в целом и нуждается в разработке специфических методов оценки результатов ее влияния.

Также необходима разработка методики оценки «зеленой» премии применительно к отраслям характеризующимся повышенными климатическими и природными рискам, такими как горнодобывающая и нефти-газовая промышленность, занимающими основную долю в ВВП России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Егорова Д.А.** Принципы ответственного инвестирования как ключевые драйверы инвестиционного потенциала регионов // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12. – № 3.
2. **Шаш Н.Н., Досаева Н.Д.** Влияние социально ответственного инвестирования на финансовые показатели и стоимость компании // SPIN. – 2020. – Т. 5090. – С. 1360.
3. **Анненская Н.Е., Назарьянц А.А.** Ответственное инвестирование-нарастающий тренд на российском финансовом рынке // Дайджест-финансы. – 2020. – Т. 25. – №. 4 – С. 462–479.
4. **Вострикова Е.О., Мешкова А.П.** ESG-критерии в инвестировании: зарубежный и отечественный опыт // Финансовый журнал. – 2020. – Т. 12. – № 4.
5. **Juravle C., Lewis A.** Identifying impediments to SRI in Europe: A review of the practitioner and academic literature // Business Ethics: A European Review. – 2008. – Т. 17. – №. 3. – С. 285–310.
6. **Larcker D.F., Watts E.M.** (2020). Where's the greenium?. Journal of Accounting and Economics, 69(2-3), 101312.
7. **Alessi L., Ossola E., Panzica R.** (2021). What greenium matters in the stock market? The role of greenhouse gas emissions and environmental disclosures. Journal of Financial Stability, 54, 100869.
8. **Yang B.** (2021). Explaining Greenium in a Macro-Finance Integrated Assessment Model. Available at SSRN 3854432.
9. **Signori S., San-Jose L., Retolaza J.L., Rusconi G.** (2021). Stakeholder value creation: Comparing ESG and value added in European companies. Sustainability, 13(3), 1392.
10. **Henisz W., Koller T., Nuttall R.** (2019). Five ways that ESG creates value.
11. **Chan P., Walter T.** (2014). Investment performance of "environmentally-friendly" firms and their initial public offers and seasoned equity offers. Journal of Banking and Finance, 44 (1), 177–188.
12. **El Ghouli S., Guedhami O., Kim H., Park K.** (2018). Corporate environmental responsibility and the cost of capital: International evidence. Journal of Business Ethics, 149(2), 335–361.
13. **El Ghouli S., Guedhami O., Kwok C.C., Mishra D.R.** (2011). Does corporate social responsibility affect the cost of capital?. Journal of Banking & Finance, 35(9), 2388–2406.
14. **Fama E.F., French K.R.** (2002). The equity premium. The Journal of Finance, 57(2), 637–659.
15. **Welch I., Goyal A.** (2008). A comprehensive look at the empirical performance of equity premium prediction. The Review of Financial Studies, 21(4), 1455–1508.
16. **Chen Y.S.** (2010). The drivers of green brand equity: Green brand image, green satisfaction, and green trust. Journal of Business ethics, 93(2), 307–319.
17. **Mehra R., Prescott E.C.** (1985). The equity premium: A puzzle. Journal of monetary Economics, 15(2), 145–161.
18. **Малевская-Малевич Е.Д.** Вопросы ценообразования «зеленых» облигаций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2021. – Т. 14. – № 1. – С. 75–83.
19. **Babkin A., Malevskaia-Malevich E., Kvasha N., Eliseev E.** The relationship between socially responsible investment and the market value of an enterprise. E3S Web of Conferences 291, 01002 (2021) SDGG 2021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129101002>
20. **Макаров В.В., Шувал-Сергеева Н.С.** Выбор источника финансирования инновации на разных этапах ее жизненного цикла: объем финансирования и качество инновации // Вопросы радиоэлектроники. – 2019. – № 1. – С. 78–80.
21. **Кибовская С.В. и др.** Развитие ответственного инвестирования в нефтегазовом бизнесе на основе ESG-факторов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2020. – № 1. – С. 28.
22. **Яковлева Е.А., Козловская Э.А., Бойко Ю.В.** Оценка инновационного потенциала предприятия на основе стоимостного подхода // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Т. 8. – № 2.
23. **Карлик А.Е., Платонов В.В., Яковлева Е.А.** Организационно-экономические аспекты кооперации промышленных предприятий на основе киберфизических систем // Конкурентоспособность и развитие социально-экономических систем. – 2020. – С. 165–166.
24. **Дорофеев М.Л.** (2020). Особенности расчета стоимости капитала в концепции зеленых финансов и зеленых инвестиций. Экономика. Информатика, 47(2).
25. **Некрасов С.Н.** Коллапсологическая модель «зеленой экономики» и псевдорелигия климатических апостолов в поисках безуглеродной экономики будущего // Культура и экология –



основы устойчивого развития России. Культурные и экологические императивы современной экономики. Часть 1. – Екатеринбург, 2020. – 2020. – С. 40–43.

REFERENCES

1. **D.A. Yegorova**, Printsipy otvetstvennogo investirovaniya kak klyuchevyye drayvery investitsionnogo potentsiala regionov // Vestnik yevraziyskoy nauki. – 2020. – T. 12. – № 3.
2. **N.N. Shash, N.D. Dosayeva**, Vliyaniye sotsialno otvetstvennogo investirovaniya na finansovyye pokazateli i stoimost kompanii // SPIN. – 2020. – T. 5090. – S. 1360.
3. **N.Ye. Annenskaya, A.A. Nazaryants**, Otvetstvennoye investirovaniye-narastayushchiy trend na rossiyskom finansovom rynke // Daydzhest-finansy. – 2020. – T. 25. – № 4. – S. 462–479.
4. **Ye.O. Vostrikova, A.P. Meshkova**, ESG-kriterii v investirovanii: zarubezhnyy i otechestvennyy opyt // Finansovyy zhurnal. – 2020. – T. 12. – № 4.
5. **C. Juravle, A. Lewis**, Identifying impediments to SRI in Europe: A review of the practitioner and academic literature // Business Ethics: A European Review. – 2008. – T. 17. – №. 3. – S. 285–310.
6. **D.F. Larcker, E.M. Watts**, (2020). Where's the greenium?. Journal of Accounting and Economics, 69(2-3), 101312.
7. **L. Alessi, E. Ossola, R. Panzica**, (2021). What greenium matters in the stock market? The role of greenhouse gas emissions and environmental disclosures. Journal of Financial Stability, 54, 100869.
8. **B. Yang**, (2021). Explaining Greenium in a Macro-Finance Integrated Assessment Model. Available at SSRN 3854432.
9. **S. Signori, L. San-Jose, J.L. Retolaza, G. Rusconi**, (2021). Stakeholder value creation: Comparing ESG and value added in European companies. Sustainability, 13(3), 1392.
10. **W. Henisz, T. Koller, R. Nuttall**, (2019). Five ways that ESG creates value.
11. **P. Chan, T. Walter**, (2014). Investment performance of "environmentally-friendly" firms and their initial public offers and seasoned equity offers. Journal of Banking and Finance, 44 (1), 177–188.
12. **S. El Ghouli, O. Guedhami, H. Kim, K. Park**, (2018). Corporate environmental responsibility and the cost of capital: International evidence. Journal of Business Ethics, 149(2), 335–361.
13. **S. El Ghouli, O. Guedhami, C.C. Kwok, D.R. Mishra**, (2011). Does corporate social responsibility affect the cost of capital?. Journal of Banking & Finance, 35(9), 2388–2406.
14. **E.F. Fama, K.R. French**, (2002). The equity premium. The Journal of Finance, 57(2), 637–659.
15. **I. Welch, A. Goyal**, (2008). A comprehensive look at the empirical performance of equity premium prediction. The Review of Financial Studies, 21(4), 1455–1508.
16. **Y.S. Chen**, (2010). The drivers of green brand equity: Green brand image, green satisfaction, and green trust. Journal of Business ethics, 93(2), 307–319.
17. **R. Mehra, E.C. Prescott**, (1985). The equity premium: A puzzle. Journal of monetary Economics, 15(2), 145–161.
18. **Ye.D. Malevskaya-Malevich**, Voprosy tsenoobrazovaniya «zelenykh» obligatsiy // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki. – 2021. – T. 14. – № 1. – S. 75–83.
19. **A. Babkin, E. Malevskaia-Malevich, N. Kvasha, E. Eliseev**, The relationship between socially responsible investment and the market value of an enterprise. E3S Web of Conferences 291, 01002 (2021) SDGG 2021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129101002>
20. **V.V. Makarov, N.S. Shuval-Sergeyeva**, Vybora istochnika finansirovaniya innovatsii na raznykh etapakh yeye zhiznennogo tsikla: obyem finansirovaniya i kachestvo innovatsii // Voprosy radioelektroniki. – 2019. – №. 1. – S. 78–80.
21. **S.V. Kibovskaya, i dr.**, Razvitiye otvetstvennogo investirovaniya v neftegazovom biznese na osnove ESG-faktorov // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. – 2020. – № 1. – S. 28.
22. **Ye.A. Yakovleva, E.A. Kozlovskaya, Yu.V. Boyko**, Otsenka innovatsionnogo potentsiala predpriyatiya na osnove stoimostnogo podkhoda // Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. – 2018. – T. 8. – № 2.
23. **A.Ye. Karlik, V.V. Platonov, Ye.A. Yakovleva**, Organizatsionno-ekonomicheskkiye aspekty kooperatsii promyshlennykh predpriyatiy na osnove kiberfizicheskikh sistem // Konkurentosposobnost i razvitiye sotsialno-ekonomicheskikh sistem. – 2020. – S. 165–166.

24. **M.L. Dorofeyev**, (2020). Osobennosti rascheta stoimosti kapitala v kontseptsii zelenykh finansov i zelenykh investitsiy. Ekonomika. Informatika, 47(2).

25. **S.N. Nekrasov**, Kollapsologicheskaya model «zelenoy ekonomiki» i psevdoreligiya klimaticheskikh apostolov v poiskakh bezuglerodnoy ekonomiki budushchego // Kultura i ekologiya – osnovy ustoychivogo razvitiya Rossii. Kulturnyye i ekologicheskiye imperativy sovremennoy ekonomiki. Chast 1. – Yekaterinburg, 2020. – 2020. – S. 40–43.

Статья поступила в редакцию 10.07.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

БАБКИН Александр Васильевич

E-mail: al-vas@mail.ru

BAVKIN Aleksandr V.

E-mail: al-vas@mail.ru

МАЛЕВСКАЯ-МАЛЕВИЧ Екатерина Данииловна

E-mail: mmed11@yandex.ru

MALEVSKAIA-MALEVICH Ekaterina D.

E-mail: mmed11@yandex.ru

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

DOI: 10.18721/JE.14407
УДК 378.4 (332.1):316.422

ТРАНСФОРМАЦИЯ МОДЕЛИ УНИВЕРСИТЕТА КАК ЭЛЕМЕНТА РЕГИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Трoнина И.А., Тaтенко Г.И., Бaхтина С.С.

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,
г. Орел, Российская Федерация

В настоящее время достаточно остро встает вопрос о ключевых направлениях трансформации модели университета. Во-первых, это поможет переосмыслить взаимоотношения между всеми участниками инновационного процесса в формате цивилизационного перехода к новым формам сотрудничества и партнерства; во-вторых, дополнить существующие модели с акцентом на качество жизни, счастье, изменение городской и региональной среды; в-третьих, совершенствовать образовательный и научный процессы с помощью внедрения более современной педагогики, образовательных технологий, а также технологий научного поиска и активизации инновационной деятельности. Объективная необходимость изучения данной проблемы в теоретическом и методическом аспектах подтверждает актуальность темы исследования авторского коллектива. Цель исследования заключается в разработке методического подхода к проведению организационной диагностики университета как драйвера инновационного развития региона для планирования и осуществления его трансформационных преобразований. Используя общенаучные и специальные методы научного поиска, авторами изучены основные подходы и модели трансформации университетов в российской и зарубежной практике. Основной акцент сделан на возможности преобразования вуза в целях инновационного развития региона с учетом концепции «умной специализации». Установлено, что согласно модели «четырёхзвенной спирали инноваций» современный университет является активным стейкхолдером инновационного процесса. В связи с этим определена роль высших учебных заведений в формировании региональных программ инновационного развития на основе принципов «умной специализации». Выделены функции университетов как групп стейкхолдеров «Наука и образование» на каждом этапе данного стратегического процесса, что подчеркивает научную новизну проводимого исследования. Для планирования и осуществления мероприятий по трансформации модели университета как элемента региональной инновационной системы авторами предложена методика проведения организационной диагностики и структурирования проблем как аналитический шаг будущих преобразований вуза. Направления дальнейших исследований авторов при этом будут направлены на изучение проблем межрегионального сотрудничества вузов как стейкхолдеров инновационного процесса.

Ключевые слова: инновационное развитие региона, модель трансформации университета, предпринимательский поиск, концепция «умной специализации», четырёхзвенная спираль инноваций

Ссылка при цитировании: Трoнина И.А., Тaтенко Г.И., Бaхтина С.С. Трансформация модели университета как элемента региональной инновационной системы // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 95–109. DOI: 10.18721/JE.14407

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

TRANSFORMATION OF THE UNIVERSITY MODEL AS AN ELEMENT OF THE REGIONAL INNOVATION SYSTEM

I.A. Tronina, G.I. Tatenko, S.S. Bakhtina

Orel State University named after I.S. Turgenev,
Orel, Russian Federation

At present, the question of the key directions of transformation of the university model is quite acute. First, it helps to rethink the relationship between all participants in the innovation process in the format of a civilizational transition to new forms of cooperation and partnership. Secondly, it complements the existing models with an emphasis on the quality of life, happiness, and changes in the urban and regional environment. Thirdly, it improves the educational and scientific processes through the introduction of up-to-date pedagogy, educational technologies, as well as technologies of scientific research and the activation of innovative activities. The objective necessity of studying this problem in theoretical and methodological aspects confirms the relevance of the research topic of the authors' team. The purpose of the study is to develop a methodological approach to conducting organizational diagnostics of the university as a driver of innovative development of the region for planning and implementing its transformations. Using general scientific and special methods of scientific research, the authors have studied the main approaches and models of university transformation in Russian and foreign practice. The main emphasis is placed on the possibility of transforming the university for the purpose of innovative development of the region, taking into account the concept of "smart specialization". It is established that according to the model of the "four-link spiral of innovation", a modern university is an active stakeholder in the innovation process. In this regard, the role of higher educational institutions in the formation of regional innovative development programs based on the principles of "smart specialization" is determined. The functions of universities as groups of "Science and Education" stakeholders at each stage of this strategic process are highlighted, which emphasizes the scientific novelty of the research. To plan and implement measures for the transformation of the university model as an element of the regional innovation system, the authors propose a method for organizational diagnostics and structuring problems as an analytical step for future transformations of the university. The directions of further research of the authors will be aimed at studying the problems of interregional cooperation of universities as stakeholders of the innovation process.

Keywords: innovative development of the region, university transformation model, entrepreneurial search, the concept of "smart specialization", four-link spiral of innovation

Citation: I.A. Tronina, G.I. Tatenko, S.S. Bakhtina, Transformation of the university model as an element of the regional innovation system, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 95–109. DOI: 10.18721/JE.14407

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

Введение

Современная система регионального образования представляет собой общественно-значимый институт, реализующий широкий спектр функций для сохранения и воспроизводства человеческого капитала с учетом происходящих общественных трансформаций и тенденций Индустрии 4.0. При этом современное образование очень уверенно становится центром воспроизводства инноваций, актуальных и соответствующих перспективным направлениям развития общества [1]. Необходимость трансформации системы регионального образования обусловлена глобальными и локальными трендами, среди которых можно отметить следующие: глобализация и массовый характер получения высшего образования, доступность образования в силу его демократичности, технологизация и цифровизация, человеческий капитал как фактор развития экономики, непрерывность образования и появление сегментов «серебряного» и «золотого» возраста, «война» за таланты как драйвер конкуренции, формирующийся запрос на новые компетенции, сдвиг образовательной парадигмы [2].

Несмотря на множественность подходов к процессу трансформации, трендом, определяющим изменения современного университета является его переход от модели «Университет 1.0» к модели «Университет 4.0»: модель «Университет 1.0» характеризуется образовательной деятельностью для трансляции знаний, подготовки кадров и обеспечения социального лифта; модель «Университет 2.0» выполняет две миссии – обучающую и научно-исследовательскую, осуществляя консалтинговый сервис для рыночных игроков и создавая технологии «на заказ»; модель «Университет 3.0» добавляет третью миссию – коммерциализацию знаний и технологий, управляя правами интеллектуальной собственности и участвуя в формировании инновационной экосистемы в со-



ответствии с научно-технологическими трендами; модель «Университет 4.0» рассматривается как форма интеграции всех структур социума для сопровождения развития человеческого капитала на протяжении всей жизни, предлагая платформу для сотрудничества стейкхолдеров социально-экономического и инновационного развития территорий [3, 4].

В научной литературе много внимания уделяется технологиям, игнорируя другие факторы инноваций, связанные с развитием человеческого капитала, которые и должны всесторонне учитывать современные модели образования. Для университетов напрашивается вывод о необходимости «разворота к позиции центров научного и инновационного развития общества», что и обуславливает актуальность темы данного исследования.

Обзор литературных источников по проблеме инновационного развития регионов позволяет отметить научные труды следующих ученых: В. Васин, Л. Гохберг, А. Бабкин, Н. Зубаревич, Г. Мерзликина, А. Суховой, А. Татаркин и другие [5–10]. Исследователи предлагают разные подходы к изучению роли университетов в социально-экономическом развитии региона: традиционный экономический подход (С. Левин, Д. Мейзел, Д. Эллиот); навыко-ориентированный подход (Г. Батту, Б. Блюстоун, Д. Ньюлэндс, Дж. Финч); инновационный подход (П. Беннепорт, Д. Бок, Г. Ицковиц, П. Кук, Р. Хаггинс, Д. Чарльз); комплексный подход (А. Громов, Д. Евсеева, О. Лешуков, Д. Платонова) [11, 12]. На формирование научной позиции авторского коллектива оказали существенное влияние работы Э. Григорудиса, Е. Исланкиной, Э. Караяниса, А. Киндрася, Е. Куценко [13, 14].

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в разработке методического подхода к проведению организационной диагностики университета как элемента региональной инновационной системы для планирования и осуществления его трансформационных преобразований на принципах «умной специализации». Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: определить роль университета в региональном развитии на основе российского и зарубежного опыта; представить модель формирования стратегии инновационного развития региона с выделением функций университета на основе принципов «умной специализации»; предложить методике проведения организационной диагностики и структурирования проблем как аналитический шаг будущих трансформаций университета. Объектом исследования являются современные модели университета в контексте изучения возможности их участия в инновационной деятельности на региональном уровне. Предмет исследования – роль университетов в процессе формирования стратегии инновационного развития региона.

Методы исследования

В ходе подготовки данной статьи использовался современный теоретический материал и методический научный задел по вопросам участия университета в формировании стратегии инновационного развития региона. В процессе исследования использовались общенаучные и специальные методы научного поиска: системный анализ, сравнение, описание, систематизация.

Результаты и обсуждение

Современная система регионального образования, по мнению авторов, должна представлять собой коллективную институциональную форму образовательной, научно-исследовательской и инновационной деятельности, не только отражающую существующую концепцию и практику, но и выступающую инициатором и инструментом формирования этой практики. Уникальность университета и его ценностная ориентация могут быть встроены в уникальность и ценностную ориентацию региона, для чего от регионального образования требуется воздействующий социально-конструктивный эффект в формате решения задач инновационного развития территории



Рис. 1 Факторы, влияющие на потенциал университета

Fig. 1. Factors affecting the university's potential

[15]. Тем более, что в настоящее время все больше университетов оказываются вовлеченными в региональный инновационный процесс, выступая центром инновационного социально-экономического развития.

Изучение европейского опыта трансформации системы образования согласно концепции «умной специализации» позволило выявить факторы, влияющие на потенциал вузов по содействию инновациям и региональному развитию. По нашему мнению данные факторы, сгруппированные в два основных типа по критериям спроса и предложения, обеспечивают сбалансированное состояние системы регионального образования (рис. 1).

Роль высших учебных заведений в региональном развитии можно описать через следующие выводы, сделанные на основе изучения научной литературы и кейсов, описанных в трудах европейских исследователей [16]:

– региональное развитие становится третьим направлением миссии вуза, поскольку региональный аспект используется в исследовательских портфелях, учебных программах и мероприятиях по внешнему взаимодействию университетов с другими стейкхолдерами инновационного процесса;

- развитие человеческого капитала посредством образования и профессиональной подготовки / переподготовки / повышения квалификации имеет гораздо большее влияние на активизацию инновационного процесса в регионе, чем производство только научных знаний;
- необходим более ориентированный на конкретный регион подход к высшему образованию, опираясь на баланс факторов спроса и предложения, а значит как и в случае с инновационной политикой стоит учитывать уникальность территории и изучать альтернативные актуальные модели без простого подражания успешным примерам;
- акцент на интернационализацию высшего образования через обучение студентов из других стран или местных жителей, чтобы они стали мобильными гражданами, способными адаптироваться к различным культурным и рабочим контекстам;
- сотрудничество вузов в области исследований и инноваций может служить рычагом воздействия на другие заинтересованные стороны, такие как малый и средний бизнес, кластеры или деловые организации, которые могут сотрудничать в формате инновационных региональных проектов;
- формирование механизма согласования стратегии университета с региональной стратегией инновационного развития на основе «умной специализации», поскольку образование, наука и внешнее участие вуза могут внести свой вклад в инновационную деятельность региона, но во многом зависят от партнёрства с другими стейкхолдерами инновационного процесса.

В этой связи считаем уместным уделить внимание концепции «умной специализации» и описать роль университета в разработке и реализации стратегии инновационного развития региона. Концепция «умной специализации» обладает глубоким и глобальным характером, позволяющим на основе существующей структуры региональной экономики формировать новую стратегию развития, опираясь на сильные стороны и конкурентные преимущества региона с включением в его стратегический процесс образовательной, научно-исследовательской, предпринимательской и регулирующей составляющих для развития экономики и ключевых технологических компетенций с помощью внедрения инноваций [17].

Предполагается взаимодействие стейкхолдеров, в ходе которого формируется интерактивный процесс в формате «предпринимательского поиска», что способствует развитию новых форм партнёрства и сотрудничества [18]. Согласование интересов и совместные действия разных групп стейкхолдеров позволяют каждому из участников играть определенную роль и в конечном итоге брать на себя руководящую функцию на определенном этапе разработки и реализации стратегии в соответствии с его характерными особенностями, опытом, возможностями. Поэтому основная роль университета в региональном стратегическом процессе связана с одной стороны с созданием базиса инновационной среды, где полученные знания находят отражение в новых продуктах и технологиях, на которые формируется запрос со стороны общества, а с другой стороны с участием в формировании предпринимательского потенциала региона. Модель формирования стратегии инновационного развития региона с привлечением стейкхолдеров инновационного процесса представлена на рис. 2. Модель позволяет рассматривать сценарии вовлечения вуза согласно четырехзвенной спирали инноваций в региональный стратегический процесс. Функционально участие университетов в стратегическом процессе (поэтапно) можно описать следующим образом:

Этап 1. Университет выполняет консультационно-аналитическую функцию, участвуя в сборе и анализе информации о текущем состоянии региональной экономики и уровне инновационного развития. При этом сам вуз является источником информации для сбора и анализа данных, необходимых для разработки стратегии «умной специализации» (анализ ресурсов региональной социально-экономической системы и анализ регионального контекста и потенциала для инноваций).

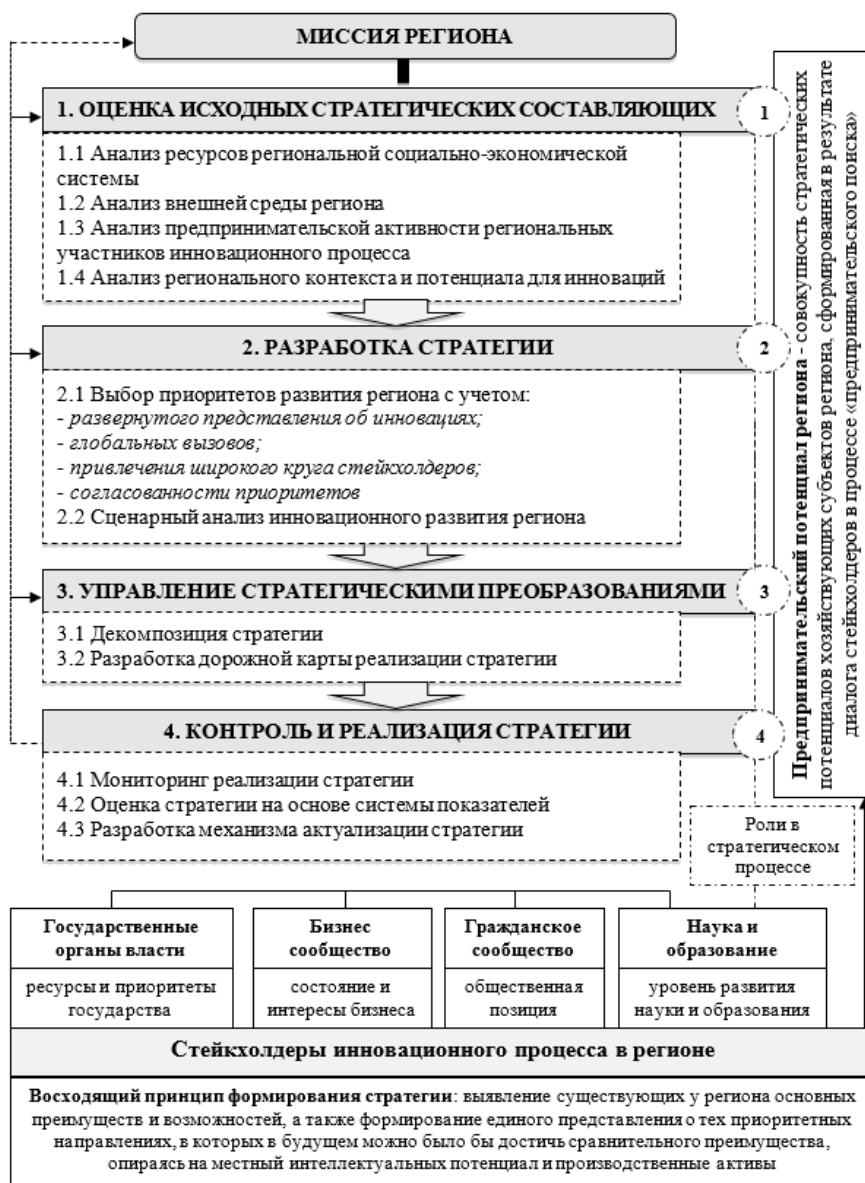


Рис. 2. Модель формирования стратегии инновационного развития региона с привлечением стейкхолдеров инновационного процесса

Fig. 2. The model of formation of the strategy of innovative development of the region with the involvement of stakeholders of the innovation process

Этап 2. Эксперты от университета непосредственно осуществляют проработку отдельных разделов стратегии. Профессорско-преподавательский состав вуза может активно участвовать в конкурсе по отбору экспертов для проведения форсайт-исследований, а также предлагать к реализации свои проекты в рамках приоритетных направлений развития региона. Здесь возможна кооперация университета с другими стейкхолдерами в интересах реализации региональной инновационной стратегии. В целом роль университета – экспертная и консультационная. Вуз также может выступать инфраструктурной площадкой для реализации форсайт-мероприятий.

Этап 3. Роль университета заключается в участии экспертов в разработке дорожной карты, оценки рисков и целесообразности стратегии. При этом происходит согласование сроков и ресурсов реализации стратегических мероприятий стейкхолдерами, в том числе и университетами.



Этап 4. Эксперты от университета ведут мониторинг развития региона. Выполняется экспертно-аналитическая функция с осуществлением консалтингового сопровождения деятельности региональной власти.

Таким образом, университет становится активным участником всего процесса разработки и реализации стратегии инновационного развития региона на принципах «умной специализации». При этом его функции можно рассматривать с двух позиций: с одной стороны, как стейкхолдера – носителя научных, инновационных и образовательных компетенций региона, участника инновационного процесса, с другой стороны, как непосредственно эксперта и организационного координатора стратегического процесса.

Кроме того, университет выполняет свои классические и инновационные функции, которые прямо или косвенно связаны с реализацией региональной инновационной стратегии: консультационное сопровождение бизнеса; организация инновационного малого и среднего предпринимательства на базе университета; предоставление своей инфраструктуры для граждан и бизнеса; проведение НИОКР по приоритетным направлениям развития территории; предоставление услуг по дополнительному профессиональному образованию и переподготовке граждан в интересах развития региона; участие университета в реализации проектов регионального значения, а также кластерных инициативах.

Изученный опыт процесса трансформации университетов в российской и зарубежной практике из открытых источников информации позволяет авторскому коллективу сделать вывод о том, что не всегда получается желаемый результат при сопоставлении планируемых и фактических показателей, при этом изменения очевидны и новые модели построены. Налицо сложность прогнозирования и учета всех потенциальных проблем, с которыми может столкнуться университет в процессе трансформации, разрабатывая комплекс стратегических решений по отношению к элементам внутренней среды университета как социально-экономической системы.

Поскольку любая трансформация при переходе от одной модели вуза к другой предполагает глубокие изменения в системе университета, необходимо понимание его готовности к подобным манипуляциям. Нельзя осуществить такой переход по частям, нужен «прыжок» в новый образ всей системой университета, для этого требуется понять свои слабые места и только после их устранения осуществлять комплексные действия. В этой связи для понимания готовности вуза к переходу на новую модель развития, предложена методика проведения организационной диагностики и структурирования проблем как аналитический шаг будущих трансформаций университета:

1. Отбор и обоснование системы параметров для проведения организационной диагностики по следующим направлениям: цели и задачи; стратегия; структура; персонал; культура; процесс принятия решений; система контроля; система поощрений; информационная система; инфраструктура.
2. Сбор и анализ исходной статистической информации и проведение экспертной оценки текущего состояния университета.
3. Построение профиля университета на основе расчетов средневзвешенных оценок по анализируемым направлениям.
4. Выявление сильных и слабых сторон университета.
5. Построение «проблемного поля» университета в условиях трансформации.
6. Идентификация причин появления проблем преобразования университета.
7. Разработка мероприятий по устранению выявленных проблем, мешающих трансформации университета.

Для апробации предлагаемой методики в качестве объекта исследования выбран ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» как пример опорного регионального университета, для которого характерны организационные преобразования в жизненном цикле развития как ответ на вызовы внешней среды, предполагающие переход на новые модели (табл. 1) [12].

Таблица 1. Характеристика этапов развития регионального университета
Table 1. Characteristics of the stages of development of the regional university

Период, годы	Название университет / статус	Внешние вызовы
1954–1961	Учебно-консультационный пункт Всероссийского заочного машиностроительного института (ВЗМИ)	Воздействие международной конкуренции в военной и престижных отраслях. Пресс НТП. Потребность развития высокоспециализированных производств и соответствующих специалистов
1961–1964	Общетехнический факультет ВЗМИ	
1964–1988	Орловский филиал ВЗМИ	Развитие НТП и усиление отставания от стран-лидеров. Период стратегических перемен
1988–1993	Орловский филиал Московского института приборостроения	«Перестройка» как попытка хозяйственной эволюции в государственно-контролируемую экономику с существенной степенью децентрализации
1993–1995	Орловский государственный политехнический институт	Изменение характера основных источников нестабильности. Тенденция к росту экономики и преодоление инвестиционного кризиса в рамках новой структуры потребностей
1995–2010	Орловский государственный технический институт	
2010–2015	Государственный университет – учебно-научный-производственный комплекс	В 2011–2015 г. в условиях перехода экономики России на инновационный путь развития, для обеспечения национальной конкурентоспособности страны продолжена модернизация системы образования
2015–2016	Приокский государственный университет	Принятие стратегии НТР, целью которой является обеспечение независимости и конкурентоспособности страны за счет создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации
2015 по настоящее время	Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева (опорный университет)	
<i>Новый этап</i>	<i>Новая модель университета – SMART университет</i>	<i>Тренды цифровой экономики</i>

Новый этап развития вуза как центра инноваций региона должен быть трансформационным, ориентированным на качественные преобразования образовательной среды, научной политики, инновационной деятельности на основе принципов «умной специализации» для реализации целей региональной стратегии.

На первом этапе проведения организационной диагностики необходимо выделить параметры, позволяющие дать объективную оценку состояния университета как потенциальной модели будущих трансформаций. В рамках настоящего исследования параметры оценки были выбраны на основе анализа опыта преобразования университетов в отечественной и зарубежной практике (табл. 2). Хочется подчеркнуть, что этот перечень не является исчерпывающим, а скорее начальным для аналитической работы. К тому же, при проведении диагностики следует учитывать особенности функционирования и направления развития университета, его профильность, размер, уровень используемых технологий.

На втором этапе проводится экспертная оценка для определения соответствия элементов системы университета выбранным параметрам с последующей графической интерпретацией. В роли экспертов должны выступать как внутренние, так и внешние ведущие специалисты образовательной, научной и инновационной сфер деятельности как представители разных групп стейкхолдеров инновационного процесса в регионе. В специально разработанных таблицах экспертам предлагается проставить балльную оценку в диапазоне от 0 до 2 по перечисленным параметрам, характеризующим элементы модели университета в следующей логике сравнения с новым образом: 0 баллов – параметры не соответствуют; 1 балл – параметры соответствуют не полностью; 2 балла – параметры соответствуют полностью.

Таблица 2. Параметры для оценки текущего состояния университета
Table 2. Parameters for assessing the current state of the university

Направления диагностики	Параметры для оценки направления
1. Цели и задачи	1. Миссия содержит три направления (образование, наука, инновации)
	2. Общая цель соответствует приоритетным направлениям инновационного развития региона
	3. Соответствие целевых показателей развития вуза внешним вызовам
	4. Важнейшая задача вуза – стать частью региональной инновационной экосистемы
	5. Целевая аудитория – всё население
2. Стратегия	1. Наличие стратегии (раздела стратегии) трансформации университета
	2. Наличие анализа ресурсов университета и анализа внешней среды
	3. Стратегия учитывает направления развития системы образования РФ
	4. Стратегия учитывает аспекты инновационного развития региона
	5. Наличие системы показателей эффективности реализации стратегии
3. Структура	1. Новые формы межфункционального взаимодействия
	2. Элементы плоской организационной структуры
	3. Гибкая организационная структура с элементами сетевого построения
	4. Наличие Проектного офиса
	5. Целевые проектные группы
4. Персонал	1. Стратегическая программа развития руководителей и работников, в т.ч. НПП
	2. Регулярное повышение квалификации НПП по направлениям миссии
	3. Готовность к изменениям
	4. Умения и навыки работать в командах (проектах)
	5. Наличие современных компетенций (языковых, цифровых, научных и т.д.)
5. Культура	1. Наличие декларируемой системы ценностей
	2. Инновационная культура является общей для всех кадров
	3. Наличие открытого диалога администрации и представителей факультетов
	4. Информационная открытость университетского сообщества
	5. Наличие эффективного механизма обратной связи
6. Процесс принятия решений	1. Умение аппарата управления работать в условиях неопределенности
	2. Гибкое руководство на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях
	3. Гарантированная свобода действий для подразделений и сотрудников в решении поставленных задач
	4. Электронный документооборот
	5. Автоматизация процесса принятия решений
7. Система контроля	1. Целенаправленное управление (функциональное, эмоциональное, социальное)
	2. Гибкая система контроля с акцентом на внутригрупповой контроль
	3. Единые принципы и методы работы функциональных подразделений
	4. Удаленное управление распределенными командами
	5. Развитие внутреннего самоконтроля
8. Система поощрений	1. Разработанная система стимулирования деятельности подразделений и сотрудников в выбранном направлении развития
	2. Толерантное отношение к ошибкам сотрудников, старавшихся сделать что-то новое
	3. Современные методы в работе с персоналом
	4. Новые системы вознаграждения
	5. Программы развития профессиональных навыков ППС в области IT и eL

Окончание таблицы

9. Информационная система	1. Общая ответственность коллектива за информационную безопасность
	2. Передача знаний и информации снизу-вверх и по горизонтали
	3. Наличие средств для сбора данных и передачи данных
	4. Наличие функции хранения и переработки данных
	5. Стандартный интерфейс данных
10. Инфраструктура	1. Качественные информационные сервисы
	2. Развивающаяся электронная библиотека
	3. Наличие лабораторий, оснащенных высокотехнологичными устройствами
	4. Международная реально-виртуальная сетевая структура в области образования и инноваций
	5. Качественное «студенческое пространство» для учебы и отдыха

Авторами предполагается, что актуальными моделями университета с точки зрения принципов концепции «умной специализации» являются модели «Университет 3.0» и «Университет 4.0» с возможностью их модификации.

В авторской методике предлагается в качестве сравнительного эталона для проведения организационной диагностики использовать модель SMART-университета как совокупность инноваций и Интернет-технологий, приводящих к новому качеству процессов и результатов образовательной, научно-исследовательской, инновационной, социальной и иной деятельности в интересах инновационного развития региональной экономики и его уникальной специализации [19, 20].

Пример детализации балльной оценки одного из направлений диагностики текущего состояния ОГУ имени И.С. Тургенева по предложенным параметрам представлен в табл. 3.

Таблица 3. Пример детализации балльной оценки направления
Table 3. Example of detailing the score of the diagnostic direction

Параметры для оценки направления	Балльная оценка параметров с позиции трансформационного преобразования модели университета		
	0 баллов	1 балл	2 балла
1. Миссия содержит три направления (образование, наука, инновации)	Миссия содержит два направления – наука и образование	Миссия содержит три направления: образование, наука и инновации	Миссия содержит три направления: образование, наука и инновации, которые отвечают приоритетам региона
2. Общая цель соответствует приоритетным направлениям инновационного развития региона	Общая цель не соответствует инновационным приоритетам развития региона	Общая цель частично соответствует инновационным приоритетам развития региона	Общая цель соответствует приоритетным направлениям инновационного развития региона
3. Соответствие целевых показателей развития вуза внешним вызовам	Целевые показатели не соответствуют внешним вызовам	Целевые показатели частично соответствуют внешним вызовам	Целевые показатели соответствуют внешним вызовам
4. Важнейшая задача вуза – стать частью региональной инновационной экосистемы	Университет не выполняет инновационную функцию в регионе	Университет является центром создания инноваций	Университет является частью региональной инновационной экосистемы
5. Целевая аудитория – всё население	Целевая аудитория – учащиеся высших учебных заведений	Целевая аудитория – всё население на нерегулярной основе по отдельным направлениям: образование, наука, инновации	Целевая аудитория – всё население на постоянной основе по всем направлениям: наука, образование, инновации

Средневзвешенная оценка критерия определяется исходя из оценок экспертов и значимости параметра для вуза. Интегральная оценка эффективности каждого направления представляет собой сумму средневзвешенных оценок параметров, что учитывается на следующем этапе.

Третий этап – построение профиля университета, который представляет собой сумму характеристик, благодаря которым можно судить об успешности возможных преобразований. Пример построения профиля ОГУ имени И.С. Тургенева представлен в табл. 4.

Таблица 4. Пример текущего профиля университета
Table 4. Example of the current university profile

Элементы системы университета как потенциальной модели для будущих трансформаций	Средневзвешенная оценка, балл		
	0	1	2
1. Цели и задачи		●	
2. Стратегия			●
3. Структура		●	
4. Персонал		●	
5. Культура	●		
6. Процесс принятия решений	●		
7. Система контроля		●	
8. Система поощрений		●	
9. Информационная система		●	
10. Инфраструктура			●

Профиль позволяет составить перечень сильных и слабых сторон, анализ которых (четвертый этап) дает возможность установить с одной стороны связь между потенциалом и проблемами существующей модели университета, а с другой – между ее сильными и слабыми сторонами, что позволяет определить перспективы для дальнейшего развития в формате трансформации.

Следующий этап – построение «проблемного поля» университета в условиях трансформации. В качестве методического инструмента может быть использовано «дерево проблем», для чего необходимо сформулировать основную ключевую проблему, выявить ее последствия (проблемы-следствия) и определить ее причины (проблемы-причины). Пример построения дерева проблем для объекта исследования представлен на рис. 3.

Идентификация причин организационных проблем преобразований университета на следующем этапе анализа могут помочь в формулировании целей при переводе проблем в положительные аспекты желаемой будущей ситуации. Заключительным этапом проведения организационной диагностики является разработка мероприятий по устранению выявленных проблем.

Использование предлагаемой методики в ОГУ имени И.С. Тургенева позволило сформировать комплекс трансформационных мероприятий на основе преадаптивных изменений, формирующих потенциал вуза по следующим направлениям: новая образовательная экосистема университета; активизация международной деятельности; гибкое образование по требованию; принципы «зеленого» университета; системы непрерывного образования; современная образовательная инфраструктура; сложный образовательный продукт на основе сотрудничества и партнерства.

Заключение

1. В рамках настоящего исследования определено, что университеты постепенно становятся на путь переосмысления своих целей через добавление дополнительной миссии, связанной с созданием пространств нового образования и новой жизни, что в свою очередь формирует



Рис. 3. Пример построения дерева проблем модели университета
 Fig. 3. Example of building a problem tree of a university model

новую образовательную экосистему для новой эпохи, отвечающую вызовам 21 века. Цифровые технологии, новые способы производства и управления, цели и практики устойчивого развития рассматриваются нами как силы, формирующие будущее нашего общества и неизбежно изменяющие содержание образования и модели современного университета. Такая модель должна формировать пространство персонального и коллективного развития, выступая при этом инструментом эволюции социально-экономических систем регионального и национального уровней, порождая, культивируя и направляя различные инновационные решения.

2. На основе изучения российского и зарубежного опыта определена роль университета в региональном развитии как важнейшего фактора формирования инновационной экосистемы на основе синергии образования, науки и инноваций.

3. Предлагаемая в рамках настоящего исследования методика проведения организационной диагностики и структурирования проблем как аналитический шаг будущих трансформаций университета позволит идентифицировать возможные причины организационных проблем и планировать действенные мероприятия по их разрешению.

Направления дальнейших исследований

Современные тенденции вызывают острую необходимость в создании пространства высшего образования, способствующего мобильности студентов, исследователей и сотрудников, развитию сотрудничества между вузами в области инноваций в образовании, а также формированию программ партнерства между вузами и другими стейкхолдерами инновационного процесса в регионе, согласно модели четырехзвенной спирали инноваций. Данная проблема

в контексте межрегионального сотрудничества и партнерства стейкхолдеров инновационного процесса является направлением дальнейших исследований авторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кергроуч С. Индустрия 4.0: новые вызовы и возможности для рынка труда // Форсайт. 2017. Т. 11. № 4. С. 6–8.
2. Рюкер-Шеффер П., Фишер Б., Кьероз С. Не только образование: роль исследовательских университетов в инновационных экосистемах // Форсайт. Т. 12. № 2. С. 50–61.
3. Тенденции развития высшего образования в мире и в России. Аналитический доклад-дайджест. М.: НИИРО РЭИ имени Г.В. Плеханова. 2021. 199 с.
4. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2017. 208 с.
5. Васин В.А., Миндели Л.Э. Национальная инновационная система в социально-экономическом пространстве. М.: ИПРАН, 2011. 239 с.
6. Гохберг Л.М. Национальная инновационная система России в условиях «новой экономики» // Вопросы экономики. 2013. № 3. С. 26–44.
7. Бабкин А.В., Хватова Т.Ю. Развитие научно-исследовательского сектора в национальной инновационной системе России // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2009. № 4 (60). С. 41–49.
8. Зубаревич Н.В. Региональная проекция нового российского кризиса // Вопросы экономики. 2015. № 4. С. 37–52.
9. Мерзлякина Г.С. Инновационное развитие региона: Эссенциальная архитектура показателей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13. № 5. С. 50–64.
10. Татаркин А.И., Суховой А.В. Построение инновационной экономики в РФ: проблемы и перспективы // Инновации. 2017. № 7. С. 11–15.
11. Лешуков О.В., Евсеева Д.Г., Громов А.Д., Платонова Д.П. Оценка вклада региональных систем высшего образования в социально-экономическое развитие регионов России. М.: НИУ ВШЭ, 2017. 30 с.
12. Маслова И.А., Тронина И.А., Татенко Г.И., Бахтина С.С. Влияние цифровой экономики на инновационное развитие регионального университета // Управленческий учет. 2018. №12. С. 94–103.
13. Караяннис Э., Григорудис Э. Четырехзвенная спираль инноваций и «умная специализация»: производство знаний и национальная конкурентоспособность // Форсайт. 2016. Т. 10. № 1. С. 31–42.
14. Куценко Е.С., Исланкина Е.А., Киндрась А. Можно ли быть умным в одиночестве? Исследование инновационных стратегий российских регионов в контексте умной специализации // Форсайт. 2018. Т. 12. № 1. С. 25–45.
15. Макаров В., Айвазян С., Афанасьев М., Бахтизин А., Нанавян А. Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций // Форсайт. 2016. № 3. С. 76–90.
16. Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specializations (RIS 3). URL: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/home> (accessed May 16, 2021).
17. Земцов С.П., Барина В.А. Смена парадигмы региональной инновационной политики в России: от выравнивания к умной специализации // Вопросы экономики. 2016. №10. С. 65–81.
18. Тронина И.А., Татенко Г.И., Бахтина С.С. Методология управления инновационным развитием территорий на принципах европейской концепции «умной специализации»: монография. Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019. 206 с.
19. Babkin A.V., Tronina I.A., Tatenko G.I., Bakhtina S.S. Methods of Assessment of Compliance of the Regional University as a Driver of Innovation with the Principles of SMART-education // Proceedings of the 2018, IEEE // International Conference " Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2018, Pp. 769–774.
20. Васецкая Н.О., Глухов В.В. «Фундаментальный треугольник» как фактор стратегического развития экономики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2020. Т. 13, № 4. С. 7–18.

REFERENCES

1. **S. Kergrouch**, Industriya 4.0: novyye vyzovy i vozmozhnosti dlya rynka truda // Forsayt. 2017. T. 11. № 4. S. 6–8.
2. **P. Ryuker-Sheffer, B. Fisher, S. Kyeroz**, Ne tolko obrazovaniye: rol issledovatel'skikh universitetov v innovatsionnykh ekosistemakh // Forsayt. T. 12. № 2. S. 50–61.
3. Tendentsii razvitiya vysshego obrazovaniya v mire i v Rossii. Analiticheskiy doklad-daydzhest. M.: NIIRO REI imeni G.V. Plekhanova. 2021. 199 s.
4. **K. Shvab**, Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya. M.: Eksmo, 2017. 208 s.
5. **V.A. Vasin, L.E. Mindeli**, Natsionalnaya innovatsionnaya sistema v sotsialno-ekonomicheskom prostranstve. M.: IPRAN, 2011. 239 s.
6. **L.M. Gokhberg**, Natsionalnaya innovatsionnaya sistema Rossii v usloviyakh «novoy ekonomiki» // Voprosy ekonomiki. 2013. № 3. S. 26–44.
7. **A.V. Babkin, T.Yu. Khvatova**, Razvitiye nauchno-issledovatel'skogo sektora v natsionalnoy innovatsionnoy sisteme Rossii // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo universiteta ekonomiki i finansov. 2009. № 4 (60). S. 41–49.
8. **N.V. Zubarevich**, Regionalnaya proyeksitsiya novogo rossiyskogo krizisa // Voprosy ekonomiki. 2015. № 4. S. 37–52.
9. **G.S. Merzlikina**, Innovatsionnoye razvitiye regiona: Essentsialnaya arkhitektura pokazateley // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki. 2020. T. 13. № 5. S. 50–64.
10. **A.I. Tatarkin, A.V. Sukhovey**, Postroyeniye innovatsionnoy ekonomiki v RF: problemy i perspektivy // Innovatsii. 2017. № 7. S. 11–15.
11. **O.V. Leshukov, D.G. Yevseyeva, A.D. Gromov, D.P. Platonova**, Otsenka vklada regionalnykh sistem vysshego obrazovaniya v sotsialno-ekonomicheskoye razvitiye regionov Rossii. M.: NIU VShE, 2017. 30 s.
12. **I.A. Maslova, I.A. Tronina, G.I. Tatenko, S.S. Bakhtina**, Vliyaniye tsifrovoy ekonomiki na innovatsionnoye razvitiye regionalnogo universiteta // Upravlencheskiy uchet. 2018. № 12. S. 94–103.
13. **E. Karayannis, E. Grigorudis**, Chetyrekhzvennaya spiral innovatsiy i «umnaya spetsializatsiya»: proizvodstvo znaniy i natsionalnaya konkurentosposobnost // Forsayt. 2016. T. 10. №1. S. 31–42.
14. **Ye.S. Kutsenko, Ye.A. Islankina, A. Kindras**, Mozhno li byt umnym v odinochestve? Issledovaniye innovatsionnykh strategiy rossiyskikh regionov v kontekste umnoy spetsializatsii // Forsayt. 2018. T. 12. №1. S. 25–45.
15. **V. Makarov, S. Ayvazyan, M. Afanasyev, A. Bakhtizin, A. Nanavyan**, Modelirovaniye razvitiya ekonomiki regiona i effektivnost prostranstva innovatsiy // Forsayt. 2016. № 3. S. 76–90.
16. Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specializations (RIS 3). URL: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/home> (accessed May 16, 2021).
17. **S.P. Zemtsov, V.A. Barinova**, Smena paradigmy regionalnoy innovatsionnoy politiki v Rossii: ot vyravnivaniya k umnoy spetsializatsii // Voprosy ekonomiki. 2016. №10. S. 65–81.
18. **I.A. Tronina, G.I. Tatenko, S.S. Bakhtina**, Metodologiya upravleniya innovatsionnym razvitiyem territoriy na printsipakh yevropeyskoy kontseptsii «umnoy spetsializatsii»: monografiya. Orel: OGU imeni I.S. Turgeneva, 2019. 206 s.
19. **A.V. Babkin, I.A. Tronina, G.I. Tatenko, S.S. Bakhtina**, Methods of Assessment of Compliance of the Regional University as a Driver of Innovation with the Principles of SMART-education // Proceedings of the 2018, IEEE // International Conference " Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2018, r. 769–774
20. **N.O. Vaset'skaya, V.V. Glukhov**, «Fundamentalnyy treugolnik» kak faktor strategicheskogo razvitiya ekonomiki // Nauchno-tehnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki. 2020. T. 13, № 4. S. 7–18.

Статья поступила в редакцию 30.05.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

ТРОНИНА Ирина Алексеевна

E-mail: irina-tronina@yandex.ru

TRONINA Irina A.

E-mail: irina-tronina@yandex.ru

ТАТЕНКО Галина Ивановна

E-mail: galinatatenko@yandex.ru

TATENKO Galina I.

E-mail: galinatatenko@yandex.ru

БАХТИНА Светлана Сергеевна

E-mail: essvetic@ya.ru

BAKHTINA Svetlana S.

E-mail: essvetic@ya.ru

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

OPTIMAL LOGISTICS PLANNING FOR EARTHQUAKE RECOVERY (EXAMPLE OF TEHRAN)

**H. Malah¹, S. Ramzani Movafagh²,
E.N. Uskov¹, K. Paardenkooper-Suli³**

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation;

² St. Petersburg Institute of Technology (Technical University),
St. Petersburg, Russian Federation;

³ Rotterdam Business School,
Rotterdam, Holland

Disaster relief logistics planning decisions can be divided into two categories: strategic decisions before the crisis, and operational decisions during and after the crisis. One of the strategic challenges in disaster relief logistics planning is the identification of the location of disaster relief warehouses and distribution relief centers, and their inventory levels for each type of relief goods. In the present post-disaster relief process, relief goods are usually provided in distribution relief centers by disaster relief warehouses. The main purpose of this paper is the determination of the required number of disaster relief warehouses and distribution relief centers for providing an optimal relief process in District-1 of Tehran. The proposed approach is based on a mathematical optimization model by considering the augmented epsilon constraint method. To ensure an optimal general solution, a robust two-objective planning model is implemented using GAMS software. The numerical results of the proposed model are provided by combining the humanitarian goal of minimizing the maximum shortage and the economic goal of minimizing relief cost under possible scenarios. To achieve these goals, Mulvey's scenario-based stochastic programming is used to minimize the average cost of relief (economic goal), and Aghezzaf's scenario-based stochastic programming is used to reduce the number of casualties (humanitarian goal) by maximizing the relief efficiency rate. Therefore, the best balance between humanitarian and economic goals is obtained related to the allocated relief budget. Thus, the results of this study help to decrease the costs, as well as accelerate the relief process, and subsequently minimize the casualties in disaster situations.

Keywords: disaster relief logistic planning, humanitarian logistics, robust two-objective planning model, scenario-based optimization, GAMS software, augmented epsilon constraint method

Citation: H. Malah, S. Ramzani Movafagh, E.N. Uskov, K. Paardenkooper-Suli, Optimal logistics planning for earthquake recovery (example of Tehran), St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 110–121. DOI: 10.18721/JE.14408

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

ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЛОГИСТИКИ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТЕГЕРАНА)

**Малах Х.¹, Рамзани Мовафаг С.²,
Усков Э.Н.¹, Паарденкупер-Суэли К.³**

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

² Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Финляндия;

³ Роттердамская Бизнес Школа, Роттердам, Голландия

Решения по планированию логистики по оказанию помощи при стихийных бедствиях можно разделить на две категории: стратегические решения до кризиса и оперативные решения во время и после кризиса. Важным стратегическим вопросом при планировании логистики для оказания помощи является определение местоположения складов для оказания помощи при стихийных бедствиях и центров распределения, а также уровня запасов для каждого типа средств оказания помощи. Процесс оказания помощи после стихийных бедствий заключается в том, что товары гуманитарной помощи доставляются в центры распределения через склады. Определение местоположения складов для оказания помощи при стихийных бедствиях и центров распределения помощи, а также уровней их запасов для каждого типа товаров гуманитарной помощи является одним из стратегических вопросов при планировании логистики оказания помощи при стихийных бедствиях. Основная цель этой статьи – определение необходимого количества складов для оказания помощи при стихийных бедствиях и распределительных центров помощи для обеспечения оптимального процесса оказания помощи в районе № 1 Тегерана. Предлагаемый подход основан на математической модели оптимизации с учетом расширенного метода эpsilon-ограничений. Чтобы обеспечить оптимальное универсальное решение, с помощью программного обеспечения GAMS реализована модель планирования с двумя целями. Численные результаты предложенной модели обеспечиваются с учетом как гуманитарной цели минимизации максимального дефицита, так и экономической цели минимизации затрат на оказание помощи при разных возможных сценариях. Для достижения этих целей используется стохастическое программирование Малви на основе сценариев для минимизации средней стоимости помощи (экономическая цель). А для моделирования гуманитарной цели за счет максимизации дефицита помощи используется стохастическое программирование на основе сценариев Агеззафа. Важно отметить, что наилучший баланс между гуманитарными и экономическими целями достигается при помощи выделения бюджетных средств. Таким образом, результаты этого исследования помогают сократить расходы на оказание помощи, а также ускорить процесс оказания самой помощи и минимизировать количество пострадавших.

Ключевые слова: планирование логистики при стихийных бедствиях, гуманитарная логистика, модель планирования с двумя целями, оптимизации на основе сценариев, программное обеспечение GAMS, расширенный метод ограничения эpsilon

Ссылка при цитировании: Малах Х., Рамзани Мовафаг С., Усков Э.Н., Паарденкупер-Суэли К. Оптимальное планирование логистики для ликвидации последствий землетрясений (на примере Тегерана) // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 110–121. DOI: 10.18721/JE.14408

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

Introduction

A disaster is defined by the Oxford dictionary of disaster management as a “sudden accident or a natural catastrophe that causes great damage or loss of life” [1]. A disaster of moderate scale can easily result in heavy casualties and loss of hundreds of millions of dollars. In fact, high cost is not the only consequence of disasters: social problems, destruction of infrastructure, and other aftermaths of disasters can cause long-lasting adverse consequences in the affected regions [2]. In addition to these direct losses, disasters also have a negative impact on the businesses in the affected areas. Furthermore, because of business failures, economic deterioration impedes their recovery. Disaster management is a cross-disciplinary research field that brings together practitioners and academics, volunteers and professionals, as well as non-governmental organizations, governmental agencies, and international organizations in a common endeavour to coordinate efforts to save lives and reduce loss under difficult working conditions [1]. Since disaster management is a multifaceted process, it is imperative to deploy proper management that optimizes planning and responses. Due to the limitation of resources during and after disaster periods, collaborative efforts at

the governmental, private, and community levels are indispensable. In the field of disaster relief, data-driven logistics can reduce the losses both during and after the disaster greatly. Data-driven disaster management is an emerging research area that has undergone considerable progress during the past decade [2]. Its main advantage over traditional disaster management is that it connects different partners and entities in a system, allowing users to find valuable information that makes them aware of the disaster situation and recovery status in real-time. Moreover, the community participants can collaborate to exchange critical information, evaluate the damage, and make practical recovery plans.

Nowadays, data is being generated at a rate as never before. In this digital age, data is constantly being produced and accumulated, and these data help to make major decisions. In order to make better decisions, managerial decisions increasingly rely on data analytics, instead of a leader's "gut instinct" [3]. In recent years, some researchers have developed analytical methods that use data for better decision-making in organizations [4]. Vidgen et al. state that analytical capability mediates between the data that an organization generates and accesses and the value that the organization can derive from the data through actions based on better decisions [5]. While other researchers [6] view management challenges as predominantly covering issues related to privacy, security, governance, and ethical aspects; these challenges also target much broader management, leadership, and decision-making aspects that impact organizational performance. The expanded scope also uses accountability to measure organizational performance [7]. Thereupon, data-driven decisions make or break organizations. This is where the importance of online data visualization becomes operational. Therefore, the importance of data in decision-making is based on data consistency and continuous growth. Data enables organizations to create new opportunities, generate more revenue, anticipate trends, optimize current operations, and generate actionable insights. In this case, data-driven logistics improve the growth of an organization. Consequently, the organization becomes more adaptable. From this perspective, in the case of disaster relief logistics, all around the world, improving disaster management and recovery techniques is one of the national priorities given the possible major toll caused by natural and man-made calamities [2]. Therefore, data-driven disaster management aims at applying advanced data collection and analysis technologies to achieve more effective and responsive disaster management [2]. This research field has undergone considerable progress in the last decade.

The case study of the present work is District-1 in Tehran, Iran. Tehran, as the capital of Iran, is subjected to a significant risk of earthquakes because of geologic faults, which are located around the city (see Fig. 1). The potential risk of earthquakes caused by these faults (Mosha, North of Tehran, South Rey, and other floating faults) illustrates the need for optimal earthquake relief logistics planning to realize the hu-

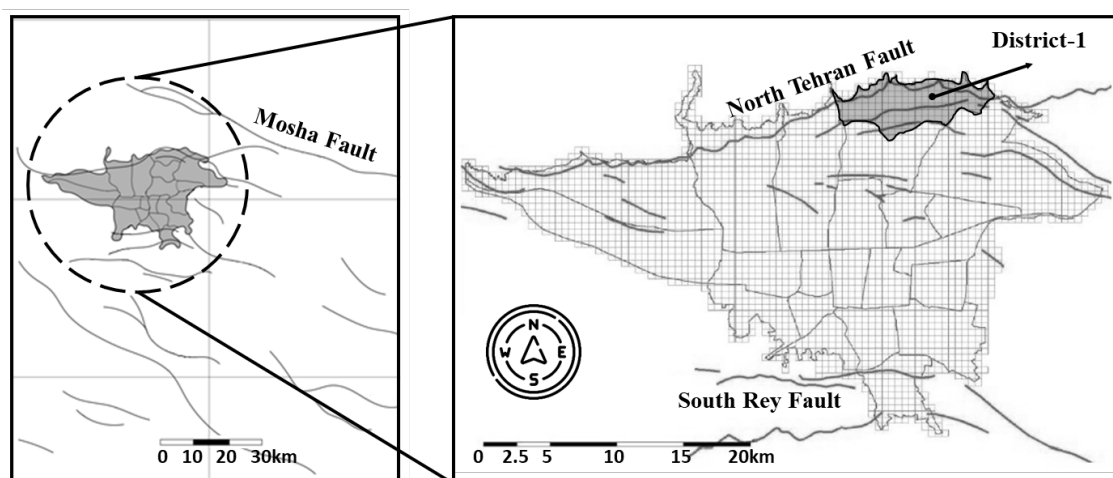


Fig. 1. The map of existing faults around Tehran

manitarian and economic goals mentioned in this work [8]. In particular, District-1 should be considered as a specific area to apply disaster relief logistics plan (DRLP) in the pre- and post-disaster relief process. Especially because this district is located directly on the North Tehran fault and some of the most historical buildings of the last two hundred years of Iran are located there. Furthermore, District-1 has an important role in politics because more than 30 embassies are placed there. The overall information on the topological structure of District-1 is provided in Table 1.

The main purpose of the work is to improve the current process of the disaster relief logistics, which is used in Iran in case of disaster.

Table 1. The geographical and demographic information of District-1, Tehran

Information	Quantity
Population	487508
Area	101 [square km]
Density	4827 [per km ²]
Number of families	166881
Altitude	1800 [m]
Number of zones	10
Number of metro stations	5

The purpose and objectives of the study

Due to importance of strategic pre-disaster issues, the efforts of present study are dedicated to draw an effective organizational chart for the collaborations of governmental and non-governmental organizations. Besides, some of the operational issues related to disaster relief logistics planning (DRLP), including the determination of the number of the disaster relief warehouses (DRWs) and relief distribution centers (RDCs), are studied.

Three interrelated research tasks are the following:

1. Redefinition of the relations between different organs participating in the relief process after a disaster.
2. Improving the disaster relief chart, which is used in case of earthquake.
3. Determination of the adequate number of disaster relief warehouses (DRWs) and relief distribution centers (RDCs) by considering humanitarian and economic goals simultaneously.

Case study

Iran has a high earthquake potential due to its special geological structure. The Iranian plateau is located in the middle of the Alpine-Himalayan tension belt, which has not yet reached its final equilibrium. This causes regular devastating earthquakes in different regions of Iran, in particular Tehran. The national disaster management organization of Iran (NDMO) was established according to the law approved on 15.01.2008 [9]. The national disaster management organization is responsible for creating integrated management in policy-making, planning, and coordination in the fields of implementation and research. Besides, this organization provides a platform for the cooperation of different ministries and organizations. Accordingly, the national disaster management organization is one of the governmental organizations of Iran that operates under the Ministry of Interior of Iran. However, in practice, the performance of this organization is disrupted by parallel governmental or non-governmental organizations. This is due to the political rivalries between the parties, the systematic corruption of the ruling system [10], the efforts of various organizations to obtain financial and non-financial benefits, and finally the intense interest of various institutions to use propaganda to ordinate people's opinions and sentiments in direction of their organiza-

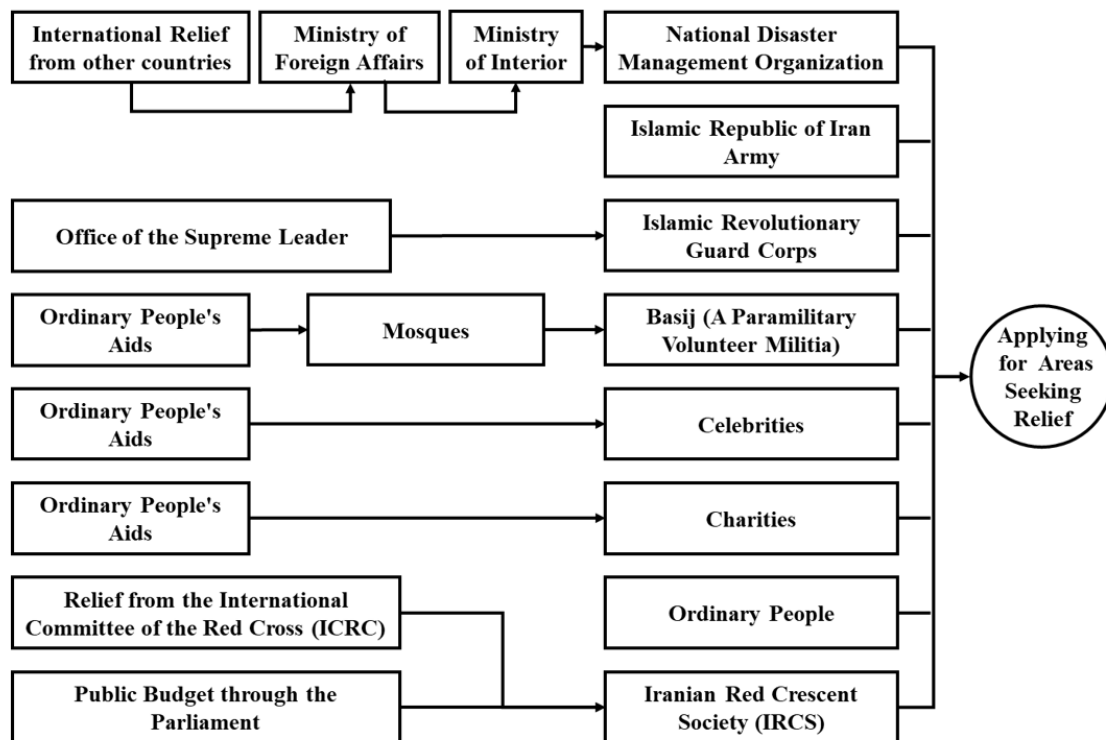


Fig. 2. The current logistics process

tion interests [11]. This organizational parallelism causes major problems in term of disaster management and disrupts the relief process. It also expands the scope of administrative, political, cultural, and social damage. The arising problem of such process includes unorganized relief, low efficiency of the relief process, slow relief process, the possibility of increased casualties in the early hours due to delays in relief, unbalanced relief, increase in operating costs, increase in the criminal behavior of people and organizations due to lack of supervision (theft, money laundering, etc.). Needless to say, for such a corrupt and unorganized system in which all its organs are aware of the existing problems but do not seek to overcome obstacles and problems due to organizational interests, the relief process chart has not been published. However, by monitoring the official sites [9, 12–14] of these organizations and reviewing the news published by them after disasters, the present relief process can be modelled as shown in Fig. 2.

Logistics process description

Disaster relief logistics (DRL) decisions regarding relief goods can be divided into two phases; pre-disaster decisions (strategic planning related to the forecasting and preparation of relief goods) and post-disaster decisions (operational planning related to the distribution of relief goods to the affected areas) [2]. In the event of a disaster, the relief process is usually such that relief goods are delivered to the relief distribution centers (RDCs) through disaster relief warehouses (DRWs). Identification of the location of DRWs and RDCs, and their inventory levels for each type of relief good is one of the strategic issues in Disaster Relief Logistics planning (DRLP). Besides, it should be considered how to allocate the relief from DRWs to RDCs, and cover the affected areas [15]. Furthermore, the operational planning of the supplying and distribution of relief goods depends on the scenarios under which the disaster occurred [16]. Therefore, the DRLP problem can be divided into three main problems; the first is the location of DRWs, the second deals with the management of their inventory, and finally, the third deals with the distribution of relief goods to the applicant areas [17]. In this work, the DRLP procedure is defined by considering economic

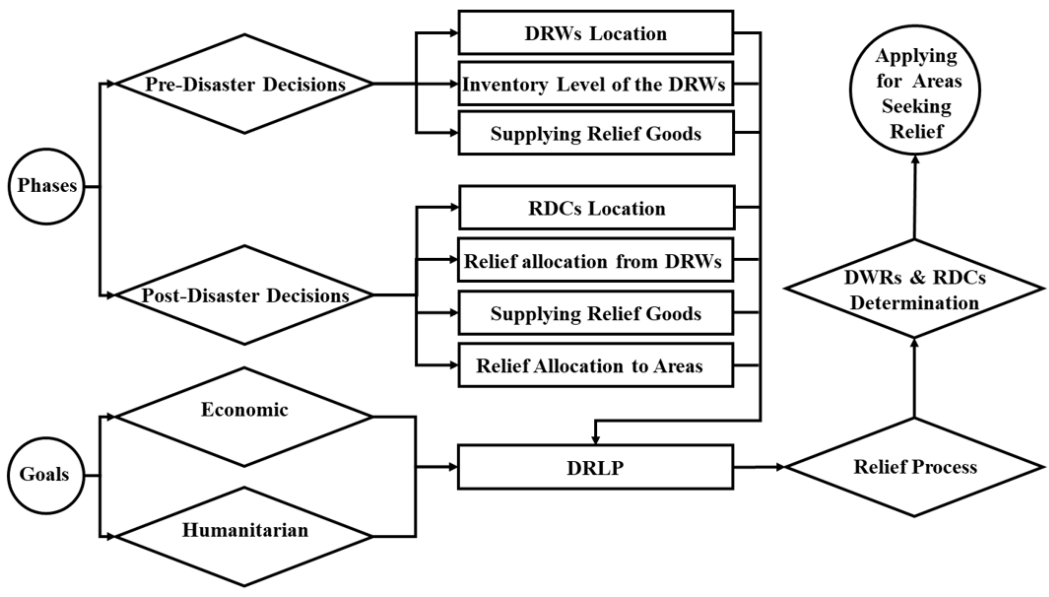


Fig. 3. Decision-making process

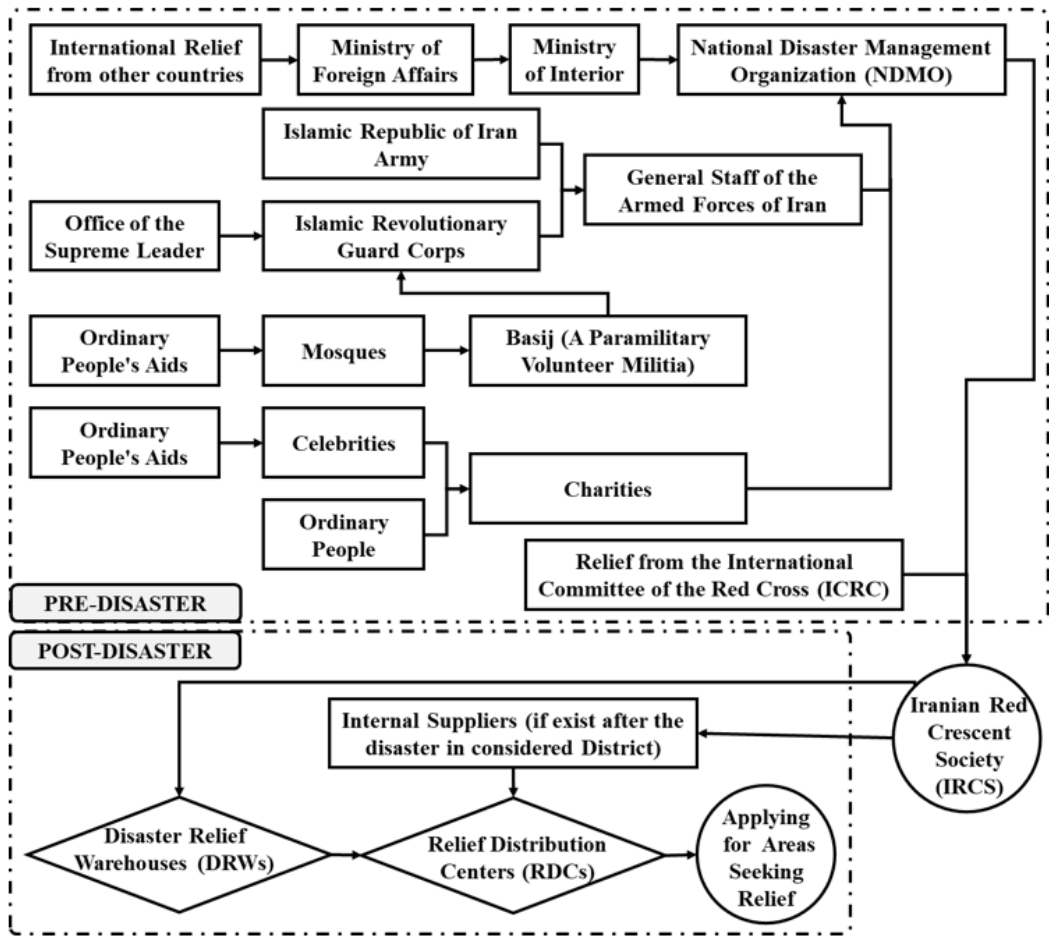


Fig. 4. Proposed logistics process

(decreasing the number of DRWs and RDCs) and humanitarian (increasing the number of DRWs and RDCs) goals simultaneously, which is suggested in the work of [8]. It is worth mentioning, here in this work, the problem is simplified to the determination of the required number of DRWs and RDCs for providing an optimal relief process. This process is illustrated in Fig. 3.

According to the current logistics process (Fig. 2) and proper decision-making process in case of disaster (Fig. 3), this work aims to determine the adequate numbers of DRWs and RDCs. To aim this purpose and improve the process, at first, to keep away from unnecessary parallel functions, which are implemented in reality, the current logistics process should be reconsidered (see Fig. 4). Secondly, to determine the optimum number of DRWs and RDCs in Tehran-District 1, a new two-objective mathematical optimization model, which was provided in the previous work of other researchers [8], is used. As the results of these two steps the optimum numbers of DRWs and RDCs will be defined based on the allocated budget. In particular, the main benefits of the present work include troubleshooting of the following issues: defects in the existing structure and organization, inefficiency of existing rules in different stages of disaster management, lack of transparency in roles, duties, and responsibilities, lack of preparedness to respond to disasters and problems.

Research method

In this work, the proposed approach is based on a mathematical optimization model. For this purpose, a robust two-objective planning model is applied. The reason for using this approach is justified by the uncertain nature of the demand for relief in the disaster relief logistics planning (DRLP). Therefore, two considered parameters include the numbers of DRWs and RDCs which are uncertain at the beginning of the mathematical model and should be assumed by the modeller according to some assumptions. The considered assumptions during modelling and DRLP problem solving are as follows:

- At the beginning of the solution, there are one DRW and one RDC for each zone (10 zones in total),
- Distance between two DRWs, as well as two RDCs, is considered the same,
- After the disaster, if there is an internal supplier of relief goods, the location of the internal supplier will be considered as determined,
- The location of areas seeking relief after the disaster is known and their demand is considered uncertain,
- Delays in receiving relief aids after a disaster are considered to be negligible,
- The basic disaster relief supplies kits include: water, food, the first aid kit (health goods), accommodation tent, and warm clothes (blankets),
- The necessity of all goods is not the same and it is considered by the weight value,
- After the disaster, the amount of deterioration in the contingency reserve of the DRWs is considered negligible,
- RDCs can only distribute relief goods to areas within their coverage radius,
- Before and after the disaster, RDCs keep no relief goods.

The modelling and solving of DRLP are based on the presented algorithm in Fig. 5, in which the humanitarian and economic goals are considered under the possible scenarios [18]. The augmented epsilon constraint method provides the best balance between the economic (decreasing DRWs & RDCs) and humanitarian (increasing DRWs & RDCs) goals. GAMS software is used to implement the proposed model. Furthermore, this software ensures an optimal universal solution. Finally, in order to minimize the average cost of relief (economic goal), Mulvey's scenario-based stochastic programming [19] is used, while Aghezzaf's scenario-based stochastic programming [20] is used to model the humanitarian goal through maximizing relief deficiency.

If it is proposed that (z_s) is target value under the assumed scenario of $(s \in S)$, (x_s) is a scenario-dependent variable, (y) is a scenario-independent variable, $(c_s, d_s, A_s, K_s, b_s)$ are optimization problem parameters, (R, q) are the value of definite parameters, and finally (pr_s) is the probability of occurrence of

the scenario, then, according to Mulvey’s scenario-based stochastic programming, to minimize the average cost of relief, an optimization problem is expressed as follows:

$$\begin{aligned}
 \text{Min}\{Z\} + \text{Var}\{Z\} + \text{Penalty} &= \sum_{s \in S} pr_s * z_s + \lambda \sum_{s \in S} pr_s * \left(z_s - \sum_{s' \in S} pr_{s'} * z_{s'} \right)^2 + \omega \sum_{s \in S} pr_s * \xi_s^2, \\
 z_s &= c_s * x_s + d_s y \quad \forall s \in S, \\
 A_s x_s + K_s y &= b_s + \xi_s \quad \forall s \in S, \\
 Ry &= q, \\
 y \in Y, x_s &\geq 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

where, in the different scenarios, (ξ_s) , (ω) , and (λ) , are perturbation part, model stability coefficient, and factor of significance to the variance of the responses, respectively.

To improve the average performance of the system and reduce response deviations, a penalty component is added to the objective function to prevent overruns, which ensures model stability. Besides, to maximize relief deficiency, according to the Aghezzaf’s scenario-based stochastic programming states optimization problems as:

$$\begin{aligned}
 \text{Min}\{Z\} &= \gamma \left(\text{Max}\{z_s - z_s^* | s \in S\} \right) + \mu \sum_{s \in S} pr_s * z_s, \\
 z_s &= c_s * x_s + d_s y \quad \forall s \in S, \\
 A_s x_s + K_s y &= b_s \quad \forall s \in S, \\
 Ry &= q, \\
 y \in Y, x_s &\geq 0,
 \end{aligned} \tag{2}$$

Where, simultaneously, the maximum amount of deficit in all scenarios is minimized with the average deficiency.

Implementation of proposed logistics

As mentioned before, in this work, District-1 of Tehran is considered as a real case study, where the DRLP problem is very important due to the earthquake-prone nature of its geographical location. The relative probabilities of earthquake occurrence, which is shown in Table 2, are extracted from previous researches [18].

Table 2. Possible scenarios [18]

Tehran, District-1	Mosha Fault		North Tehran Fault		South Rey Fault		Other Float Faults	
Earthquake Relative Probability	62%		28%		6%		4%	
Hours of Occurrence	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day
Probability of Occurrence	21%	41%	9%	19%	2%	4%	1%	3%

According to the four introduced faults, Table 2 is arranged by considering the occurrence of an earthquake at night or during the day, which causes different scenarios of injury and the need for help. Therefore, in Table 2, eight different scenarios are stated. The results of the proposed robust optimal planning approach using GAMS software are provided in Table 3. To create this table (Table 3), the number of DRWs and

RDCs at the beginning of calculations are supposed to be 10, corresponding with 10 zones of District-1 (one DRW and RDC for each zone). By using the trial and error method and increasing/decreasing the number of DRWs and RDCs, finally, the optimum numbers of DRWs and RDCs are obtained. In the present work, the optimum numbers of DRWs and RDCs are 13 and 10, respectively. The maximum permissible deviation from the allocated budget is 10 percent, and the relative error of estimated costs for each scenario is provided in Table 3. Therefore, decision-making based on this approach guarantees that the planning for the majority of possible scenarios has been done in the best way and the relief network is in an optimal state. Using these results, disaster managers can make optimal strategic decisions before the disasters and define the number and location of relief warehouses and distribution centers. Consequently, besides the decreasing of relief costs, the relief process will be accelerated, and the lack of relief goods and casualties will be minimized.

Table 3. The comparison of the allocated budget [9, 21] and calculated cost

Scenarios	Probability of occurrence	Allocated budget (AB) [Million \$]	Calculated costs (CC) [Million \$]	Relative error percentage
Mosha fault- night	21%	1.413	1.49	5.45%
Mosha fault- day	41%	1.15	1.14	0.87%
North Tehran fault- night	9%	1.5	1.624	8.27%
North Tehran fault- day	19%	1.262	1.19	5.71%
South Rey fault- night	2%	0.860	0.94	9.30%
South Rey fault- day	4%	0.771	0.71	7.91%
Other float faults- night	1%	0.767	0.833	8.60%
Other float faults- day	3%	0.662	0.61	7.85%

Conclusion

In recent years, data-driven disaster management is an emerging and interdisciplinary research field that aims at applying advanced data collection and analysis technologies to achieve a more effective and responsive disaster management. In this case, disaster relief logistics planning decisions can be divided into two categories: strategic decisions in the pre-disaster phase and operational decisions, which are implied in the post-disaster phase. In the case of strategic issues before the disaster, the present work provides an effective organizational chart for the collaborations of governmental and non-governmental organizations using the definition of the systematic role of each organization in Iran. Besides, some of the operational issues related to disaster relief logistics planning (DRLP), including the determination of numbers of the disaster relief warehouses (DRWs) and relief distribution centers (RDCs) numbers, are investigated using a two-objective mathematical optimization model, which generally is a scenario-based stochastic programming approach. In this approach, both the humanitarian and economic goals are considered under possible scenarios. The implementation of the proposed model is performed using GAMS software. Thus, due to the study goals, the following results are drawn:

1. The best balance between economic and humanitarian goals is achieved using the perfect epsilon-constraint method.
2. Because of the acceptable performance of the provided approach in terms of such criteria as the numbers of DRWs and RDCs, and the maximum deviation of calculated cost from allocated budget under various scenarios, the obtained numerical results indicate that the approach can be used for disaster relief logistic planning problem solving.
3. The linearity of the proposed model ensures the universal optimization of the results, which are obtained in GAMS software. Therefore, the calculated cost in each scenario is very close to its allocated budget, in particular, when the probability of the scenario is more.

To sum up, in reality before a disaster, decision-makers can make optimal strategic decisions regarding location and inventory of relief warehouses, distribution of relief goods, etc. Thus, this work can decrease the costs of the relief process, as well as accelerate the relief process, and subsequently minimize the casualties in disaster situations.

Directions for further research

To develop the proposed model in this article, for further directions of research, it is suggested to consider the delay/lead time of receiving relief goods due to humanitarian aid in future work. In addition, applying an analysis-based approach to the presented model makes it possible to solve large-scale problems. Therefore, the developed model will be able to direct calculations for problems with more stochastic parameters, also for a wider geographical area within an acceptable time frame.

REFERENCES

1. **O. Rubin, R. Dahlberg**, A dictionary of disaster management. Oxford, England: Oxford University Press, 2017. 136 p. DOI: 10.1093/acref/9780191829895.001.0001
2. **T. Li, N. Xie, C. Zeng, W. Zhou, L. Zheng, Y. Jiang, Y. Yang, H.Y. Ha, W. Xue**, Data-driven techniques in disaster information management. *ACM Computing Surveys*, 2017, no. 50 (1), pp. 1–43. DOI: 10.1145/3017678
3. **O. Müller, M. Fay, J.V. Brocke**, The effect of big data and analytics on firm performance: An econometric analysis considering industry characteristics. *Journal of Management Information Systems*, 2018, no. 35 (2), pp. 488–509. DOI: 10.1080/07421222.2018.1451955
4. **K. Odero, N.M. Ochara, J. Quenum**, Towards big data-driven logistics value chains for effective decision making and performance measurement. *ECISM 2017 11th European Conference on Information Systems Management*, Genoa, Italy: Academic Conferences Ltd, 2017, pp. 233–241.
5. **R. Vidgen, S. Shaw, D.B. Grant**, Management challenges in creating value from business analytics. *European Journal of Operational Research*, 2017, no. 26 (2), pp. 626–639. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.02.023
6. **U. Sivarajah, M.M. Kamal, Z. Irani, V. Weerakkody**, Critical analysis of big data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, 2017, no. 70, pp. 263–286. DOI: 10.1016/j.jbusres.2016.08.001
7. **R. Rialti, L. Zollo, A. Ferraris, I. Alond**, Big data analytics capabilities and performance: Evidence from a moderated multi-mediation model. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, no. 149, 119781–10. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119781
8. **A. Papi, M. Pishvae, A. Jabbarzadeh**, Robust optimal disaster relief logistics planning using a bi-objective robust scenario-based stochastic programming model and augmented epsilon constraint method. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 2019, no. 8 (4), pp. 349–364.
9. National Disaster Management Organization of Iran (NDMO). URL: <https://www.ndmo.ir/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
10. **P. Azadi**, The structure of corruption in Iran. Stanford Iran 2040 project, California, USA: Stanford University Press, 2020. 3 p.
11. **S. Abedi, A. Ghasemi, H. Mortazavi**, The effect of macroeconomic variables on the financial and casualties of natural disasters in Iran. *Iranian journal of Ecohydrology*, 2020, no. 7 (4), pp. 921–933. DOI: 10.22059/IJE.2020.307408.1364
12. Iranian Red Crescent Society (IRCS). URL: <https://rcs.ir/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
13. Islamic Republic of Iran Army (AJA). URL: <https://aja.ir/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
14. Islamic Revolutionary Guard Corps (IRGC). <http://www.sepahnews.com/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
15. **D. Rahmani, A. Zandi, E. Peyghaleh, N. Siamakmanesh**, A robust model for a humanitarian relief network with backup covering under disruptions: A real world application. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2018, no. 28, pp. 56–68. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.02.021
16. **W. Klibi, S. Ichoua, A. Martel**, Prepositioning emergency supplies to support disaster relief: a case study using stochastic programming. *Information Systems and Operational Research*, 2018, no. 56 (1), pp. 50–81. DOI: 10.1080/03155986.2017.1335045

17. **C. Boonmee, M. Arimura, T. Asada**, Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2017, no. 24, pp. 485–498. DOI: 10.1016/j.ijdr.2017.01.017
18. Iranian Seismological Center (IRSC). URL: <http://irsc.ut.ac.ir/index.php?lang=ea?lang=fa> (Accessed April 19, 2021). (FA)
19. **A.M. Nezhadroshan, A.M. Fathollahi-Fard, M. Hajiaghaei-Keshteli**, A scenario-based possibilistic-stochastic programming approach to address resilient humanitarian logistics considering travel time and resilience levels of facilities. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 2020, pp. 1–27. DOI: 10.1080/23302674.2020.1769766
20. **Z. Ghelichi, M. Saidi-Mehrabad, M.S. Pishvae**, A stochastic programming approach toward optimal design and planning of an integrated green biodiesel supply chain network under uncertainty: A case study. *Energy*, 2018, no. 156, pp. 661–687. DOI: 10.1016/j.energy.2018.05.103
21. Plan and Budget Organization of the Islamic Republic of Iran (PBO). URL: <https://www.mporg.ir/home> (Accessed April 19, 2021). (FA)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Rubin O., Dahlberg R.** A dictionary of disaster management. Oxford, England: Oxford University Press, 2017. 136 p. DOI: 10.1093/acref/9780191829895.001.0001
2. **Li T., Xie N., Zeng C., Zhou W., Zheng L., Jiang Y., Yang Y., Ha H.Y., Xue W.** Data-driven techniques in disaster information management. *ACM Computing Surveys*, 2017, no. 50 (1), pp. 1–43. DOI: 10.1145/3017678
3. **Müller O., Fay M., Brocke J.V.** The effect of big data and analytics on firm performance: An econometric analysis considering industry characteristics. *Journal of Management Information Systems*, 2018, no. 35 (2), pp. 488–509. DOI: 10.1080/07421222.2018.1451955
4. **Odero K., Ochara N.M., Quenum J.** Towards big data-driven logistics value chains for effective decision making and performance measurement. *ECISM 2017 11th European Conference on Information Systems Management*, Genoa, Italy: Academic Conferences Ltd, 2017, pp. 233–241.
5. **Vidgen R., Shaw S., Grant D.B.** Management challenges in creating value from business analytics. *European Journal of Operational Research*, 2017, no. 26 (2), pp. 626–639. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.02.023
6. **Sivarajah U., Kamal M.M., Irani Z., Weerakkody V.** Critical analysis of big data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, 2017, no. 70, pp. 263–286. DOI: 10.1016/j.jbusres.2016.08.001
7. **Rialti R., Zollo L., Ferraris A., Alond I.** Big data analytics capabilities and performance: Evidence from a moderated multi-mediation model. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, no. 149, 119781–10. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119781
8. **Papi A., Pishvae M., Jabbarzadeh A.** Robust optimal disaster relief logistics planning using a bi-objective robust scenario-based stochastic programming model and augmented epsilon constraint method. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 2019, no. 8 (4), pp. 349–364.
9. National Disaster Management Organization of Iran (NDMO). URL: <https://www.ndmo.ir/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
10. **Azadi P.** The structure of corruption in Iran. Stanford Iran 2040 project, California, USA: Stanford University Press, 2020. 3 p.
11. **Abedi S., Ghasemi A., Mortazavi H.** The effect of macroeconomic variables on the financial and casualties of natural disasters in Iran. *Iranian journal of Ecohydrology*, 2020, no. 7 (4), pp. 921–933. DOI: 10.22059/IJE.2020.307408.1364
12. Iranian Red Crescent Society (IRCS). URL: <https://rcs.ir/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
13. Islamic Republic of Iran Army (AJA). URL: <https://aja.ir/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
14. Islamic Revolutionary Guard Corps (IRGC). <http://www.sepahnews.com/> (Accessed April 19, 2021). (FA)
15. **Rahmani D., Zandi A., Peyghaleh E., Siamakmanesh N.** A robust model for a humanitarian relief network with backup covering under disruptions: A real world application. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2018, no. 28, pp. 56–68. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.02.021

16. **Klibi W., Ichoua S., Martel A.** Prepositioning emergency supplies to support disaster relief: a case study using stochastic programming. *Information Systems and Operational Research*, 2018, no. 56 (1), pp. 50–81. DOI: 10.1080/03155986.2017.1335045

17. **Boonmee C., Arimura M., Asada T.** Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2017, no. 24, pp. 485–498. DOI: 10.1016/j.ijdr.2017.01.017

18. Iranian Seismological Center (IRSC). URL: <http://irsc.ut.ac.ir/index.php?lang=ea?lang=fa> (Accessed April 19, 2021). (FA)

19. **Nezhadroshan A.M., Fathollahi-Fard A.M., Hajiaghahi-Keshteli M.** A scenario-based possibilistic-stochastic programming approach to address resilient humanitarian logistics considering travel time and resilience levels of facilities. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 2020, pp. 1–27. DOI: 10.1080/23302674.2020.1769766

20. **Ghelichi Z., Saidi-Mehrabad M., Pishvae M.S.** A stochastic programming approach toward optimal design and planning of an integrated green biodiesel supply chain network under uncertainty: A case study. *Energy*, 2018, no. 156, pp. 661–687. DOI: 10.1016/j.energy.2018.05.103

21. Plan and Budget Organization of the Islamic Republic of Iran (PBO). URL: <https://www.mporg.ir/home> (Accessed April 19, 2021). (FA)

Статья поступила в редакцию 19.04.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

МАЛАХ Хамид

E-mail: hamid.malah@gmail.com

MALAH Hamid

E-mail: hamid.malah@gmail.com

РАМЗАНИ Мовафagh Сара

E-mail: sara.rm84@yahoo.com

RAMZANI Movafagh Sara

E-mail: sara.rm84@yahoo.com

УСКОВ Эрнест Николаевич

E-mail: erikerni@mail.ru

USKOV Ernest N.

E-mail: erikerni@mail.ru

ПААРДЕНКУПЕР-СУЭЛИ Клара

E-mail: k.m.paardenkooper@hr.nl

PAARDENKOOPER-SULI Klara

E-mail: k.m.paardenkooper@hr.nl

DOI: 10.18721/JE.14409

УДК 338.1

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Данилов А.А.

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

Динамические изменения экономической среды 2010-х – начала 2020-х годов формирует спрос на пересмотр принятых ранее приоритетов управления промышленными предприятиями, выявление новых возможностей для их функционирования и развития. Глобальные изменения условий хозяйствования сигнализируют о необходимости последовательных корректировок производственной деятельности российских предприятий, в частности промышленных, смещают их целеполагание от оптимизации результатов текущей деятельности к поиску и формированию долгосрочных стратегий. Цель исследования – доказать эффективность модифицированной модели логистической динамики при расчёте ключевых прогнозных показателей реализации инвестиционного проекта промышленного предприятия. В статье доказана эффективность модифицированной модели логистической динамики как инструмента инвестиционного планирования деятельности промышленного предприятия. Предложен алгоритм расчёта модели логистической динамики. Ключевыми показателями модели выступают значения интервала эффективных инвестиций, пиковые значения доходности и убыточности инвестиционного проекта и образующие модель коэффициенты масштаба, смещения и формы. Меняющиеся условия хозяйствования промышленных предприятий предполагают постоянный поиск эффективных инструментов обеспечения устойчивого развития – сбалансированного набора мероприятий, в котором использование ресурсов, осуществление инвестиций направлены на достижение стратегических целей. Результатом исследования выступает построенная модель инвестиционной деятельности ПАО «Фосагро» по программе «Стратегия 2020». Исследование инструментов инвестиционного планирования деятельности промышленных предприятий показывает, что в текущих экономических реалиях важно ориентировать высшие управленческие кадры на экологичный, устойчивый экономический рост. Остро стоит проблема учёта параметра риска в модифицированной модели логистической динамики, что является предметом будущих исследований. Ключевым результатом инвестиционного планирования с применением авторской модели является, прежде всего, большая информированность лица, принимающего решения, о реальном сценарии реализации инвестиционного проекта на его предприятии. На практическом примере инвестиционной программы ПАО «Фосагро» удалось доказать эффективность модифицированной модели логистической динамики. Высокий спрос на эффективный прогнозный инструментарий для рациональной реализации проектов устойчивого развития как частных, так и государственных организаций определили актуальность исследования.

Ключевые слова: промышленное предприятие, инвестиционное планирование, финансовое моделирование, проектный менеджмент, инвестиционное обеспечение

Ссылка при цитировании: Данилов А.А. Особенности применения модифицированной модели логистической динамики при реализации инвестиционного проекта промышленного предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 4. С. 122–132. DOI: 10.18721/JE.14409

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

FEATURES OF APPLYING MODIFIED MODEL OF LOGISTIC DYNAMICS FOR AN INDUSTRIAL ENTERPRISE IMPLEMENTING INVESTMENT PROJECTS

A.A. Danilov

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

The dynamic changes in the economic environment of the 2010s – early 2020s create a demand for revising the previously adopted priorities for managing industrial enterprises, identifying new opportunities for their functioning and development. Global changes in business conditions signal the need for consistent adjustments in the production activities of Russian enterprises, in particular industrial ones, shift their goal-setting from optimizing the results of current activities to finding and forming long-term strategies. The purpose of the study is to prove the effectiveness of the modified model of logistic dynamics when calculating key indicators for the implementation of an investment project of an industrial enterprise. The article proves the effectiveness of the modified model of logistic dynamics as a tool for investment planning of an industrial enterprise. An algorithm for calculating the model of logistic dynamics is proposed. The key indicators of the model are the values of the effective investment interval, the peak values of the profitability and unprofitableness of the investment project, and the coefficients of scale, displacement and shape that form the model. The changing business environment of industrial enterprises presupposes a constant search for effective tools to ensure sustainable development: a balanced set of measures in which the use of resources and investments are aimed at achieving strategic goals. The result of the research is the constructed model of the investment activity of PJSC “Phosagro” under the “Strategy 2020” program. A study of investment planning tools for industrial enterprises shows that, in the current economic realities, it is important to orient the top management towards environmentally friendly, sustainable economic growth. There is an acute problem of taking into account the risk parameter in the modified model of logistic dynamics, which is the subject of future research. The key result of investment planning using the author’s model is, first of all, a greater awareness of the decision-maker about the real scenario for the implementation of an investment project at their enterprise. On the practical example of the investment program of PJSC “Phosagro”, it was possible to prove the effectiveness of the modified model of logistic dynamics. The high demand for effective forecasting tools for the rational implementation of sustainable development projects of both private and public organizations determined the relevance of the study.

Keywords: industrial enterprise, investment planning, financial modeling, project management, investment support

Citation: A.A. Danilov, Features of applying modified model of logistic dynamics for an industrial enterprise implementing investment projects, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (4) (2021) 122–132. DOI: 10.18721/JE.14409

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

Введение

Практическая реализация инвестиционных проектов на промышленном предприятии требует от руководства сочетания эффективного инвестиционного планирования и операционного менеджмента организации. Однако, в силу недостатка научно-методического обеспечения существуют трудности как в планировании, так и в реализации инвестиционных проектов. В этой связи становится актуальной разработка инструментов стратегического менеджмента, позволяющих вести долгосрочное планирование развития промышленного предприятия. Одним из таких инструментов является инвестиционное планирование как постоянно действующая функция менеджмента, реализуемое с применением моделей поведения предприятия в различных условиях и методиках, построенных на их основе. В совокупности эти модели и методики ориентированы на поддержку устойчивого развития предприятия и рациональное ресурсное обеспечение этого развития. Объектом исследования является промышленное предприятие как микроэкономическая система, осуществляющая инвестиционные проекты. Предмет исследования: организацион-

но-экономические отношения, возникающие в процессе реализации инвестиционных программ промышленных предприятий.

Литературный обзор

В статье [1] авторы В.И. Малюк и А.А. Данилов рассмотрели возможность применения S-кривых при планировании инвестиционных проектов на предприятии коммерческого сектора. В данной работе авторы решили задачу эффективного инвестиционного планирования проекта коммерческой организации, однако она не позволяет решить проблему на куда более сложных, многофакторных проектах развития промышленных предприятий. Поэтому в авторами В.И. Малюком, Г.Ю. Силкиной, А.Е. Радаевым и А.А. Даниловым в [3] предложено доработать исходную логистическую модель Ферхюльста в модифицированную модель логистической динамики.

Отметим, что Яшин С.Н и Тихонов С.В. [4] в общем виде раскрыли потенциал S-кривых в части прогнозирования инновационного потенциала предприятия, однако содержание самой S-модели в исследовании не раскрыто. Также, Кузьмичева Е.С., Обидина В.И. [5] в своём исследовании раскрыли потенциал применения S-кривых для описания социально-экономических процессов в стране в целом, что относится исключительно к макро моделированию. В публикации Довбий И.П. и Шмакова Б.В. [6] раскрыто описание S-кривых Альтшуллера-Фостера в инновационном процессе, однако вопрос апробации и количественного описания результатов S-моделирования по Альтшуллеру-Фостеру не исследован авторами. В работе Бабкина А.В., Здольниковой С.В., Козлова А.В., Бабкина И.А. [20] показали перспективу реализации организационно-экономического механизма управления инновационным потенциалом промышленного кластера для управления инновационным потенциалом промышленных кластеров. Данный механизм представляется весьма интересным для апробаций на различных промышленных кластерах. В исследовании Кузнецовой Е.Ю., Кузнецова С.В. [21] предложена авторская система показателей и методик оценки устойчивого развития промышленного предприятия, представленная в форме интегрального показателя. Разработанный инструментарий применим для разработки государственных программ устойчивого развития.

Цель исследования

Одним из перспективных методов, позволяющих делать оценки оптимальности объемов инвестированных в развитие предприятия инвестиционных ресурсов, является проведение вычислительных экспериментов на основе адекватного постановке задачи экономико-математическое моделирование. Цель исследования доказать эффективность модифицированной модели логистической динамики при расчете ключевых прогнозных показателей реализации инвестиционного проекта промышленного предприятия. Ключевой задачей исследования является проведение поэтапной апробацию модели логистической динамики и доказательство её эффективности на примере инвестиционного проекта промышленного предприятия. Однако авторская модель применима для предприятий различного масштаба деятельности, форм собственности, организационно-правовой формы. Высокий спрос на эффективный прогнозный инструментарий для рациональной реализации проектов устойчивого развития как частных, так и государственных организаций определили актуальность исследования.

Методы исследования

Помимо проекта “Old Mill Village”, который скорее можно отнести к сфере услуг, который рассматривался в работе [1], модифицированная модель логистической динамики применима и к инвестиционным проектам на промышленных предприятиях. В исследовании применены методы экономического анализа, синтеза и моделирования. Так, для апробации модели были использованы данные интегрированной отчетности ГК “Фосагро” за 2018-й год и финансовая

отчетность группы за 2014-2018 гг. К 2018-у году группа Фосагро стала крупнейшим поставщиком удобрений в России. Объём поставленных удобрений в 2018-ом составил 9 млн. т. Кроме этого, компания активно наращивает экспансию на внешние рынки. Общий объём экспортных поставок в 2018-м составил 6,4 млн. т. Ключевые регионы роста: Европа и Латинская Америка показали уверенный рост на 10,5 % (до 2 млн. т.) и 39 % (до 3 млн. т.) соответственно.

Бизнес-модель ФосАгро охватывает весь цикл производства удобрений: от добычи фосфатного сырья, его переработки на современных производственных мощностях на предприятиях группы в Череповце, Балакове и Волхове, до собственной логистической инфраструктуры и сети дистрибуции. Отметим, что в рамках программы развития компании “Стратегия 2020” пройден пик инвестиционного цикла строительством установок по производству аммиака и гранулированного карбамида в подразделение АО “ФосАгро-Череповец” [2].

Результаты и обсуждения

По данным компании в строительство установок было инвестировано 65 млрд. руб. Единица продукции характеризуется т. Произведенного сырья. На основе отчётности компании за 2014-2018 гг. сформированы аналитические данные инвестиций в установки по производства аммиака и гранулированного карбамида и отдача от этих инвестиций соответственно (данные представлены усредненно) на которых построен модифицированная модель логистической динамики, которая в общем виде представляет собой уравнение:

$$Y(x) = \frac{A \cdot 10^a}{1 + 10^a} \cdot \frac{1 - 10^{-bx}}{1 + 10^{a-bx}}. \quad (1)$$

Результаты расчётов представлены в табл. 1, 2 и 3 [7, 8].

Рассмотрим этапы применения модели логистической динамики на примере программы ПАО “Фосагро”: “Стратегия 2020”.

Первый этап связан с подготовкой исходных данных (отчётность ПАО “Фосагро” 2014-2018) к расчётам. Результаты представлены в (табл. 1)

На втором этапе произведён расчёт начальных значений коэффициентов А, а и b. Примем b = 0,01. Коэффициенты A⁰ и a⁰ рассчитаем по ниже представленным формулам. Для расчётов воспользуемся программным продуктом Microsoft Excel:

$$a^0 = \lg \left[\frac{\frac{Y_{\max}}{Y_{\min}} * \frac{10^{-b*x_{\min}} - 1}{10^{-b*x_{\max}} - 1} - 1}{10^{-b*x_{\min}} - 10^{-b*x_{\max}} * \frac{Y_{\max}}{Y_{\min}} * \frac{10^{-b*x_{\min}} - 1}{10^{-b*x_{\max}} - 1}} \right] = 1,64; \quad (2)$$

$$A^0 = Y_{\max} * \frac{1 + 10^a}{10^a} * \frac{1 + 10^{a-b*x_{\max}}}{1 - 10^{-b*x_{\max}}} = 2013,68. \quad (3)$$

На третьем этапе выполнена оптимизация параметров модели по принципу минимизации суммы квадратов разностей прогнозных и фактических значений отдачи от инвестиций в проекты развития ПАО “Фосагро” [9, 10].

Для этого произведем расчёт прогнозных значений модели по формуле $Y(x) = \frac{A * 10^a}{1 + 10^a} * \frac{1 - 10^{-bx}}{1 + 10^{a-bx}}$.

Результаты представлены в табл. 1. Далее рассчитаем сумму квадратов разностей прогнозных и фактических значений переменных $S_i (y'_i - y^-_i)^2 = 862408,24$ (табл. 2).

Таблица 1. Исходные данные модели логистической динамики на примере инвестиционной программы капитальных инвестиций ГК “Фосагро” стратегия 2020
Table 1. Initial data of the logistic dynamics model on the example of the investment program of capital investments of Phosagro Group of Companies strategy 2020

Порядковый номер измерения i	Исходные значения		Преобразованные значения		Прогнозные значения
	независимая переменная x_i	зависимая переменная y_i	независимая переменная $x_i^* = x_i / M$	зависимая переменная $y_i^* = y_i / M$	зависимая переменная $y_i^* = \frac{A \cdot 10^a \cdot (1 - 10^{-bx})}{(1 + 10^a) \cdot (1 + 10^{ax})}$
0	0,00	0	0,00001	0,00001	2,7E-06
1	10 000 000,00	14 400 000,00	10	14,4	2,78
2	25 000 000,00	36 000 000,00	25	36	7,27
3	40 000 000,00	57 600 000,00	40	57,6	12,18
4	50 000 000,00	72 000 000,00	50	72	15,70
5	70 000 000,00	103 200 000,00	70	103,2	23,39
6	100 000 000,00	150 000 000,00	100	150	36,74
7	130 000 000,00	196 800 000,00	130	196,8	52,57
8	150 000 000,00	228 000 000,00	150	228	64,72
9	190 000 000,00	289 200 000,00	190	289,2	93,42
10	250 000 000,00	381 000 000,00	250	381	149,73
11	310 000 000,00	472 800 000,00	310	472,8	225,73
12	350 000 000,00	534 000 000,00	350	534	289,36
13	410 000 000,00	620 400 000,00	410	620,4	406,47
14	500 000 000,00	750 000 000,00	500	750	631,14
15	590 000 000,00	879 600 000,00	590	879,6	900,10
16	650 000 000,00	966 000 000,00	650	966	1087,16
17	720 000 000,00	1 068 900 000,00	720	1068,9	1294,05
18	825 000 000,00	1 223 250 000,00	825	1223,25	1550,42
19	930 000 000,00	1 377 600 000,00	930	1377,6	1727,07
20	1 000 000 000,00	1 480 500 000,00	1000	1480,5	1805,59
21	1 066 489 000,00	1 578 255 000,00	1066,489	1578,255	1857,94
22	1 166 224 000,00	1 724 887 500,00	1166,224	1724,8875	1907,82
23	1 265 958 000,00	1 871 520 000,00	1265,958	1871,52	1935,743
24	1 332 448 000,00	1 969 275 000,00	1332,448	1969,275	1946,97
миним.			0,00001	0,00001	
максим.			1332,448	1969,275	

На четвертом этапе производим расчёт коэффициента детерминации.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^m \left(y_i - \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m} \right)^2} = 0,91. \tag{4}$$

Таблица 2. Расчётные характеристики модели логистической динамики на примере инвестиционной программы капитальных инвестиций ГК “Фосагро” стратегия 2020

Table 2. Estimated characteristics of the logistic dynamics model on the example of the investment program of capital investments of Phosagro Group of Companies strategy 2020

Масштабный коэффициент преобразования M	1000000
Погрешность значений переменных в нулевой точке Δ	0,00001
Сумма квадратов разностей прогнозных и фактических значений переменных $\sum_i (y_i^* - y_i^-)^2$	862408,24
Коэффициент детерминации R^2	0,91

Таблица 3. Оптимизируемые характеристики модели логистической динамики на примере инвестиционной программы капитальных инвестиций ГК “Фосагро” стратегия 2020

Table 3. Optimized characteristics of the logistic dynamics model on the example of the investment program of capital investments of Phosagro Group of Companies strategy 2020

Наименование коэффициента аппроксимации	Начальное значение	Оптимальное значение v_0	Прогнозное значение отдачи от инвестиций y^-	Разность отдачи инвестиций и их объема $y^- - v$	Квадрат разности отдачи инвестиций и их объема $(y^- - v)^2$	
коэффициент масштаба A	2013,68	2013,68	–	–	–	
коэффициент смещения a	1,64	1,64	–	–	–	
коэффициент формы b	0,01	0,002	–	–	–	
Объем рациональных инвестиций (млн.руб.)	X_{ef}^{max}	1100,23	1878,05	1968,78	–	475,71
	X_{ef}^{min}	650,12	1087,53	1870,93	–	613710,58
Наиболее выгодный объем инвестиционных вложений x^{max+} (млн. руб.)	1000,00	1805,59	1968,08	162,49	–	
Наименее выгодный объем инвестиционных вложений x^{max-} (млн. руб.)	10,00	2,78	0,75	–2,02	–	

Расчёт также выполнен в Microsoft Excel. Расчётное значение говорит о высокой сходимости эмпирических и расчётных данных модели, то есть о высоком качестве прогнозной модели [9, 10].

После того как мы удостоверились в точности прогнозных данных отразим их на рис. 1.

На пятом этапе определим границы интервала рациональных инвестиций в проект. Для этого проведём через полученные модели прямую линию из начала координат под 45°, которая будет являться для нас прямой безубыточности. Результат построения показан на рис. 1. Инвестиционная программа 2020 является необычным с точки зрения инвестиционного анализа проектом. Он изначально является безубыточным на промежутке 2014–2018 в силу активно растущего спроса на продукцию ПАО “Фосагро”, как на внутреннем, так и на зарубежных рынках. В силу конфиденциальности данных по отдаче на инвестиции в проекты строительства установки карбомида и аммиака в качестве данных по отдаче на инвестиции представлены преобразованные значения рентабельности капитала от инвестиций в программу строительства установки за 2014–2018 гг. В этой связи мы можем отследить не столько интервал безубыточного инвестирования, сколько интервал наибольшей доходности вложений за рассматриваемый период [11, 12].

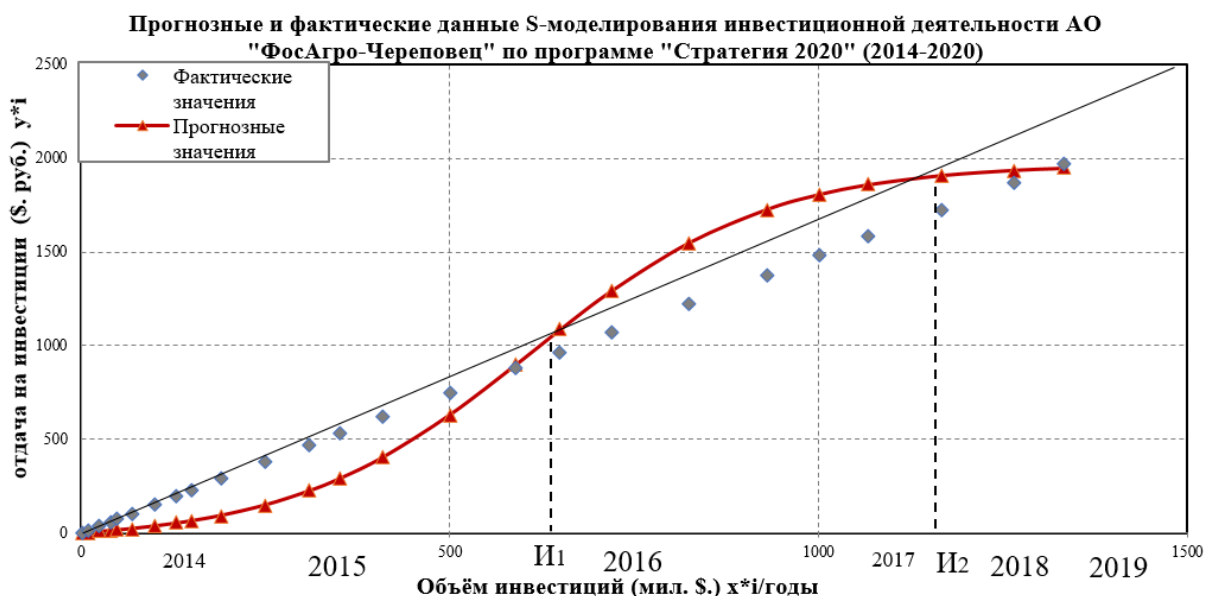


Рис. 1. Прогнозные и фактические данные S-моделирования инвестиционной деятельности ПАО “Фосагро” по программе “Стратегия 2020”

Fig. 1. Forecast and actual data of S-modeling of investment activities of PJSC "Phosagro" under the program "Strategy 2020"

Далее согласно алгоритму проведены вычисления по формуле $Y(x) = \frac{A \cdot 10^a}{1 + 10^a} * \frac{1 - 10^{-bx}}{1 + 10^{a-bx}}$, с учётом следующих условий:

$$\left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{A \cdot 10^a}{1 + 10^a} * \frac{1 - 10^{-b \cdot x_{ef}^{\min(\max)}}}{1 + 10^{a - b \cdot x_{ef}^{\min(\max)}}} - x_{ef}^{\min(\max)} \right)^2 \rightarrow \min(\max), \\ & x_{ef}^{\min(\max)} \geq 0; \end{aligned} \right. \tag{5}$$

используя графические данные $X_{ef}^{\min 0}$ (I_1) и $X_{ef}^{\max 0}$ (I_2) последовательно рассчитаем прогнозные значения функции. Проведем оптимизационную операцию при помощи функции “Поиск решений” в программе Microsoft Excel в табл. 3 [13, 14].

Таким образом, определен интервал наиболее доходного инвестирования $I_1 - I_2$ (рис. 1). Как мы видим на рис. 1 существенный рост доходности проекта приходится на 2017 г и высокий результат закрепляется в 2018 г, что связано с рекордно-высокими продажами ПАО “Фосагро” в 2018 г. [2].

На шестом этапе определим объём инвестиций, обеспечивающий максимальную отдачу.

Для определения значения $x^{\max+}$ (I_{opt}) и $x^{\max-}$ (I_{wors}) по графическим данным определим начальное значение (рис. 1). В нашем случае это $x^{\max+}$ (I_{opt}) = 1100,23 (млн. руб) и $x^{\max-}$ (I_{wors}) = 650,12 (млн. руб.) соответственно. Далее подставим начальные значения в оптимизационную модель

$$\left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{A \cdot 10^a}{1 + 10^a} * \frac{1 - 10^{-b \cdot N_{opt(wors)}}}{1 + 10^{a - b \cdot x_{ef}^{\min(\max)}}} - N_{opt(wors)} \right)^2 \rightarrow \max(\min); \\ & N_{opt(wors)} \geq 0. \end{aligned} \right. \tag{6}$$

Вычисления в программном продукте Microsoft Excel дали следующие результаты $x^{\max+} (I_{\text{opt}}) = 1878,05$ (млн. руб) и $x^{\max-} (I_{\text{wors}}) = 1087,53$ (млн. руб.) [15, 16].

На седьмом, заключительном, этапе методики определим уровни максимально возможных доходов и потерь от реализации проекта.

Для этого мы можем провести вычисления как по формулам, представленным ниже:

$$x_1 = a - \frac{1}{b} \lg \left(\frac{(A \cdot b \cdot \ln 10 - 2) + \sqrt{(A \cdot b \cdot \ln 10)^2 - 4A \cdot b \cdot \ln 10}}{2} \right), \quad (7)$$

$$x_2 = a - \frac{1}{b} \lg \left(\frac{(A \cdot b \cdot \ln 10 - 2) - \sqrt{(A \cdot b \cdot \ln 10)^2 - 4A \cdot b \cdot \ln 10}}{2} \right), \quad (8)$$

или же можно воспользоваться уже полученным результатами шестого этапа, так как расчётные значения седьмого этапа являются целевыми параметрами функции шестого, то есть

$$\Delta^{\max+} = y^- - v = 162,49 \text{ (млн. руб.)};$$

$$\Delta^{\max-} = y^- - v = -2,02 \text{ (млн. руб.) см. табл. 2 [17, 18].}$$

Заключение

Таким образом:

1. Удалось на практическом примере инвестиционной программы промышленного предприятия ПАО “Фосагро” доказать эффективность модифицированной модели логистической динамики. Сходимость исходных и прогнозных данных модели оказалась высока. В результате моделирование удалось выделить интервал эффективного (безубыточного) инвестирования, период пиковой доходности проекта и интервал наибольших возможных потерь.

2. Расчётные данные показали высокую степень точности (табл. 1), что подтверждает практическую значимость разработанных инструментов моделирования.

3. Отметим, что в отличие от традиционных инструментов инвестиционного анализа модифицированная модель логистической динамики отличается высокой точностью прогнозных значений и количественными показателями, отражающими ключевые точки реализации проекта.

В исследовании доказана на практическом уровне эффективность применения разработанного авторами инструмента устойчивого развития предприятия: модифицированной модели логистической динамики, пригодная для использования в инвестиционном менеджменте на промышленных предприятиях и многопрофильных холдингах. Применение методов и инструментов модели позволяет менеджменту компании получить аналитическую информацию о производственной системе (спрогнозировать этапы реализации инвестиционного проекта, программы) компании, что повышает определенность в процессе принятия управленческих решений о развитии предприятия. Расчёт интервала эффективного (безубыточного) инвестирования, расчёт потенциальной максимальной доходности и максимальных возможных убытков от реализации инвестиционного проекта на предприятии – вот ключевые репрезентативные показатели модели.

Информационной базой для построения модифицированных моделей логистической динамики и S-моделей могут быть инвестиционные проекты из различных областей, как проекты среднего бизнеса, так и крупные инвестиционные программы международных промышленных компаний химической промышленности. Модифицированная модель логистической динамики апробирована на инвестиционном проекте ПАО “Фосагро” и признана руководством компаний

и союзом “Ленинградская областная торгово-промышленная палата” эффективным инструментом инвестиционного менеджмента.

Направления дальнейших исследований

Практика применения модифицированной модели логистической динамики на инвестиционной программе промышленного предприятия показывает высокую точность прогнозных данных [19–22]. Следующим шагом в развитии исследования может быть дальнейшая апробация модели логистической динамики на инвестиционных программах как промышленных предприятий, так и коммерческих организаций различных секторов экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Malyuk V., Danilov A.** Modeling of the investment project of construction the cottage settlement, MATEC Web of Conferences, Vol. 170, 01090 (2018).
2. Официальный сайт ПАО “Фосагро”, интегрированная отчётность ПАО “Фосагро” за 2018 г. <https://www.phosagro.ru>
3. Исследование процессов развития промышленного предприятия на основе моделей логистической динамики / В.И. Малюк, Г.Ю. Силкина, А.Е. Радаев, А.А. Данилов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2018. – № 4. – С. 10–17.
4. **Яшин С.Н., Тихонов С.В.** Применение S-образных логистических кривых при оценке и прогнозировании инновационного потенциала предприятия // Финансы и кредит. 2015. № 43 (667).
5. **Кузьмичева Е.С., Обидина В.И.** Моделирование динамики экономических процессов // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 10 [Электронный ресурс].
6. **Довбий И.П., Шмаков Б.В.** Кривые Альтшуллера-Фостера в инновационном процессе // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2016. № 2.
7. **Малюк В.И., Данилов А.А.** Проблемы применения S-моделей для описания производственных процессов // Инновационные кластеры цифровой экономики: новые вызовы: труды научно-практической конференции с международным участием / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 499–505 с.
8. **Малюк В.И.** Методика оценки рационального распределения ограниченных инвестиций в развитие производственной системы региона // Региональная экономика: теория и практика. 2009. № 18.
9. Инновационные кластеры цифровой экономики: Теория и практика / Под ред. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2018. 676 с.
10. **Verhulst P.F.** Recherches Mathématiques sur La Loi D’Accroissement de la Population, Nouveaux Mémoires de l’Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, 18, Art. 1, 1–45, 1845.
11. **Michael J. Panik.** Growth curve modeling. Theory and Applications. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada.
12. **Катаргин Н.В.** Экономико-математическое моделирование: Учебное пособие / Н.В. Катаргин. – СПб.: Лань, 2018. – 256 с.
13. **Миловидова С.Н.** Стратегический анализ внешней и внутренней среды организации // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 2. – С. 1207–1213.
14. **Алпатов Ю.Н.** Математическое моделирование производственных процессов: Учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. – СПб.: Лань, 2018. – 136 с.
15. **Светульников С.Г.** Производственные функции комплексных переменных: Экономико-математическое моделирование производственной динамики / С.Г. Светульников, И.С. Светульков. – М.: Ленанд, 2019. – 170 с.
16. **Babkin A.V., Zdolnikova S.V., Kozlov A.V., Babkin I.A.** Organizational and economic mechanism of management by innovative potential of industrial cluster. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 2019, no. 2, pp. 71–83. DOI: 10.18721/JE.12208
17. **Ендовицкий Д.А.** Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика / Д.А. Ендовицкий. – М.: Финансы и статистика, 2017. – 400 с.

18. **Гладышева И.В.** К вопросу построения модели устойчивого развития промышленного предприятия. Стратегии бизнеса. 2018; (4): 15–19. <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2018-4-15-19>.
19. **Савиных В.Н.** Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента / В.Н. Савиных. – М.: КноРус, 2018. – 256 с.
20. **Кузнецова Е.Ю., Кузнецов С.В.** Оценка устойчивого развития промышленного предприятия // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2019. Т. 18, № 2. С. 186–209. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.2.010
21. **Сутягин В.Ю.** Нюансы оценки инвестиционных проектов // Социально-экономическое явление и процессы. – 2014. – № 10. – С. 87–101.
22. **Кобзев В.В., Радаев А.Е., Кривченко А.С.** Математическое моделирование производственных систем / СПбГПУ – Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2014. – 238 с.

REFERENCES

1. **V. Malyuk, A. Danilov**, Modeling of the investment project of construction the cottage settlement, MATEC Web of Conferences, Vol. 170, 01090 (2018)
2. Ofitsialnyy sayt PAO “Fosagro”, integrirovannaya otchetnost PAO “Fosagro” za 2018 g. <https://www.phosagro.ru>
3. Issledovaniye protsessov razvitiya promyshlennogo predpriyatiya na osnove modeley logisticheskoy dinamiki / V.I. Malyuk, G.Yu. Silkina, A.Ye. Radayev, A.A. Danilov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 3: Ekonomicheskiye, gumanitarnyye i obshchestvennyye nauki. – 2018. – № 4. – S. 10–17.
4. **S.N. Yashin, S.V. Tikhonov**, Primeneniye S-obraznykh logisticheskikh krivykh pri otsenke i prognozirovanii innovatsionnogo potentsiala predpriyatiya // Finansy i kredit. 2015. № 43 (667).
5. **Ye.S. Kuzmicheva, V.I. Obidina**, Modelirovaniye dinamiki ekonomicheskikh protsessov // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii. 2015. № 10 [Elektronnyy resurs].
6. **I.P. Dovbiy, B.V. Shmakov**, Krivyye Altshullera-Fostera v innovatsionnom protsesse // Vestnik YuUrGU. Seriya: Ekonomika i menedzhment. 2016. № 2.
7. **V.I. Malyuk, A.A. Danilov**, Problemy primeneniya S-modeley dlya opisaniya proizvodstvennykh protsessov // Innovatsionnyye klasteri tsifrovoy ekonomiki: novyye vyzovy: trudy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem / pod red. d-ra ekon. nauk, prof. A.V. Babkina. – SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2018. – 499–505 s.
8. **V.I. Malyuk**, Metodika otsenki ratsionalnogo raspredeleniya ogranichennykh investitsiy v razvitiye proizvodstvennoy sistemy regiona // Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika. 2009. № 18.
9. Innovatsionnyye klasteri tsifrovoy ekonomiki: Teoriya i praktika / Pod red. A.V. Babkina. SPb.: Izd-vo Politekhnicheskogo un-ta, 2018. 676 s.
10. **P.F. Verhulst**, Recherches Mathématiques sur La Loi D’Accroissement de la Population, Nouveaux Mémoires de l’Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, 18, Art. 1, 1–45, 1845.
11. **Michael J. Panik**, Growth curve modeling. Theory and Applications. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada.
12. **N.V. Katargin**, Ekonomiko-matematicheskoye modelirovaniye: Uchebnoye posobiye / N.V. Katargin. – SPb.: Lan, 2018. – 256 с.
13. **S.N. Milovidova**, Strategicheskii analiz vneshney i vnutrenney sredy organizatsii // Ekonomika i predprinimatelstvo. – 2018. – № 2. – S. 1207–1213.
14. **Yu.N. Alpatov**, Matematicheskoye modelirovaniye proizvodstvennykh protsessov: Uchebnoye posobiye / Yu.N. Alpatov. – SPb.: Lan, 2018. – 136 с.
15. **S.G. Svetunkov**, Proizvodstvennyye funktsii kompleksnykh peremennykh: Ekonomiko-matematicheskoye modelirovaniye proizvodstvennoy dinamiki / S.G. Svetunkov, I.S. Svetunkov. – M.: Lenand, 2019. – 170 с.
16. **A.V. Babkin, S.V. Zdolnikova, A.V. Kozlov, I.A. Babkin**, Organizational and economic mechanism of management by innovative potential of industrial cluster. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 2019, no. 2, pp. 71–83. DOI: 10.18721/JE.12208
17. **D.A. Yendovitskiy**, Kompleksnyy analiz i kontrol investitsionnoy deyatelnosti: metodologiya i praktika / D.A. Yendovitskiy. – M.: Finansy i statistika, 2017. – 400 с.

18. **I.V. Gladysheva**, K voprosu postroyeniya modeli ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya. Strategii biznesa. 2018;(4): 15–19. <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2018-4-15-19>
19. **V.N. Savinykh**, Matematicheskoye modelirovaniye proizvodstvennogo i finansovogo menedzhmenta / V.N. Savinykh. – M.: KnoRus, 2018. – 256 с.
20. **Ye.Yu. Kuznetsova, S.V. Kuznetsov**, Otsenka ustoychivogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya // Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravleniye. 2019. T. 18, № 2. S. 186–209. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.2.010
21. **V.Yu. Sutyagin**, Nyuansy otsenki investitsionnykh proyektov // Sotsialno-ekonomicheskoye yavleniye i protsessy. – 2014. – № 10. – S. 87–101.
22. **V.V. Kobzev, A.Ye. Radayev, A.S. Krivchenko**, Matematicheskoye modelirovaniye proizvodstvennykh sistem / SPbGPU – Sankt-Peterburg: Izd-vo Politekhnicheskogo un-ta, 2014. – 238 s.

Статья поступила в редакцию 18.07.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / THE AUTHOR

ДАНИЛОВ Александр Андреевич

E-mail: alexdanilov1993@gmail.com

DANILOV Aleksandr A.

E-mail: alexdanilov1993@gmail.com

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

Научное издание

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

ST. PETERSBURG STATE POLYTECHNICAL UNIVERSITY JOURNAL. ECONOMICS

Том 14, № 4, 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)297–18–21

E-mail: economy@spbstu.ru

Компьютерная верстка *А.А. Кононовой*
Редактирование английского языка *Д.Ю. Алексеевой*

Дата выхода 31.08.2021.