

Экономика промышленности

Ежеквартальный научно-производственный журнал

2022, т. 15, № 4

Миссия журнала – способствовать теоретическому обоснованию, разработке и практической реализации наиболее эффективных индустриальных стратегий предприятиями и организациями горно-металлургического комплекса и в целом отраслями тяжелой промышленности. Журнал сфокусирован на инновационном развитии и новом динамизме индустрии производственно-потребительского цикла. На страницах журнала анализируется опыт инновационного развития и реализации конкурентных преимуществ высокой социальной значимости, как индустриальных гигантов, так и предприятий малого и среднего бизнеса. Журнал ориентирован на анализ и использование передовых достижений отечественной и мировой экономической науки и стратегической мысли.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В.Л. Квинт – иностранный член РАН, д-р экон. наук, проф., лауреат премии имени М.В. Ломоносова Первой степени, заслуженный работник высшей школы РФ, МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

А.В. Митенков – канд. филос. наук, директор института ЭУПЦ, НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

И.В. Новикова – д-р экон. наук, доцент, проф. кафедры экономической и финансовой стратегии МШЭ, МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

А.Б. Крельберг – канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

УЧРЕДИТЕЛИ



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»



Акционерное общество «Объединенная металлургическая компания»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.Г. Ахметова – д-р техн. наук, проф., проректор Казанского государственного энергетического университета, директор Института цифровых технологий и экономики, г. Казань, Российская Федерация

А.Р. Бахтизин – член-корр. РАН, д-р экон. наук, проф., директор, Центральный экономико-математический институт, г. Москва, Российская Федерация

Я. Блакут – AGH Научно-технический университет, Республика Польша

Ю.В. Вертакова – д-р экон. наук, проф., директор, Курский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, г. Курск, Российская Федерация

И. Вознакова – Высшая Школа Баньска, Республика Чехия

А.Г. Воробьев – д-р экон. наук, проф., ИД «Руда и металлы», г. Москва, Российская Федерация

А.В. Дуб – д-р техн. наук, проф., лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреат премии Президиума РАН им. П.П. Аносова, лауреат Государственной премии РФ в области науки и технологий, генеральный директор АО «Наука и инновации», г. Москва, Российская Федерация

Нье Йонгйюу – декан Школы экономики, Шанхайский университет, Китай: указать Китайская народная республика

Ю.Ю. Костюхин – д-р экон. наук, НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

В.Н. Лившиц – д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки и техники РСФСР, ФИЦ «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Российская Федерация

В.Л. Макаров – академик РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., научный руководитель, Центральный экономико-математический институт, г. Москва, Российская Федерация

С.Н. Митяков – д-р физ.-мат. наук, проф., НИТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

В.С. Мкртчян – Интернет университет управления и информационных технологий, Австралия

А.В. Мясков – д-р экон. наук, проф., директор Горного института, НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

В.В. Окрепилов – академик РАН, д-р экон. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

С.Н. Растворцева – д-р экон. наук, проф., НИУ ВШЭ, г. Москва, Российская Федерация

Ж. Сапир – иностранный член РАН, проф., Высшая школа социальных наук, Франция

Я. Сас – Краковская горно-металлургическая академия, Республика Польша

А.М. Седых – канд. экон. наук, АО «ОМК», г. Москва, Российская Федерация

Е.Ю. Сидорова – д-р экон. наук, проф., НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

Т.О. Толстых – д-р экон. наук, проф., НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

Ю.Дж. Уграс – д-р экон. наук, проф., Университет Ла Салль, США

М.Н. Узиков – д-р экон. наук, проф., Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Российская Федерация

Д. Фантаццини – PhD, д-р экон. наук, доцент МШЭ МГУ, г. Москва, Российская Федерация

Р. Хаусвалд – проф., Американский университет в Вашингтоне, США

М. Хиноу – Левенский Католический университет, Бельгия

А.А. Черникова – д-р экон. наук, проф., ректор НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

А.А. Широ – д-р экон. наук, проф., член-корр. РАН, зам. директора Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Российская Федерация

Е.В. Шкарупета – д-р экон. наук, профессор, Воронежский государственный технологический университет, г. Воронеж, Российская Федерация

Ю.И. Шхиянц – АО «ОМК», г. Москва, Российская Федерация

Ю.А. Щербанин – д-р экон. наук, проф., заведующий кафедрой нефтегазотрейдинга и логистики, Губкинский университет, г. Москва, Российская Федерация

О.В. Юзов – д-р техн. наук, заслуженный деятель науки РФ, почетный металлург, почетный работник высшего профессионального образования России, АО «ОМК», г. Москва, Российская Федерация

Выходит с 2008 года

Журнал включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук», в ВИНТИ, РИНЦ, Ulrich's Periodicals Directory

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» – 82377

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, рег. ПИ № ФС77-82209 от 26.10.2021 г., пред. рег. ПИ № ФС77-41503 от 30.06.2010, перв. регистр. ПИ № ФС77-32327 от 09.07.2008.



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

© НИТУ «МИСиС», 2022

Технические редакторы: А.А. Космынина, Н.Э. Хотинская

Переводчики: И.А. Макарова (английский язык),
Юй Айхуа (китайский язык)

Компьютерная верстка, оформление обложки: Т.А. Лоскутова

Адрес редакции:

119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, НИТУ «МИСиС»

Тел./Факс: 8 (495) 638-4531

Сайт: <https://ecoprom.misis.ru/>

E-mail: ecoprom@misis.ru, ecoprom.misis@mail.ru

Подписано в печать 27.12.2022, формат 60×90 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 13,25. Заказ № 16478.

Отпечатано в типографии Издательского Дома МИСиС,
119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1

The mission of the Russian Journal of Industrial Economics is to contribute to the theoretical proof and evidence, development and practical implementation of the most effective industrial strategies by enterprises and organizations of the mining – metallurgical complex, and by heavy industry as a whole. The Journal is focused on the innovative development and new dynamism of the manufacturing – consumer cycle. The pages of the Journal analyze the experience of innovative development and realization of strategic competitive advantages of high social significance, both industrial giants and small and medium-sized enterprises. The trials of innovative development and the implementation of competitive advantages of great social significance are analyzed on the pages of the Journal, including those of industrial giants and small and medium sized enterprises. The Journal is focused on the analysis and practical use of advanced achievements of domestic and world economic science and strategic thought.

EDITOR-IN-CHIEF

Vladimir L. Kvint – Academician, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sci.(Econ.), Professor, Honored Fellow of Higher Education of the Russian Federation, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

DEPUTY OF THE EDITOR-IN-CHIEF

Alexey V. Mitenkov – Ph.D.(Philosoph.), Director of the Institute of Industrial Economics, NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

Irina V. Novikova – Dr.Sci.(Econ.), Professor Economic and Financial Strategy Department at Lomonosov Moscow State University' Moscow School of Economics, Moscow, Russian Federation

EXECUTIVE EDITOR

Alla B. Krel'berg – Ph.D.(Eng.), Senior Researcher, NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

FOUNDERS



MISIS UNIVERSITY National University of Science and Technology MISiS



Closed Joint Stock Company
"United Metallurgical Company"

EDITORIAL BOARD

Irina G. Akhmetova – Dr.Sci.(Eng.), Director of the Institute of Digital Technologies and Economics, State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

Al'bert R. Bakhtizin – Corresponding Member RAS, Dr.Sci.(Econ.), Professor, Director, Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Jan Blachut – AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland

Alevtina A. Chernikova – Dr.Sci.(Econ.), Professor, NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

Alexei V. Dub – Dr.Sci.(Eng.), Professor, Nauka i Innovatsii, Moscow, Russia

Dean Fantazzini – Ph.D, Dr.Sci.(Econ.), Moscow School of Economics, Moscow, Russian Federation

Robert Hauswald – Dr.Sci.(Econ.), Professor, American University, Washington D.C., USA

Martin Hinoul – Catholic University of Leuven, Leuven, Belgium

Nie Yongyou – Professor, Dean of the School of Economics, Shanghai University, Shanghai, People's Republic of China

Yuriy Yu. Kostukhin – Dr.Sci.(Econ.), NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

Veniamin N. Livchits – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Honored Worker of Science and Technology of the RSFSR, FITS Informatics and Management RAS, Moscow, Russian Federation

Valeriy L. Makarov – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr.Sci.(Phys.-Math.), Professor, Research Director, Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Sergey N. Mityakov – Dr.Sci.(Phys.-Math.), Professor, Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Vardan Mkrttchan – HHH University, Sydney, Australia

Alexander V. Myaskov – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Director of Mining Institute, NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

Vladimir V. Okrepilov – Academician, Dr.Sci.(Econ.), Professor, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, Russian Federation

Svetlana N. Rastvortseva – Dr.Sci.(Econ.), Professor, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation

Jacques Sapir – Director of Studies, EHESS-Paris, Head of the CEMI-IFAE team, Foreign Member of the Russian Academy of Science, Paris, France

Jan Sas – AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland

Anatoly M. Sedykh – Ph.D, JSC United Metallurgical Company, Moscow, Russian Federation

Alexander A. Shirov – Dr.Sci.(Econ.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director of Institute for Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Yuliya I. Shkhiyants – JSC United Metallurgical Company, Moscow, Russian Federation

Yurii A. Shcherbanin – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Head of the Department of Oil and Gas Trading and Logistics, Gubkin University, Moscow, Russian Federation

Elena V. Shkarupeta – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation

Elena Yu. Sidorova – Dr.Sci.(Econ.), Professor, NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

Tatyana O. Tolstykh – Dr.Sci.(Econ.), Professor, NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

Usef J. Ugras – Dr.Sci.(Econ.), Professor, LaSalle University, USA

Marat N. Uzyakov – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Deputy Director of the Institute for Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Julia V. Vertakova – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Director, Kursk Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Kursk, Russian Federation

Alexander G. Vorobyov – Dr.Sci.(Econ.), Professor, Chief Editor of the Publishing House Ore and Metals, Moscow, Russian Federation

Iyeta Voznakova – University of Ostrava, Ostrava, Czech Republic

Oleg V. Yuzov – Dr.Sci.(Eng.), Professor, JSC United Metallurgical Company, Moscow, Russian Federation

Founded in 2008

Indexation: VINITI, Russian Scientific Citation Index, Ulrich's Periodicals Directory



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

© NUST MISiS, 2022

Publisher: National University of Science and Technology "MISIS"

Mailing address: 4, build. 1 Leninsky Ave., Moscow 119049, Russia

Phone / Fax: +7 (495) 638-4531

Web: <https://ecoprom.misis.ru/>

E-mail: ecoprom@misis.ru, ecoprom.misis@mail.ru

Responsible for content in English: I.A. Makarova

工业经济

科学与生产季刊

第15卷，2022年第4期

《工业经济》期刊的使命是促进采矿冶金综合体的企业和组织乃至整个重工业理论论证、开发和实际实施最有效的产业战略。期刊侧重于生产和消费周期行业的创新发展和新活力。期刊分析具有较高社会意义的创新发展和实施竞争优势的经验，无论是工业巨头还是中小型企业。期刊着重分析和运用国内外经济科学和战略思想的先进成果。

《工业经济》的目标受众是各个生产领域的战略领导者、高级和中层管理人员、科学家、工程师、经济学家和实践者，其生产领域的数字化、技术机器人化和其它创新变革旨在改善人们的生活质量

《工业经济》的原则是对俄罗斯和整个国际社会的科学家和实践家免费开放，可自由访问其内容。期刊页面是讨论经济科学的最新成果、实施先进技术的实践和产业战略规划的平台。

主编

昆特·弗·利 - 俄罗斯科学院外国成员，经济学博士，教授，罗蒙诺索夫科学工作一等奖获得者，俄罗斯联邦高等学校荣誉工作者，莫斯科罗蒙诺索夫国立大学经济学，莫斯科市

副主编

米岑科夫·阿·弗 - 哲学副博士，国立研究型技术大学MISIS 经济与工业企业管理学院院长，俄罗斯联邦，莫斯科市

诺维科娃·伊·维 - 经济学博士，莫斯科罗蒙诺索夫国立大学莫斯科经济学院经济与金融战略系教授，俄罗斯联邦，莫斯科

执行秘书

克利列贝格·阿·鲍 - 副技术博士，国立研究型技术大学MISIS高级研究员，莫斯科市

创始人



MISIS
UNIVERSITY

联邦国立自治高等教育机构国立研究型技术大学MISIS



俄罗斯联合冶金公司

编辑委员会

阿赫梅托娃·伊·加 - 技术科学博士，教授，喀山国立动力大学副校长，数字技术与经济学院院长，喀山市

巴赫季京·阿·劳 - 俄罗斯科学院通讯院士，经济学博士，教授，俄罗斯中央经济数学研究所所长，莫斯科市

伊恩·布拉库特 - AGH科技大学（波兰）

维尔塔科娃·尤·弗 - 经济学博士，教授，俄罗斯联邦政府财政金融大学库尔斯克分校校长，库尔斯克

伊维塔·沃兹纳科娃 - 班斯卡大学（捷克共和国）

沃罗比耶夫·亚·格 - 经济学博士，教授，《矿石和金属》出版社执行经理，莫斯科市

杜博·阿·弗 - 技术科学博士，教授，俄罗斯联邦政府科学技术奖获得者，俄罗斯科学院主席团阿诺索娃奖获得者，俄罗斯联邦科学技术领域国家奖获得者，科学与创新股份公司总经理，莫斯科市

袁永有 - 教授，上海大学（中国）经济学院执行院长。

科斯秋欣·尤·尤 - 经济学博士，国立研究型技术大学 MISiS 校长，莫斯科

利夫希茨·维·纳 - 经济学博士，教授，俄罗斯苏维埃社会主义共和国荣誉科学技术工作者，俄罗斯科学院联邦信息与管理研究中心，莫斯科市

马卡罗夫·瓦·列 - 俄罗斯科学院院士，物理-数学科学博士，教授，导师，中央经济与数学研究所，莫斯科市

米佳科夫·谢·尼 - 物理-数学科学博士，教授，下诺夫哥罗德阿列克谢耶夫国立技术大学经济和管理学院院长，下诺夫哥罗德市

瓦尔丹·苏雷诺维奇·姆克尔强 - 互联网管理与信息技术大学（澳大利亚）

米亚斯科夫·亚·维 - 经济学博士，教授，国立研究型技术大学 MISiS 矿学院院长，莫斯科市

奥克利皮洛夫·弗·瓦 - 俄罗斯科学院院士，经济学博士，教授，圣彼得堡国立航空航天大学，圣彼得堡

拉斯特沃尔彩瓦·斯·尼 - 经济学博士，高等经济学院教授，莫斯科市

雅克·萨皮尔 - 法国社会科学高等研究院教授（法国）

杨·萨斯 - 克拉科夫矿业冶金学院（波兰）

谢得赫·阿·米 - 经济学副博士，联合冶金公司，莫斯科市

西多罗娃·叶·尤 - 经济学博士，教授，国立研究型技术大学 MISiS 经济系主任，莫斯科市

托尔斯得赫·塔·奥 - 经济学博士，国立研究型技术大学 MISiS 工业管理系教授，莫斯科市

优素福·约瑟夫·乌格拉斯 - 经济学博士，拉萨尔大学教授（美国）

乌齐亚科夫·马·纳 - 经济学博士，教授，俄罗斯科学院国民经济预测研究所副所长 莫斯科市

狄恩·凡塔齐尼 - PhD，经济学副博士，副教授，莫斯科国立大学经济学院计量经济学和数学方法系副主任，莫斯科市

罗伯特·豪斯瓦尔德 - 教授，华盛顿大学（美国）

马丁·希努尔 - 鲁汶天主教大学（比利时）

切尔尼科娃·阿·阿 - 经济学博士，教授，国立研究型技术大学 MISiS 校长，莫斯科

希洛夫·亚·亚 - 经济学博士，俄罗斯科学院通讯院士，俄罗斯科学院国民经济预测研究所副所长，莫斯科市

斯卡卢佩塔·叶·维 - 经济学博士，沃罗涅日国立技术大学教授，沃罗涅日市

施赫洋茨·尤·伊 - 联合冶金公司，莫斯科市

谢尔巴宁·尤·阿 - 经济学博士，教授，古布金大学石油和天然气交易和物流教研室主任，莫斯科市

尤佐夫·奥·韦 - 技术博士，俄罗斯联邦荣誉科学工作者，名誉冶金学家，俄罗斯高等职业教育名誉工作者，联合冶金公司，莫斯科市

自2008年出版

索引：VINITI，俄罗斯科学引文索引，乌尔里希（Ulrich）期刊目录

发行人：国立研究技术大学“莫斯科钢铁合金学院”（NUST «MISiS»）



本作品遵循
知识共享署名4.0许可。

© NUST MISiS, 2022

邮寄地址：119049，莫斯科，列宁斯基大街4号，国立研究型技术大学 MISiS，电话/传

真：+7 (495) 638-4531

网页：<https://ecoprom.misis.ru/>

电子邮件：ecoprom@misis.ru, ecoprom.misis@mail.ru

技术编辑：科斯梅尼娜A.A，英文翻译：马卡洛娃.I.A，中文翻译：于爱华，计算机排版及封面设计：洛斯科托夫.T.A

СОДЕРЖАНИЕ

Национальные индустриальные экономики

Воротников И.Л., Колотырин К.П., Богатырев С.А., Савон Д.Ю. Экономическое обоснование промышленного производства ресурсосберегающего агрегата для полосовой обработки почвы.....	399
Полити В.В. Теоретико-прикладные подходы к оценке уровня прогрессивности и инновационности проектов электросетевого строительства	407
Филютнич И.С., Доброхотова М.В., Курошев И.С., Ухина Ю.В. Тенденции и перспективы рынка редкоземельных металлов и материалов для систем аккумулирования электроэнергии.....	421
Ван Юйшань. Научно-инновационные факторы развития промышленности регионов России и влияние на них пандемии COVID-19: стратегические аспекты	433

Региональная экономика

Беилин И.Л. Экономическая оценка производственного развития нефтегазового региона по рентабельности активов организаций и рентабельности продукции	442
Манаева И.В. Условия и факторы динамичного развития городов России: эмпирический анализ	453

Экономика предприятий

Домахина Ю.А. Систематизация факторов стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий	466
--	-----

Экономика природопользования

Череповицына А.А., Дорожкина И.П., Костылева В.М. Секвестрация и использование углекислого газа: сущность технологий и подходы к классификации проектов.....	473
---	-----

Экономика знаний

Назимко В.К., Кудинова Е.В. К вопросу о парадигме менеджмента	488
--	-----

CONTENTS

National industrial economics

- Vorotnikov I.L., Kolotyryn K.P., Bogatyrev S.A., Savon D.Yu.** Economic justification of industrial production of a resource-saving unit for strip tillage 399
- Politi V.V.** Theoretical and applied approaches to assessing the level of progressiveness and innovativeness of electric grid construction projects 407
- Filutich I.S., Dobrokhotova M.V., Kuroshev I.S., Ukhina Yu.V.** Trends and prospects of the market of rare earth metals and materials for electric power storage systems..... 421
- Yushan Wang.** Scientific innovative factors of development of industry of the regions of Russia and the impact of the COVID-19 pandemics on them: strategic aspects 433

Regional economics

- Beilin I.L.** Economic assessment of industrial development of the oil and gas region by return on assets of organizations and profitability of products 442
- Manaeva I.V.** Conditions and factors of dynamic development of the towns and cities of Russia: empirical analysis 453

Business economics

- Domakhina Yu.A.** Systematization of factors of strategic development of logistics complexes of mining and chemical enterprises..... 466

Environmental economics

- Cherepovitsyna A.A., Dorozhkina I.P., Kostyleva V.M.** Sequestration and use of carbon dioxide: the essence of technology and approaches to the classification of the projects 473

Knowledge economy

- Nazimko V.K., Kudinova E.V.** On the issue of the management paradigm 488

内容

国家产业经济

- Vorotnikov I.L., Kolotyryn K.P., Bogatyrev S.A., Savon D.Yu.**
一种用于条耕的资源节约型联合机工业生产的经济可行性研究..... 399
- Politi V.V.** 评估电网建设项目的先进程度和创新程度的理论与实用方法..... 421
- Filutich I.S., Dobrokhotova M.V., Kuroshev I.S., Ukhina Yu.V.**
电能储备系统用稀土金属和材料市场的趋势和前景..... 435
- Wang Yushan.** 俄罗斯地区工业发展的科技创新因素以及COVID-19大流行对其的影响——战略方面 447

区域经济

- Beilin I.L.** 以组织的资产回报率和产品的利润率为视角对石油和天然气地区的工业发展进行经济评估..... 456
- Manaeva I.V.** 俄罗斯城市动态发展的条件和因素实证分析 467

企业经济学

- Domakhina Yu.A.** 矿业化工企业物流综合体战略发展要素系统化 480

环境经济学

- Cherepovitsyna A.A., Dorozhkina I.P., Kostyleva V.M.**
碳封存和利用：项目的技术本质和分类方法 487

知识经济

- Nazimko V.K., Kudinova E.V.** 论管理范式 502

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-399-406>

Экономическое обоснование промышленного производства ресурсосберегающего агрегата для полосовой обработки почвы

И.Л. Воротников¹ , К.П. Колотырин¹ , С.А. Богатырев¹ , Д.Ю. Савон² 

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 410012, Саратов, просп. им. Петра Столыпина, д. 4, стр. 3, Российская Федерация

² Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация

 di199@yandex.ru

Аннотация. Известно, что существующие приемы сплошной плужной обработки почвы связаны с высоким расходом антропогенной энергии на вспашку и с вероятностью проявления в ней деградиационных процессов. Альтернативой сплошной вспашке являются системы обработки почвы без инверсии, относящиеся к ресурсосберегающему земледелию. В настоящее время широко используются комбинированные почвообрабатывающие орудия, оснащенные устройствами для внесения удобрений во вспаханные полосы, в которые весной точно по ряду механизированной сеялкой, оснащенной агронавигатором для точного земледелия, высевают семена определенной, как правило, пропашной культуры, например, подсолнечника или кукурузы. Задачей исследования является предварительное экономическое обоснование целесообразности использования различных видов рабочих органов для рыхления почвы полосным консервационным вспахиванием и необходимости промышленного производства комбинированного агрегата для одновременного с полосовой вспашкой внесения удобрений. Вопросы внедрения современных зарубежных технологий обработки почвы и орудий для их осуществления должны учитывать, прежде всего, эколого-ресурсные условия возделывания пропашных культур в отдельно взятых российских регионах. Особенно это касается технологии полосовой обработки почвы и агрегатов для ее осуществления. То есть дальнейшие исследования должны быть посвящены экономическим составляющим, учитывающим рельеф местности, ландшафтный покров, климатические особенности, состав и тип почвы, мелиоративное состояние земель. Современная ситуация диктует необходимость постепенного замещения импортной почвообрабатывающей техники отечественными разработками, не уступающими по качеству, надежности, производительности и безопасности зарубежным аналогам. Речь идет о замещении и ремонте дорогостоящих комбинированных агрегатов для полосовой вспашки иностранного производства. Предлагается для этих целей использовать более дешевые собственные разработки с учетом природно-климатических особенностей отдельно взятого региона и обладающие технической новизной. В статье использована оригинальная методология так называемого упрощенного экспресс-анализа ключевых экономических показателей, дающая возможность оценить в начале проектирования до изготовления с необходимой точностью экономическую целесообразность совершенствования технических характеристик модернизируемого устройства с использованием ограниченного набора доступных параметрических данных исследуемого образца машины, что в конечном итоге влияет на принятие правильного решения о целесообразности промышленного производства комбинированного почвообрабатывающего орудия.

Ключевые слова: аграрное производство, обработка почвы, вспашка, полосовая обработка, агрегаты, почвообрабатывающие орудия, экономическая целесообразность, экспресс-анализ, ресурсосбережение, промышленное производство

Для цитирования: Воротников И.Л., Колотырин К.П., Богатырев С.А., Савон Д.Ю. Экономическое обоснование промышленного производства ресурсосберегающего агрегата для полосовой обработки почвы. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):399–406. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-399-406>

Economic justification of industrial production of a resource-saving unit for strip tillage

I.L. Vorotnikov¹ , K.P. Kolotyryn¹ , S.A. Bogatyrev¹ , D.Yu. Savon² 

¹ *Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4-3 Petr Stolypin Ave., Saratov 410012, Russian Federation*

² *National University of Science and Technology MISiS, 4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation*

 *di199@yandex.ru*

Abstract. It is a well-known fact that the existing methods of continuous plow tillage are associated with high consumption of anthropogenic energy for plowing and with probability of occurrence of degradation in it. The alternative to the continuous plowing is non-inversion tillage systems related to resource-saving agriculture. At present, combined tillage implements are widely used. They are equipped with devices for applying fertilizers to plowed strips, and in spring the seeds of a certain row crop (sunflower or corn, for example) are sown there exactly in line with the upgraded seeder equipped with an agronavigator for precision farming. The task of the study is to make the preliminary economic justification of the expediency of using various implements for soil-loosening by strip conservation plowing and the need for industrial production of a combined unit for simultaneous application of fertilizers and strip plowing. The issues of implementation of modern foreign tillage technology and devices should primarily consider environmental and resource conditions for row crops cultivation in individual Russian regions. This is especially true for the strip tillage technology and the devices for its implementation. Therefore, further studies should be devoted to the economic component considering the terrain, landscape cover, climatic features, composition and type of soil, land reclamation condition. Due to the current situation, it is essential to gradually replace the imported tillage equipment by domestic developments that are not inferior in quality, reliability, performance and safety to foreign analogues. The authors mean the replacement and repair of expensive foreign produced combined units for strip plowing. To this end, it is suggested to use less expensive domestic technologically new products developed with the consideration of natural and climatic peculiarity of an individual region. The authors apply original methodology of the so-called simplified express analysis of key economic indicators. The methodology provides the opportunity to conduct accurate evaluation of the economic expediency of improving technical characteristics of the upgraded device at the beginning of the design before its production by means of a limited number of available parametric data of the machine sample under study. This eventually influences making a correct decision about the expediency of industrial production of a combined tillage device.

Keywords: agricultural production, tillage, plowing, strip tillage, device, tillage device, economic expediency, express analysis, resource-saving, industrial production

For citation: Vorotnikov I.L., Kolotyryn K.P., Bogatyrev S.A., Savon D.Yu. Economic justification of industrial production of a resource-saving unit for strip tillage. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):399–406. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-399-406>

一种用于条耕的资源节约型联合机工业生产经济可行性研究

I.L. Vorotnikov¹ , K.P. Kolotyryn¹ , S.A. Bogatyrev¹ , D.Yu. Savon² 

¹ 萨拉托夫国立遗传学、生物技术与工程大学瓦维洛夫命名, 410012, 俄罗斯联邦 萨拉托夫以彼得·斯托雷平命名的大道4-3号

² 国立研究型技术大学MISIS, 119049, 俄罗斯联邦莫斯科市列宁斯基大街4-1号

 *di199@yandex.ru*

摘要：众所周知，现有的连续犁耕方法可能关系到用于耕作的人为能源消耗高以及土壤的退化过程等问题。连续耕作的替代方法是与资源保护型农业相关的非倒置耕作系统。目前，联合耕作机具被广泛使用，配有向犁过的垄沟施肥的装置，在春季由配备了农业导航装置的现代化播种机播种某种（通常是）行间作物，如向日葵或玉米，进行精确播种。本研究的目的是对使用不同类型的工作部件进行条耕的可行性进行初步的经济论证，以及对工业化生产中需要同时施肥和条耕的联合机组的必要性进行论证。引进国外现代耕作技术和工具时，应该首先考虑到俄罗斯各地区种

植行间作物的环境和资源条件。这对于条耕技术和工具来说尤其如此。也就是说，进一步的研究应该关注经济成本，同时考虑到地形、景观覆盖、气候特征、土壤的组成和类型、土地的改良状态等。目前的形势表明，需要用质量、可靠性、生产能力和安全性等方面不逊色于国外同类产品的国产设备逐步取代进口耕作设备。这里所指的是替代和维修国外生产的用于条耕的昂贵的联合耕作机具。建议为此目的使用更便宜的自主研发产品，同时考虑到特定地区的自然和气候特征以及技术新颖性。本文使用了所谓的关键经济指标简化快速分析的原始方法，这使得在设计到制造初期，能够以必要的准确性来评估改善现代化设备的技术特性的经济可行性。所研究的机械样本的可用参数数据有限，这最终会影响对联合耕作机具工业化生产可行性的正确判断。

关键词: 农业生产, 土壤处理, 耕作, 条耕, 集料, 耕作机具, 经济可行性, 快速分析, 资源节约, 工业化生产

Введение

Для сбережения энергоресурсов необходимо свести к минимуму количество агроприемов, включая число технологических циклов [1; 2]. В этой связи в целях сохранения плодородия почвы эффективнее, вместо традиционного сплошного вспахивания, применять ресурсосберегающую технологию полосной вспашки Strip Tilling с уровнем прибыльности свыше 15 % [3; 4].

Использование в точном земледелии для короткоротационных севооборотов системы Strip-Till благодаря синхронному внесению питательных веществ позволяет повысить почвенное плодородие и обеспечить за счет локального разрыхления в местах произрастания пропашных культур благоприятные условия для развития корневой системы культивируемых растений [5; 6], сохранить нетронутыми междурядья, защищенные пожнивными остатками соломы, свести к минимуму эрозию на склонах, увеличить содержание азота в заданных агрономом слоях пахотного слоя [7–9] и в конечном итоге увеличить плодородие на 15–20 % [10]. Особенно ощутимо (примерно до 30 %) уменьшаются

расходы на комплексные удобрения и пестициды [11; 12].

Прогрессивные технологии возделывания почвы в последнее время стали широко применяться в засушливом левобережье Саратовской области [13], требующие трудозатратной обработки в условиях недостатка влаги, засоренности сорняками, облучения земли прямыми солнечными лучами, сухого климата, неплодородных почв [14].

Результаты сравнительного детерминированного многофакторного анализа эколого-экономических и технических показателей щадящих технологий приведены в **табл. 1**.

Следовательно, полосная почвообработка имеет определенное конкурентное преимущество. Методика рейтинговой оценки технологий возделывания пропашных сельскохозяйственных культур по технико-экономическим и экологическим параметрам приведена в источнике [4]. При оценке эффективности применения элементов новой технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо предварительно провести укрупненный экономический расчет целесообразности ее применения.

Таблица 1 / Table 1

Оценка почвозащитных мероприятий

Scoring of soil protection measures

Параметр оценки	Баллы, ед.		
	Технология Strip-Till	Классическая чизельная обработка	Минимальное чизелевание
Количество проходов	3	1	2
Степень механизации	3	1	2
Воздействие химических веществ	1	3	2
Количество сельхозмашин	3	1	2
Стоимостные характеристики	1	3	2
Расходы на производство	3	1	2
Косвенные затраты	2	3	1
Доходность	3	2	1
Прибыльность	3	2	1
Суммарная балльная оценка	22	17	15

Методы исследований

Использованный в работе модернизированный упрощенный метод предварительной экономической оценки технической системы, описанный в работе [15], дает возможность получения достоверного конечного результата с применением минимального количества доступных на этапе бизнес-проектирования параметрических данных. При этом ключевыми показателями для оценки экономической целесообразности применения технологии Strip-Till и агрегата для ее осуществления являются: доля снижения энергоемкости процесса основной обработки почвы, уровень расходов на реализацию предлагаемого технического решения, расходы на обслуживающий персонал, а также разница в стоимости почвообрабатывающих орудий и эксплуатационных материалов (рис. 1). В качестве основных методов оценки эффективности мероприятий предлагается использовать метод затраты–выгоды, балансовый метод, метод статистической обработки информации, моделирование экономических процессов.

Технико-экономический анализ

Необходимость проведения экономической оперативной оценки целесообразности проведения работ по созданию новейших отечественных образцов сельскохозяйственной техники для минимальной обработки почвы в условиях возникшего регионального технологического суверенитета, связанного с необходимостью импортозамещения, определяется, прежде всего, снижением энергоемкости процесса полосной вспашки в пределах от 30 до 50 % в сравнении со сплошной обработкой почвы.

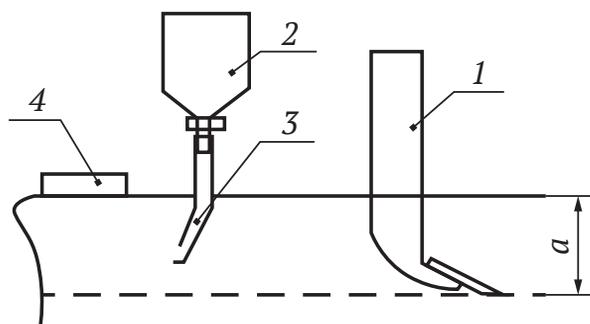


Рис. 1. Принципиальная схема комбинированного почвообрабатывающего агрегата: 1 – чизельный рабочий орган; 2 – бункер для минеральных удобрений; 3 – анкер; 4 – гребнеобразователь; а – глубина вспашки, см

Fig. 1 Schematic diagram of the combined tillage unit: 1 – chisel working body; 2 – bunker for mineral fertilizers; 3 – anchor; 4 – comb former; a – plowing depth (cm)

Технико-экономическая обоснованность применения технологии Strip-Till на пригодных для этого территориях связана, первую очередь, с уменьшением расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в этом направлении [16].

Наиболее приемлемым экономическим критерияльным показателем E является отношение эффективности разработки к затратам на ее промышленное производство:

$$E = \frac{\mathcal{E}}{З}, \tag{1}$$

где \mathcal{E} – планируемая эффективность, тыс. руб.; $З$ – расходы (затраты) на производство промышленных образцов сельскохозяйственной техники, тыс. руб.

Правильность принятия решения о замене существующей технологии на более прогрессивную зависит от разности критериев, удовлетворяющих неравенству

$$E_2 - E_1 \geq 0, \tag{2}$$

где E_1 комплексно характеризует существующее технико-технологическое решение; E_2 – новую комбинированную обработку.

Исходя из сложившихся в настоящее время непростых условий производства сельскохозяйственной продукции и ограничений с поставками импортной техники для возделывания агрокультур, а также из-за многосторонней хозяйственной деятельности сельхозтоваропроизводителей и предприятий, занятых производством и ремонтом используемой ими техники, следует воспользоваться неравенством

$$\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} \leq 0. \tag{3}$$

Суммарные затраты (З) определяются путем сложения производственных затрат ($C_{пр}$) с эксплуатационными ($C_{экс}$) с поправкой на срок службы ($T_{сл}$):

$$З = C_{пр} + C_{экс} \cdot T_{сл}. \tag{4}$$

Производственные расходы $C_{пр}$ определялись с учетом стоимости обрабатывающих почву орудий ($C_{обр.ор}$) и вложений в производство (K):

$$C_{пр} = C_{обр.ор} + K. \tag{5}$$

Так как инновации касаются только проектирования и изготовления принципиально новых почвообрабатывающих орудий и совмещенных с ними устройств для внесения сыпучих удобре-

ний с монтажом их на серийном имеющемся в хозяйстве тракторе [17], то можно с высокой долей вероятности принять $K \approx 0$.

Расходы на эксплуатацию сельскохозяйственной техники ($C_{экс}$) укрупненно можно подсчитать по формуле

$$C_{экс} = C_m + C_{обсл} + C_{эн} + C_{рем} + C_{ам} + C_{пр}, \quad (6)$$

где C_m – годовые расходы на комплектные материалы; $C_{обсл}$ – заработная плата рабочим, занятых обслуживанием техники; $C_{эн}$ – энергетические затраты; $C_{рем}$ – ремонтные расходы; $C_{ам}$ – амортизация; $C_{пр}$ – расходы на прочие нужды.

Критерий оценки экономической целесообразности, определяемый по формуле (1), приобретает следующий вид:

$$E_1 = \frac{\Delta}{C_{обр.ор} + T_{сл}(C_m + C_{обсл} + C_{эн} + C_{рем} + C_{ам} + C_{пр})}. \quad (7)$$

Можно предположить, что использование новой полосовой технологии обработки почвы повысит экономическую эффективность в $k_э$ раз.

Учитывая возможность возникновения дополнительных расходов на покупку новых унифицированных или оригинальных комплектующих, можно предположить, что конечная цена предлагаемого к промышленному изготовлению устройства – почвообрабатывающего орудия ($C_{обр.ор.нов}$) – может возрасти в $k_{обр.ор}$ раз:

$$C_{обр.ор.нов} = (1 + k_{обр.ор})C_{обр.ор}. \quad (8)$$

Предполагается, что изменения коснутся расходов на эксплуатацию техники. Так, расходы на сопутствующие материалы могут увеличиться в k_m раз, на зарплату обслуживающих технику работников – в $k_{обсл}$ раз, энергетические затраты возрастут – в $k_{эн}$ раз, на ремонтные мероприятия – в $k_{рем}$ раз, на амортизацию – в $k_{ам}$ раз, другие неучтенные расходы возрастут в $k_{пр}$ раз. Срок службы также может измениться в $k_{сл}$ раз.

Следовательно, оценочный технико-экономический критерий принятия выгодного и целесообразного с точки зрения запуска в промышленное производство решения можно определить с помощью математического выражения

$$E_2 = \frac{k_э \cdot \Delta}{\left[(1 + k_{обр.ор})C_{обр.ор} + k_{сл}T_{сл} \times \right.} \quad (9)$$

$$\left. \times (k_m C_m + k_{обсл} C_{обсл} + k_{эн} C_{эн} + k_{рем} C_{рем} + k_{ам} C_{ам} + k_{пр} C_{пр}) \right]$$

После подстановки E_1 , E_2 в формулу (3) и проведения ряда математических преобразо-

ваний получим окончательное выражение для критериальной экономической оценки целесообразности конструирования, патентования и запуска в промышленное производство инновационного продукта, в нашем случае принципиально нового комбинированного почвообрабатывающего орудия:

$$(1 + k_{обр.ор} - k_э)C_{обр.ор} + T_{сл}[(k_{сл} \cdot k_m - k_э)C_m + (k_{сл} \cdot k_{обсл} - k_э)C_{обсл} + (k_{сл} \cdot k_{эн} - k_э)C_{эн} + (k_{сл} \cdot k_{рем} - k_э)C_{рем} + (k_{сл} \cdot k_{ам} - k_э)C_{ам} + (k_{сл} \cdot k_{пр} - k_э)C_{пр}] \leq 0. \quad (10)$$

В сложившихся условиях повышения урожайности в среднем от 15 до 20 % [18] можно принять значение коэффициента эффективности равным $k_э = 1,2$.

В существующих условиях требуется полная замена морально устаревшей техники на новую, поэтому принимаем $k_{обр.ор} = 1$. Так как расходы на эксплуатацию техники остались прежними, помимо уменьшения расходов на горюче-смазочные материалы на 53 % в сравнении со сплошной вспашкой, то принимаем $k_{эн} = 0,53$ и $k_m = k_{обсл} = k_{рем} = k_{ам} = k_{пр} = 1$. Коэффициент, учитывающий изменение сроков службы техники, принимаем равным $k_{сл} = 1$.

Преобразовав математическое выражение (10) после подстановки в него численных значений $k_э = 1,2$; $k_{обр.ор} = 1$; $k_{эн} = 0,53$, получаем формулу

$$-0,2C_{обр.ор} + T_{сл}[-0,2C_m - 0,2C_{обсл} - 0,67C_{эн} - 0,2C_{рем} - 0,2C_{ам} - 0,2C_{пр}] \leq 0. \quad (11)$$

Численное значение ключевого показателя долговечности исследуемого орудия ($T_{сл}$) – срока службы – выбираем из источников [19; 20] и назначаем равным 6 лет.

Следуя предположению, что расходы на эксплуатацию комбинированного почвообрабатывающего орудия будут не более 15 % от стоимости его изготовления, можно считать, что $C_{экс} \approx 0,15 C_{обр.ор}$.

Следовательно,

$$-0,2C_{обр.ор} - 8 \cdot 0,15C_{обр.ор} < 0, \quad (12)$$

также

$$-1,4C_{обр.ор} < 0. \quad (13)$$

Так как цена исследуемого устройства не может иметь численного значения меньше нуля, то формулу (11) можно применять для произвольно взятого значения $C_{обр.ор}$.

Заключение

Результаты данного исследования демонстрируют экономическую целесообразность применения при возделывании пропашных культур технологии и орудия, обеспечивающие обработку почвы не по всей площади поля с одновременным внесением во вспаханную полосу гранулированных минеральных удобрений. Доказанное проведенными экономическими расчетами предположение подтверждается результатами эксплуатационных испытаний, согласно

которым технология Strip-Till и устройство для ее осуществления позволят не только сократить затраты на горюче-смазочные материалы, но и будут способствовать улучшению состояния почвы, создадут пространство для оптимального развития корневой системы растения и в конечном итоге повысят урожайность. Промышленное производство агрегатов для полосовой обработки почвы целесообразно наладить на отечественных предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.

Список литературы

- Бакиров Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки черноземов степной зоны Южного Урала: автореф. д-ра с.-х. наук. Оренбург; 2008. 48 с.
- Воротников И.Л. Организационно-экономические основы формирования и развития ресурсосберегающего уклада АПК: дисс. ... д-ра экон. наук. Саратов; 2006. 382 с.
- Бойков В.М., Воротников И.Л., Нарушев В.Б., Старцев С.В. Обоснование целесообразности использования полосовой (Strip-till) обработки почвы в условиях степного Поволжья. *Аграрный научный журнал*. 2019;(10):99–104. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i10pp99-104>
- Борисенко И.Б., Мезникова М.В. Технология Strip-till в современных экономических условиях. В сб.: *Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 30-летию системы сухого земледелия Волгоградской области «Научно обоснованные системы сухого земледелия в современных условиях»*. 17 мая 2016 г., Волгоград. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ; 2016. С. 70–74.
- DeJong-Hughes J., Vetsch J. On-farm comparison of conservation tillage systems for corn following soybeans. *University of Minnesota Extension Publication. Bulletin 08483*; 2007. 15 p.
- Olson B.L.S., Falk J., Aiken R. Sunflower yield as affected by strip-till. In: *Proc. 28th Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association, Fargo, ND, 11–12 January 2007*.
- Endres G., Hendrickson P. Row crop performance with tillage systems and placement of fertilizer. In: *A report of agricultural research and extension in Central North Dakota. Carrington Research Extension Center. USA: North Dakota State University; 2009. Vol. 50. P. 7–8.*
- Faaborg R., Wentе C., De Jong-Hughes J.M., Reicosky D.C. A comparison of soil CO₂ emissions following moldboard plowing, disk ripping and strip tilling. *USDA-ARS research update*. 2005.
- Overstreet L.F., Franzen D., Cattanach N.R., Gegner S. Strip-tillage in sugarbeet rotations. In: *Sugarbeet Research and Extension Reports. USA: NDSU Extension; 2007. Vol. 38.*
- Шабаев А.И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья. Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова; 2003. 284 с.
- Сафиулин М. Опыт США: технология полосовой обработки. *Ресурсосберегающее земледелие*. 2011;(2):17–19.
- Родионова И.А., Колотырин К.П., Калашникова С.П. Управление инновационными проектами в АПК. Саратов: АПСИП «Приволжская книжная палата»; 2021. 96 с.
- Огрызков Е.П., Огрызков В.Е., Кобяков И.А. Экологический аспект работы лаповых глубоких-лителей. *Техника в сельском хозяйстве*. 1993;(5):18–20.
- Тиссен Р.У. Обоснование технологии полосовой обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дис. канд. техн. наук. Барнаул; 2017. 24 с.
- Макаренко С.И. Техничко-экономический анализ целесообразности внедрения новых технологических решений. *Системы управления, связи и безопасности*. 2016;(1):278–287. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2016-10112>
- Богатырев С.А. Разработка общей модели формирования теоретических основ восстановления деталей. *Научная мысль*. 2015;(3):320–322.
- Жук А.Ф., Шубин А.В. Эффективность комбинированных почвообрабатывающих агрегатов АПК-6 и АПК-3. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2010;(5):18–20.
- Бойков В.М., Воротников И.Л., Старцев С.В., Башмаков И.А. Технологические направления снижения энергоемкости процесса основной обработки почвы. *Аграрный научный журнал*. 2019;(11):86–88. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i11pp86-88>
- Бойков В.М. Механико-технологическое обоснование эффективных способов и технических средств основной обработки почвы: дисс. ... д-ра техн. наук. Саратов; 1998. 370 с.
- Доценко А.Е. Совершенствование технологического процесса глубокой обработки почвы за счет разработки комбинированного рабочего органа: дисс. ... канд. техн. наук. Волгоград; 2017. 166 с.

References

1. Bakirov F.G. Efficiency of resource-saving systems for processing chernozems in the steppe zone of the Southern Urals. Summary Diss. Dr. Sci. (Agricul.). Orenburg; 2008. 48 p. (In Russ.)
2. Vorotnikov I.L. Organizational and economic foundations for the formation and development of a resource-saving way of the agro-industrial complex. Diss. Dr. Sci. (Econ.). Saratov; 2006. 382 p. (In Russ.)
3. Boykov V.M., Vorotnikov I.L., Narushev V.B., Startsev S.V. Substantiation of expediency of use of Strip-till soil treatment in steppe Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019;(10):99–104. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i10pp99-104>
4. Borisenko I.B., Meznikova M.V. Strip-till technology in modern economic conditions. In: *Proceed. of the Inter. scient.-pract. conf. dedicated to the 30th anniversary of the system of dry farming in the Volgograd region "Scientifically based systems of dry farming in modern conditions". May 17, 2016, Volgograd*. Volgograd: FSBEI HE Volgograd SAU; 2016. P. 70–74. (In Russ.)
5. DeJong-Hughes J., Vetsch J. On-farm comparison of conservation tillage systems for corn following soybeans. *University of Minnesota Extension Publication. Bulletin 08483*; 2007. 15 p.
6. Olson B.L.S., Falk J., Aiken R. Sunflower yield as affected by strip-till. In: *Proc. 28th Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association, Fargo, ND, January 11–12, 2007*.
7. Endres G., Hendrickson P. Row crop performance with tillage systems and placement of fertilizer. In: *A report of agricultural research and extension in Central North Dakota. Carrington Research Extension Center*. USA: North Dakota State University; 2009. Vol. 50. P. 7–8.
8. Faaborg R., Wente C., De Jong-Hughes J.M., Reicosky D.C. A comparison of soil CO₂ emissions following moldboard plowing, disk ripping and strip tilling. USDA-ARS research update. 2005.
9. Overstreet L.F., Franzen D., Cattanaach N.R., Gegner S. Strip-tillage in sugarbeet rotations. In: *Sugarbeet Research and Extension Reports*. USA: NDSU Extension; 2007. Vol. 38.
10. Shabaev A.I. Adaptive-ecological farming systems in agrolandscapes of the Volga region. Saratov: Saratov State Vavilov Agrarian University; 2003. 284 p. (In Russ.)
11. Safiulin M. US experience: strip processing technology. *Resursosberegayushchee zemledelie*. 2011;(2):17–19. (In Russ.)
12. Rodionova I.A., Kolotyryn K.P., Kalashnikova S.P. Management of innovative projects in the agro-industrial complex. Saratov: APSIP "Privolzhskaya knizhnaya palata"; 2021. 96 p. (In Russ.)
13. Ogyzkov E.P., Ogryzkov V.E., Kobayakov I.A. Ecological aspect of the operation of the hoe subsoilers. *Tekhnika v sel'skom khozyaistve*. 1993;(5):18–20. (In Russ.)
14. Thyssen R.U. Substantiation of the technology of strip tillage in the cultivation of agricultural crops. Summary Diss. Cand. Sci. (Eng.). Barnaul; 2017. 24 p. (In Russ.)
15. Makarenko S.I. Technical and economic assessment for new technologies which realize at technical systems. *Systems of Control, Communication and Security*. 2016;(1):278–287. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2016-10112>
16. Bogatyrev S.A. Development of the general model of forming the theoretic foundations of parts restoration. *Nauchnaya mysl'*. 2015;(3):320–322. (In Russ.)
17. Zhuk A.F., Shubin A.V. Efficiency of combined soil-cultivating aggregates APK-6 and APK-3. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2010;(5):18–20. (In Russ.)
18. Boikov V.M., Vorotnikov I.L., Startsev S.V., Bashmakov I.A. Technological directions for reducing the energy intensity of the main tillage process. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019;(11):86–88. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i11pp86-88>
19. Boikov V.M. Mechanical and technological substantiation of effective methods and technical means of basic tillage. Diss. ... Dr. Sci. (Eng.). Saratov; 1998. 370 p. (In Russ.)
20. Dotsenko A.E. Improvement of the technological process of deep tillage through the development of a combined working body. Diss. ... Cand. Sci. (Eng.). Volgograd; 2017. 166 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Воротников Игорь Леонидович – д-р экон. наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И.Вавилова, 410012, Саратов, просп. им. Петра Столыпина, д. 4, стр.3, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3631-8275>; e-mail: nir@sgau.ru

Information about authors

Igor L. Vorotnikov – Dr.Sci. (Econ.), Professor of the Project Management and Foreign Economic Activity in Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4 / 3 Petra Stolypina Ave., Saratov 410012, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3631-8275>; e-mail: nir@sgau.ru

Колотырин Константин Павлович – д-р экон. наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, АПК Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, 410012, Саратов, Театральная пл., д. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9259-0666>; e-mail: kpk75@mail.ru

Богатырев Сергей Аркадьевич – д-р техн. наук, профессор кафедры проектного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, АПК Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, 410012, Саратов, Театральная пл., д. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4212-9948>; e-mail: tettet@inbox.ru

Савон Диана Юрьевна – д-р экон. наук, профессор кафедры промышленного менеджмента, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация; e-mail: di199@yandex.ru

Konstantin P. Kolotyryn – Dr.Sci. (Econ.), Professor of the Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-Industrial Complex, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1 Teatralnaya Sq., Saratov 410012, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9259-0666>; e-mail: kpk75@mail.ru

Sergey A. Bogatyrev – Dr.Sci. (Eng.), Professor of the Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-Industrial Complex, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1 Teatralnaya Sq., Saratov 410012, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4212-9948>; e-mail: tettet@inbox.ru

Diana Yu. Savon – Dr.Sci. (Econ.), Professor of the Department of Industrial Management, National University of Science and Technology MISiS, 4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation; e-mail: di199@yandex.ru

Поступила в редакцию **14.10.2022**; поступила после доработки **05.12.2022**; принята к публикации **12.12.2022**
Received **14.10.2022**; Revised **05.12.2022**; Accepted **12.12.2022**

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-407-420>

Теоретико-прикладные подходы к оценке уровня прогрессивности и инновационности проектов электросетевого строительства

В.В. Полити  

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26, Российская Федерация

 politivv@mgsu.ru

Аннотация. В статье исследуются концептуальные направления модернизации электрических сетей и инновационные разработки в области энергетики, включая эволюционные и прорывные инновации. Проводится анализ состояния рынка электроэнергетики России. Изучается опыт и результативность научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности крупнейшей энергетической компании ПАО «Россети». Выявляются приоритеты инновационного развития в сфере достижения энергетической эффективности. Обосновывается необходимость внедрения вариантного проектирования при реализации инвестиционных проектов электросетевого строительства. Основопологающей базой такого подхода должна стать комплексная экономико-техническая оценка уровня инновационности и прогрессивности проектных решений, учитывающая масштабность проявления экономического эффекта. Оптимальность принятых инженерно-технологических и конструктивных решений по объекту или сооружению зависит как от уровня квалификации и опыта проектировщиков, так и от качества применяемых программных продуктов. Кроме того, вариантное или поисковое проектирование вызывает необходимость формирования инновационного мышления как у разработчиков, так и у заказчиков. Результат изобретательского творчества требует последующей оценки уровня прогрессивности и коммерческой реализуемости созданного продукта. Предложены принципиальные и отраслевые группы критериев, позволяющие признавать новую продукцию или технологию, являющуюся результатом НИОКР как прогрессивную и/или инновационную. Также рассматривается группа критериев, характеризующая уровень технической оснащенности компании-разработчика. С другой стороны, как поисковое проектирование технических систем, так и вариантное конструктивное проектирование ведут к удлинению срока выполнения договорных работ. В свою очередь, удлинение сроков ведет к повышению стоимости реализации проектных решений. Выходом из данной ситуации является создание открытой библиотеки типовых проектов, обладающих инновационными характеристиками и имеющих практику внедрения.

Ключевые слова: энергетическое строительство, электрические сети, проектирование, научные разработки, НИОКР, прогрессивные технологические решения, уровень инновационности проекта, алгоритмы оценки, задание на проектирование, критерии оценки

Для цитирования: Полити В.В. Теоретико-прикладные подходы к оценке уровня прогрессивности и инновационности проектов электросетевого строительства. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):407–420. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-407-420>

Theoretical and applied approaches to assessing the level of progressiveness and innovativeness of electric grid construction projects

V.V. Politi  

Moscow State University of Civil Engineering,
26 Yaroslavsky Highway, Moscow 129337, Russian Federation

 politivv@mgsu.ru

Abstract. The article presents the study of conceptual directions of modernization of electric grids and innovative developments in the energy sector including evolutionary and breakthrough innovation. The author analyses the state of Russia's market of the electric

power industry and studies the experience and efficiency of research and development activities of the largest energy company PJSC ROSSETI. The priorities of innovative development in achieving energy efficiency are identified. The author of the article justifies the necessity of introduction of variant design during the implementation of investment projects of electric grid construction. Complex economic and technical assessment of the level of innovativeness and progressiveness of the project solutions which takes into account the scale of the manifestation of the economic effect should become the basis for this approach. The optimality of the engineering, technological and design solutions about the facility or building depends on both the level of qualification and experience of the designers and the quality of the software products used. Moreover, variant or exploratory design causes the need for the formation of innovative thinking among both developers and customers. The result of inventive creativity requires further assessment of the level of progressiveness and commercial feasibility of the created product. The author suggests principal and sectoral groups of criteria which allow recognizing new products or technologies resulting from R&D as progressive and/or innovative. The article also contains the analysis of the group of criteria characterizing the level of technical equipment of the developer company. On the other hand, both exploratory design of technological systems and variant construction design result in the prolongation of the term of performance of contractual works. In return, prolongation of the terms results in increasing the cost of implementing design solutions. The situation may be solved by creating an open library of uniform projects with innovative characteristics and implementation practice.

Keywords: energy construction, electric grids, design, scientific developments, R&D, progressive technological solutions, level of innovativeness of the project, assessment algorithms, design assignment, assessment criteria

For citation: Politi V.V. Theoretical and applied approaches to assessing the level of progressiveness and innovativeness of electric grid construction projects. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):421–434. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-407-420>

评估电网建设项目的先进程度和创新程度的理论与实用方法

V.V. Politi  

莫斯科国立建筑大学,
129337, 俄罗斯联邦莫斯科雅罗斯拉夫尔公路26号
 politivv@mgsu.ru

摘要: 本文研究了电网现代化的概念方向和能源领域的创新发展, 包括进化式创新和突破性创新。对俄罗斯电力市场的现况进行了分析。研究了最大的能源公司PJSC Rosseti研发活动的经验和有效性。确定了在能源效率方面实现创新发展的优先事项。论证了在电网建设投资项目的实施过程中引入方案设计的必要性。 这种方法的根本基础应该是对设计方案的创新程度和先进程度进行全面的经济和技术评估, 同时考虑到经济效应的规模。为设施或建筑采用的工程、技术及结构解决方案的优化取决于设计者的资质和经验以及所应用的软件产品的质量。此外, 方案设计或探索性设计要求开发人员和客户形成创新思维。创新活动的结果要求对所创造的产品/技术的先进程度和商业可行性进行后续评估。提出了将研发成果(新产品或技术)识别为具有先进性和/或创新性的原则性和行业性标准组。还考虑了一组表征开发公司技术设备水平的标准。另一方面, 技术系统的探索性设计和结构方案设计都会导致合同工期的延长。这反过来又导致了实施设计方案的成本增加。摆脱这种局面的出路是创建一个开放式的具有创新特征和经过实践检验的标准设计库。

关键词: 能源建设, 电网, 设计, 科研成果, 科研、开发与研制工作, 先进的技术解决方案, 项目的创新程度, 评价算法, 设计任务, 评价标准

Введение

Современное проектирование сложной электрической сети мегаполиса опирается как на классические принципы обеспечения надежности, безопасности, экономичности, опережения спроса на потребление, так и на принципы-новации, такие как экологизация эксплуатации, соблюдение эстетики городской территории, устойчивость развития (гомеостатичность), механизм обратной связи, открытость информации, энергосбережение, инновационность проектных решений [1–3]. Но общим, фундаментальным принципом проектирования систем в области энергетики является принцип обеспечения энергетической безопасности, конкретизированный учеными Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН и включающий политические, экономические, техногенные условия по обеспечению снижения угрозы самой жизнедеятельности общества и обеспечения национальных интересов и приоритетов [4].

Осуществлять инновационное развитие базовых технологий электрических сетей и оборудования возможно двумя путями – эволюционным, предусматривающим модернизацию отдельных элементов без изменения общего состава, структуры и принципа работы электрической сети, и прорывным, включающим комплексный подход, который охватывает всю энергетическую цепочку от производителя до потребителя, составляющего основу концепции Smart Grid. Авторы Б.Б. Кобец, И.О. Волкова, изучая европейский и американский опыт создания единого энергоинформационного комплекса (концепция Smart Grid), предлагают национальную модель управления данными. Согласно мнению авторов, интеллектуальная электрическая сеть должна включать как «новые методы и технологии прогнозирования (advanced forecasting), так и создание активного потребителя (demand response)» [5, с. 197].

Направленные усилия на создание единой цифровой среды проектирования, строительства и эксплуатации в энергетическом секторе экономики способны обеспечить эффективное управление объектами энергетического хозяйства на протяжении всего их жизненного цикла. Оценивая результаты реализации государственной политики цифровизации в энергетике России, авторы И.Г. Ахметова, Ю.С. Валеева и М.В. Калинина констатируют «уверенную позицию по степени готовности точки роста» и справедливо отмечают, что цифровизация является одним из инструментов инноваций [6, с. 319].

Координация процессов детального проектирования, развитие практик неформального сотрудничества, быстрая адаптация по отношению к внешним изменениям, и, в целом, эффективное управление активами на протяжении всего их жизненного цикла и пр. возможны только на базе системной интеграции процессов и инструментов управления [7]. Одним из результатов активно проводимой государственной политики цифровизации отраслей и секторов экономики, том числе и высокотехнологичных секторов, должно стать создание хранилищ ценного интеллектуального капитала для систематического и многократного повторного использования (баз данных).

При реализации крупномасштабных программ интенсификации развития городских территорий, особое внимание уделяется способам создания принципиально новых схем электрообеспечения объектов, кварталов и районов. Поэтому важным является внедрение процесса вариантного проектирования на стадии разработки технико-экономического обоснования и выбора оптимального способа, соответствующего заданным критериям надежности, безопасности и экономичности эксплуатации электрических сетей и их оборудования. Данный вид проектирования применяется, в основном, при строительстве новых объектов, что позволяет проектировщикам и инженерам-конструкторам рассматривать достаточное количество вариантов технологических решений и достигать баланса технических и экономических характеристик. Применение вариантного проектирования при реконструкции объектов и сооружений имеет ограничения, обусловленные необходимостью учета характеристик и особенностей эксплуатации уже существующего объекта.

Сущность вариантного проектирования заключается в подготовке и выборе оптимального варианта конструктивных, планировочных, инженерных и других решений. Разработка вариантов осуществляется с учетом технических, экономических и других показателей. Ключевой целью такого метода является обоснованный выбор решений, которые будут отвечать техническому заданию и требованиям заказчика, соответствовать нормам безопасности строительства и эксплуатации.

Хотя вариантное проектирование ведет к удлинению срока реализации инвестиционного проекта и его удорожанию на стадии предпроектных разработок, однако в результате это приводит к уменьшению последующих эксплуатационных затрат. Типовое проектирование сокращает как

сроки, так и стоимость проектных решений и самого строительства электрических сетей и оборудования, однако степень влияния на уровень эксплуатационных затрат при этом снижается.

Процесс вариантного проектирования требует у лица, принимающего решение, наличие критического, а именно, креативного, творческого подхода, сопряженного с анализом стратегических объектов, к которым можно отнести инновации. Выполнение же процедур типового проектирования является доступным для большинства исполнителей и не требует опыта и креативности. Так, О.В. Милехина и И.Б. Адова, справедливо отмечают, что импульсным центром любой инновационной экосистемы являются инициативные сотрудники, способные как «поддерживать личные креативные способности, так и формировать проектные команды для решения нетривиальных задач, развивая инновационную корпоративную культуру» [8, с. 324]. Анализируя состав и структуру рабочего времени в службе главного инженера производственного предприятия, авторы выявляют «диспропорциональность рутины и инновационной составляющей труда инженеров, организационно-управленческие барьеры продуцирования технологических инноваций», и, как результат, отсутствие рабочего времени на решение интеллектуальных задач [8, с. 325].

Следует отметить, что творческий этап проектирования технологических инноваций традиционно относится к поисковому типу проектирования, на котором решаются изобретательские задачи и используется вариативный подход.

Одним из методов решения вышеописанных проблем является создание единой цифровой среды, основой которой должна стать государственная информационная система обеспечения профессиональной деятельности, в частности, система управления проектами на базе создания информационной (цифровой) модели энергетического объекта. Ценностным императивом развития экономики страны является формирование постиндустриальной экономики, характеризующейся определением знания как ключевой компетенции [9].

Постановка задачи исследования

Известно, что энергетическая система России, являясь динамично развивающимся сектором экономики в условиях высокой дифференциации региональных характеристик, обладает следующими отраслевыми особенностями:

- значительной протяженностью линий электропередачи (ЛЭП) и объемами трансформаторной мощности;

- высокой капиталоемкостью электросетевого комплекса (эффективность функционирования зависит от состояния основных фондов электросетевых предприятий);

- высокой плотностью электрических нагрузок и большим количеством городских потребителей, находящихся на ограниченной территории;

- ростом потребности в применении компактных и экологичных электроэнергетических объектов, обусловленных повышением стоимости городских территорий;

- потребностью в секционировании электрической сети в целях уменьшения токов короткого замыкания (разделение энергосистемы на части и создание точек физического разрыва сети);

- большой разветвленностью электрических сетей и, следовательно, их низкой надежностью;

- наличием технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем;

- отсутствием эффективной консолидации генерации электроэнергии, ее передачи и распределения, с энергопотреблением;

- экономически необоснованным формированием тарифов и проведением тарифной политики;

- наличием многочисленных собственников электрических сетей.

При наличии такого многообразия особенностей, основными проблемами, возникающими в электрических сетях, являются низкий уровень управляемости, высокий уровень потерь электроэнергии, повышенный риск веерного отключения электроэнергии, и пр. [10]. Но, при этом, несмотря на конкурирующие требования и условия, тем не менее, распределительные сети органически объединены одной общей задачей – обеспечения надежного энергоснабжения.

Выходом из сложившейся ситуации является не только применение проектов строительства, реконструкции и модернизации электросетевого хозяйства с инновационными характеристиками, но и методически выверенный отбор прогрессивных проектов для их последующего финансирования и реализации на практике.

С другой стороны, ускорением внедрения инновационных проектов является создание библиотеки типовых проектов, являющихся экономически эффективными, а именно, оптимальными по стоимости и прогрессивными с точки зрения конструкторских и технологических решений. Следует отметить, что прогрессивность – это такое новое свойство (качество), которое характеризуется скачкообразными эволюционными изменениями, имеющими кумулятивный характер [11].

Инновационная деятельность – это творческо-поисковый процесс разработки и последующей коммерциализации инноваций. Инновационность проекта – это уровень использования инноваций в проектных и конструкторских разработках, зависящий от уровня инновативности лица или лиц генерирующих и сопровождающих проектный процесс и принимающих решение. В свою очередь инновативность – это креативный способ мышления, проявляющийся в способности к поиску, отбору и внедрению продуктовых и процессных инноваций [12].

В то же время инновативность является неотъемлемой характеристикой стратегического мышления. Поэтому данное выше определение отличается узостью подхода к такой сложной и многоаспектной категории, как инновация, отличающейся системообразующим свойством и способной качественно преобразовать сопряженные с ней объекты [13]. Поэтому, давая определение уровню инновационности, следует говорить и о динамическом свойстве данной категории и рассматривать проекты с точки зрения их уровневой принадлежности

(отдельная компания, регион, отрасль, сектор, страна) [14].

Инновационность регионального проекта электросетевого строительства определяется его способностью качественно менять характеристики как социально-экономической системы, на которую направлено действие проекта, так и ее элементов, обеспечивая устойчивое развитие региона в долгосрочной перспективе.

Исследование текущей ситуации

Согласно статистическим данным, предоставленным Министерством энергетики РФ, выработка электрической энергии, начиная с 2005 г. по настоящее время, неуклонно растет (табл. 1). Однако на временном интервальном ряду с 2005 по 2021 г. выявлено три пика снижения, – 2009, 2013 и 2020 гг. А в кризисном 2008 г. наблюдалось наоборот, повышение потребления электроэнергии в жилищном секторе экономики. Дальнейший спад производства в промышленности в следующем 2009 г. и теплая погода в зимний период времени привели к снижению выработки и потребления электроэнергии. Далее, в 2013 г.

Таблица 1 / Table 1

Отдельные показатели энергобаланса в целом по Российской Федерации за период 2005–2021 гг.

Selected indicators of the energy balance in the Russian Federation as a whole for the period 2005–2021

Год	Отдельные статьи энергобаланса РФ			
	Выработано		Получено с оптового рынка, гигаواتт-ч	Потреблено малыми, средними и крупными компаниями, всего, гигаواتт-ч
	гигаواتт-ч	Прирост (+), снижение (–), %		
2005	953 083,4	–		940 702,7
2006	995 793,9	+4,481		979 982,6
2007	1 015 333,2	+1,962		1 002 534,8
2008	1 040 379,4	+2,467	–	1 022 746,2
2009	991 979,5	–4,652	–	977 122,4
2010	1 038 029,5	+4,642	–	1 020 632,5
2011	1 054 809,9	+1,617	–	1 041 122,1
2012	1 069 292,4	+1,373	–	1 063 319,5
2013	1 059 286,7	–0,937	–	1 059 286,7
2014	1 064 207,3	+0,465	–	1 064 956,1
2015	1 067 549,4	+0,314	–	1 059 798,7
2016	1 091 132,9	+2,210	–	1 077 948,4
2017	1 094 288,0	+0,289	–	1 089 104,7
2018	1 115 087,6	+1,900	–	1 108 134,0
2019	1 121 492,4	+0,574	–	1 110 050,3
2020	1 089 667,7	–2,838	1 077 248,9	1 085 045,1
2021	1 159 416,5	+6,400	1 096 916,1	1 135 352,9

Источник: ЕМИСС государственная статистика. Производство и потребление электроэнергии в Российской Федерации. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/33942#> (дата обращения: 02.01.2022).

из-за падения потребления электроэнергии алюминиевыми заводами, а также аномальной теплой температуры в зимний период, наблюдалось снижение выработки. Следующее снижение произошло в 2020 г. в период введения карантинного режима по всей РФ.

В настоящее время энергетики прогнозируют уменьшение объема спроса на электроэнергию по следующим причинам: 1) сложная геополитическая ситуация, оказывающая влияние на снижение спроса на энергетические ресурсы России; 2) влияние внутренней политики по повышению энергоэффективности и использованию альтернативных источников энергии; 3) неуклонно продолжающийся спад национального промышленного производства.

Для достижения целей, которые определены в «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»¹, и решения проблем энергетической отрасли по увеличению мощности и качества электроэнергии, снижению потерь, безопасности эксплуатации требуется единый комплексный подход, включающий инициацию и финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) Министерством энергетики РФ. Приоритетами государственной энергетической политики являются: обеспечение энергетической безопасности страны, особенно положения субъектов, расположенных на геостратегических территориях; переход к ресурсосберегающей энергетике; развитие конкуренции на внутреннем рынке; достижение энергетической эффективности; использование оборудования отечественного производства; удовлетворение внутреннего спроса.

Одним из инструментов соблюдения заявленных стратегических приоритетов и достижение целей, как видит автор данного исследования, на первичном (низовом) уровне, а, именно, на уровне реализации инновационно-инвестиционных проектов группой компаний-участников, является создание *электронной системы накопления, хранения и распространения знаний* по реализованным инновационным решениям.

НИОКР (*Research & Development*) – это совокупность теоретических идей, научных экспериментов, включая производство типовых образцов и их испытание, направленных на практическое применение результатов в отраслях экономики. Можно сказать, что НИОКР – это фактор формирования конкурентных, с точки зрения рынка,

¹ Министерство энергетики Российской Федерации: Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 02.01.2022).

и прогрессивных, с точки зрения отраслевой науки, преимуществ, а также НИОКР – это первичный элемент инновации, как сложного комплексного явления.

Так, крупнейшая в мире федеральная сетевая компания ПАО «Россети», основным видом деятельности которой является передача электроэнергии по единой национальной электрической сети России, активно занимается НИОКРами на основе сбора заявок от компаний-представителей и формирования двухлетних программ развития. В настоящее время сформирована программа НИОКР на 2022–2024 гг. (табл. 2).

В целях реализации национальной программы «Цифровая экономика РФ»² в ПАО «Россети» ФСК ЕС разработан проект общей цифровой трансформации отрасли по следующему контуру, включающему подпроекты: цифровые объекты, цифровые системы управления, цифровой сотрудник, цифровые коммуникации. Для решения этих задач планируется постепенно внедрять следующие инновационные технологии: интернет-вещей; большие данные; волоконно-оптические линии связи и цифровые каналы связи; робототехника и беспилотная авиация: блокчейн; виртуальная/дополненная реальность; искусственный интеллект и машинное обучение. По результатам НИОКР разработан технологический реестр по основным направлениям инновационного развития ПАО «Россети», включающий описание, параметры и характеристики технологий и инновационных решений, приведены граничные условия применения. Также осуществляется взаимодействие с территориальными инновационными кластерами и технологическими платформами, производственными компаниями, выпускающими электротехническую продукцию. В результате компания стоит на пороге создания *полного цикла инновационной деятельности* от НИОКР до коммерциализации результатов.

В 2020 г. общий объем программы НИОКР был представлен 92 работами, а выполнение целевых значений программы составило 161 % при финансировании в 1 млрд 818 млн руб., а в 2016 г. затраты на НИОКР составляли 696 млн руб., т.е. объем финансирования НИОКР за 4 года вырос в 2,62 раза³.

² Цифровая экономика РФ. URL: https://www.digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 27.10.2022).

³ Отчет о реализации НИОКР в Группе компаний «Россети» за 2020 г. URL: https://www.rosseti.ru/investment/niokr/otchet_niokr_2020.pdf (дата обращения: 20.09.2022).

Таблица 2 / Table 2

Приоритеты инновационного развития компании ФСК ПАО «Россети» на период 2022–2024 гг.

Priorities of innovative development of the company «ROSSET» for 2022–2024

Виды инноваций	Характеристика
«Умные подстанции» 35–750 кВ	Цифровое проектирование, новые решения для мониторинга и диагностики оборудования, кибербезопасность
Активно-адаптивные сети	Технологии цифровых радиоэлектронных средств с функциями самовосстановления после нарушений электроснабжения, поддержкой «активных потребителей» и их участие в работе сети, высокоточные системы определения мест повреждения и локализации аварийных участков сети
Комплексная эффективность бизнес-процессов и автоматизации систем управления	Проекты цифровой трансформации и мероприятия ведомственного проекта Минэнерго России «Единая техническая политика – надежность электроснабжения»
Новые технологии и материалы	Сверхпроводимость, композиты, накопители энергии, технологии постоянного тока в сетях 0,4 и 6–35 кВт, обеспечение параллельной работы сети и ВИЭ
Организационные инновации	Управление знаниями, инновационный менеджмент, управление результатами интеллектуальной собственности

Источник: Публичное акционерное общество «Российские сети» (ПАО «Россети»). URL: <https://www.rosseti.ru> (дата обращения: 10.05.2022).

Планируемые целевые показатели ПАО «Россети» на период с 2022 до 2024 г. с перспективой до 2030 г. были определены на основании сопоставления текущего уровня технологического развития самой компании с ключевыми показателями ведущих зарубежных компаний-аналогов и отраслевых нормативно-технических документов. Так, на период до 2030 г. доля затрат на научные исследования определена в размере 25 % от выручки; доля затрат на внедрение инновационной продукции – 5 % от общего объема затрат на инвестиционную программу; доля инженерно-технического персонала, использующего в производственной деятельности электронную систему накопления, хранения и распространения знаний должна достигнуть 100 %⁴.

Однако целевые показатели паспорта программы инновационного развития энергетической компании «Россети» могут быть подвергнуты корректировке по причине роста неопределенности на мировом энергетическом рынке, геополитической напряженности и рисков нарушения цепочек поставок. Россия, являясь крупным стейкхолдером мировых энергетических рынков, находится в сильной зависимости от изменчивости спроса и цены на топливно-энергетические ресурсы. В тоже время электроэнергетика России, в основном, ориентирована на внутренний рынок, поэтому обострение

текущей геополитической ситуации оказывает незначительное воздействие на показатели выработки и потребления электроэнергетического сектора экономики [14].

Основная стратегическая цель энергетической компании – формирование условий перехода к электросети нового технологического уклада с качественно новыми характеристиками надежности, эффективности, доступности, управляемости и клиентоориентированности. Однако для достижения заданной стратегической цели следует повысить *уровень инновационности и прогрессивности проектов модернизации* энергосистемы на основе активизации процессов мониторинга, анализа и внедрения технологических инноваций в проектные решения, способных вывести энергетическую отрасль на качественно новый уровень. Изначально, на стадии предпроектных разработок, поиска и оценки технологических и конструктивных решений, в задании на проектирование должно быть указано *вариативное технологическое проектирование и задан определенный уровень инновационности проекта*, определены источники финансирования.

Особенности инновационного технологического проектирования и их технико-экономическая оценка

Уровень инновационности проекта энергетического строительства определяется использованием в проектных решениях результатов НИОКР. Прогрессивность проекта характеризуется использованием высокотехнологичной или инновационной продукции, внедрение которой способно

⁴ Паспорт программы инновационного развития ПАО «Россети» на период 2022–2024 гг. с перспективой до 2030 г. URL: https://www.rosseti.ru/investment/policy_innovation_development/doc/pasport_pir_06.22.pdf (дата обращения: 27.03.2022).

привести к значительному экономическому эффекту для энергетической отрасли, коренным образом улучшить или изменить технические и технологические характеристики электрических сетей и их элементов, повысить их надежность, качество и безопасность эксплуатации. В силу специфики энергетической отрасли и ее масштабы и присутствия во всех регионах РФ, инновационные проектные решения, реализованные для отдельного регионального заказчика, должны стать *типовым*, т.е. *повторно применяемыми* и для всей энергетической сети России.

Одной из проблем инновационного проектирования является запаздывание разработки стандартов и регламентов, регулирующих безопасное и технологически правильное применение инновационного продукта. Для решения данной проблемы в ПАО «Россети» внедрена *система корпоративной стандартизации* в рамках Соглашения о координации и развитии системы нормативно-технического обеспечения в электросетевом комплексе.

Другим фактором, влияющим на срок выполнения инновационных проектных работ, является необходимость проведения дополнительных расчетов для обоснования технологической возможности реализации принятых проектных решений. Для ускорения изучения соответствия оборудования заявляемым параметрам и внедрения инновации в энергетический сектор России представителями компании ПАО «Россети» было инициировано создание «Федерального испытательного центра электротехнического оборудования».

Технологическое проектирование распределительных электрических сетей регулируется стандартом организации ПАО «Россети», определяющим единые технические требования. Например, разработан и обновлен в 2021 г. стандарт СТО 34.01-21.1-001-2017 «Распределительные электрические сети, напряжением 0,4–110 кВт. Требования к технологическому проектированию», призванный обеспечить реализацию единой технической политики; повысить качество и надежность электросетевого комплекса; обеспечить сохранность жизни и здоровья работников; создать условия для развития электросетевого комплекса и его технологическое совершенствование. В стандарте есть прямое указание, что на воздушных линиях с самонесущими изолированными проводниками (ВЛИ) в целях обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей должны внедряться современные прогрессивные технические решения, имеющие высокую надежность в эксплуатации и ремон-

топригодность. Технические параметры рекомендуется выбирать из условия *минимальных затрат на их обслуживание за период эксплуатации не менее 40 лет*.

В новом стандарте указано, что «технические решения должны приниматься на основании технико-экономических расчетов путем сравнения вариантов с учетом требований энергоэффективности использования технологий и материалов, исключающей нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства и реконструкции, так и в процессе их эксплуатации. Из числа технически сопоставимых вариантов предпочтение следует отдавать варианту с *минимальными дисконтированными затратами*»⁵. Из этого положения можно сделать вывод, что для удовлетворения требований заказчика по достижению показателей энергоэффективности проекта электросетевого строительства подрядчику следует осуществлять регулярный мониторинг рынка нововведений по энергетическому хозяйству и формировать соответствующую базу данных. Это подтверждается следующим положением вышеуказанного стандарта: «следует производить проверку использованных технических решений на патентную чистоту и патентоспособность, а использование изобретений и полезных моделей осуществляется в соответствии с действующим законодательством и должно быть согласовано с заказчиком и патентообладателем».

Введено понятие «*сети нового поколения*» – это сети, в основе которых заложены новые принципы построения, выполненные с использованием новых технологий, конструкций и материалов, а также оснащенные современным электрооборудованием, средствами измерения, управления, автоматизации и защиты, удовлетворяющие требованиям потребителя по качеству электроэнергии и надежности электроснабжения.

Однако, несмотря на то, что нормативно-правовой документ разработан и утвержден, в том числе и Департаментом технологического развития и инноваций ПАО «Россети», в нем отсутствует отдельный раздел, описывающий конкретные требования к уровню прогрессивности и/или инновационности технологических решений. Также отсутствует раздел, предъявляющий конкретные требования к экономической эффективности и/или экономичности проектных решений, данное положение указано лишь к общим требо-

⁵ СТО 34.01-21.1-001-2017. Распределительные электрические сети, напряжением 0,4–110 кВт. Требования к технологическому проектированию. URL: <http://gost.gtsever.ru/Index2/1/4293734/4293734156.htm> (дата обращения: 27.10.2022).

ваниям по технологическому проектированию (табл. 3). Следовательно, конкретизировать общие требования и перевести их в специальные требования – это задача технического заказчика, которая решается в документе «Задание на проектирование» в разделе «Специальные требования».

В обновленный стандарт по проектированию должны быть внесены дополнительные требования по экономической эффективности, вариативному проектированию, расчету дисконтированных затрат и достижению целей энергоэффективности. Однако для конкретизации данных технико-экономических показателей и усиления роли инновационной составляющей в проектных решениях, следует дополнительно разработать документ, описывающий требования к пораздельному составу проектной документации по энергетическому строительству и требований к их содержанию, как это сделано в документах, разработанных Минстроем и ЖКХ России.

Уровень инновационности и прогрессивности инвестиционного проекта можно оценить по степени использования в конструкторских разработках и технологических решениях результатов НИОКР, защищенных патентами и получивших признание ведущих специалистов энергетической отрасли. Инвестиционный проект может быть це-

ликом направлен на внедрение новации, имеющей прорывной, революционный характер, тогда он имеет право называться инновационным проектом, а может включать отдельные инновационные решения. В этом случае проект следует называть инвестиционный с элементами новаций.

Приведем критерии, позволяющие признавать новую продукцию или технологию, являющуюся результатом НИОКР как инновационную и (или) высокотехнологичную продукцию: базовые критерии (K_{base}^I); отраслевые критерии (K_{spec}^II); критерии оценки уровня технической оснащенности непосредственно самой компании-разработчика новации (K_{tex}^III):

$$L_{general} = f(K_{base}^I ; K_{spec}^II ; K_{tex}^III). \quad (1)$$

Итак, рассмотрим более подробно составные элементы формулы (1):

I. Базовые (принципиальные) критерии (K_{base}^I).

1. Критерий значимости (K_1). Данный критерий измеряется степенью и масштабами влияния результатов НИОКР на экономику региона, развитие отрасли, экологию, социальную сферу.

2. Критерий новизны (K_2). Новизна продукции определяется наличием документов, подтверждающих интеллектуальные права собственности разработчиков. Она может быть абсолютной

Таблица 3 / Table 3

Требования к передовому технологическому проектированию, как обязательность исполнения

Requirements for advanced technological design, as mandatory execution

Вид технологического проектирования	Общие требования к прогрессивному и/или инновационному проектированию
Проектирование высоковольтных линий (ВЛ 6–20 кВ и ВЛ 35, 110 (150) кВ) и кабельных линий (КЛ и КВЛ до 1 кВ, 6–20 кВ и 35, 110 (150) кВ)	<ol style="list-style-type: none"> 1) надежная и качественная передача электроэнергии; 2) экономическая эффективность ВЛ; 3) внедрение прогрессивных проектных решений, обеспечивающих снижение ресурсных, трудовых и капитальных затрат при строительстве и эксплуатации; 4) внедрение прогрессивных технологий строительных и монтажных работ; 5) оптимальное использование земли, а также лесных угодий; 6) соблюдение требований экологической безопасности и охраны окружающей среды; 7) соблюдение требований пожарной безопасности; ремонтпригодность применяемых конструкций; безопасность выполнения ремонтных работ на ВЛ; 8) передовые методы эксплуатации, удобные и безопасные условия труда, возможность проведения ремонтных работ на ВЛ под напряжением; 9) выполнение требований задания на проектирование (ЗП) и условий договора на производство проектно-изыскательских работ
Проектирование подстанций (6–20 кВ и 35, 110 (150) кВ 9.1)	<ol style="list-style-type: none"> 1) надежное и качественное электроснабжение потребителей; 2) внедрение передовых проектных решений, обеспечивающих соответствие всего комплекса показателей подстанций (ПС) современному мировому техническому уровню; 3) высокий уровень технологических процессов и качества строительных и монтажных работ; 4) экономическая эффективность, обусловленная оптимальным объемом привлекаемых инвестиций и ресурсов, используемой земли и снижением эксплуатационных затрат; 5) соблюдение требований экологической безопасности и охраны окружающей среды; 6) ремонтпригодность применяемого оборудования и конструкций; 7) передовые методы эксплуатации, безопасные и удобные условия труда эксплуатационного персонала

(уникальный продукт, принципиально новая разработка) либо частичной (усовершенствованная продукция). Дополнительно может оцениваться патентооборачиваемость новации.

3. Критерий доказательности (K_3). Признаком данного критерия является информация, полученная путем проведения испытаний и экспериментов. Степень доказательности определяется опытным путем.

4. Критерий объективности (K_4). Признаком данного критерия является достоверность полученных результатов, их обоснованность. Здесь может учитываться уровень компетентности разработчиков, их опыт и квалификация.

Тогда первая группа базовых критериев оценки уровня инновационности продукции может быть представлена как следующая функциональная зависимость:

$$K_{base}^I = f(K_1; K_2; K_3; K_4). \quad (2)$$

II. Дополнительные (специфические, отраслевые) критерии (K_{spec}^{II}).

1. Критерий стратегического соответствия (K_5). В данном случае критерий диагностируется на соответствие целям «Стратегии развития электросетевого комплекса РФ» (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 03.04.2013 № 511-р)⁶. Результаты интеллектуальной деятельности, в том числе, должны быть направлены на создание и внедрение:

- интеллектуальных электрических сетей и их элементов;
- высокотемпературных сверхпроводниковых материалов и устройств на их основе;
- энергоэффективных технологий в электрических сетях и др.

2. Критерий общей экономической (коммерческой) эффективности (K_6). Признаком данного критерия является эффективность освоения инновационной или высокотехнологичной продукции, определяемой экономией стоимостных, временных, материальных затрат или создающий условия для такой экономии. Также признаком экономической эффективности является растущий уровень потребительского спроса и рентабельность использования (внедрения). Именно способность к коммерциализуемости новации как результата успешной опытно-внедренческой практической деятельности, является признаком инновационности [16].

⁶ Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации. URL: <https://www.rosseti.ru/about/mission/511R.pdf> (дата обращения: 27.11.2022).

Период окупаемости затрат на разработку и внедрение новации также должен учитываться в оценке экономической эффективности результата НИОКР:

$$T_{Rec} = \sum I \sum AE, \quad (3)$$

где T_{Rec} – срок окупаемости затрат (лет); I – затраты в стоимостном выражении (инвестиции); AE – годовой экономический эффект (дол. ед.).

3. Критерий энергетической эффективности (K_7). Определяющим признаком данного критерия является направленность новации на обеспечение режима рационального использования электрических ресурсов и соблюдение режима энергосбережения.

Другими признаками данного критерия являются направленность новации на снижение потерь как в электрических сетях, так и на объектах генерации, или на снижение всех видов затрат на техническое обслуживание и ремонт. Известно, величина затрат на соответствующие мероприятия, связанные с внедрением новации, должна быть ниже полученной экономии от снижения объемов технического обслуживания и ремонта, например, более чем на 10–15 %. В этом случае, вторую группу отраслевых критериев можно представить как функциональную зависимость отраслевого критерия от частных специфических критериев:

$$K_{spec}^{II} = f(K_5; K_6; K_7). \quad (4)$$

III. Оценка уровня технической оснащенности компании-разработчика продукта-новации (K_{tex}^{III}).

1. Высокий технический уровень разработки (K_8). Определяется значительным превышением значений основных технических параметров в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными (в случае отсутствия отечественных) аналогами. Определяющие показатели: безопасность, надежность, долговечность, экономичность эксплуатации, улучшение экологических характеристик продукции и утилизации и др.

2. Товар / работа / услуга изготавливается / выполняется / оказывается научно-производственным предприятием, обладающим современным оборудованием (производством), высококвалифицированным персоналом (K_9), включающим как научных работников, так и инженерных кадров. Предприятие отличается стабильными затратами на НИОКР в размере не менее 3 % от общих затрат на производственную деятельность [17].

3. Товар / работа / услуга производится / выполняется / оказывается с использованием новейших образцов технологического оборудования, технологических процессов и технологий (K_{10}).

4. Товар / работа / услуга изготавливается / выполняется / оказывается с участием высококвалифицированного, специально подготовленного персонала, в себестоимости такой продукции затраты на оплату квалифицированного труда и научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы занимают не менее 10 % (K_{11}).

Третья группа критериев оценки уровня технической оснащенности компании – разработчика новации, должна быть представлена следующим образом:

$$K_{tex}^{III} = f(K_8; K_9; K_{10}; K_{11}). \quad (5)$$

В итоге, для получения численных значений вышеприведенных критериев, предложенных автором данного исследования, необходимо разработать шкалу интервальных оценок на основании математико-статистической обработки данных экспертных опросов, несмотря на субъективизм последних. Например, можно применить аппарат лингвистической оценки – шкалу Е.С. Харрингтона, являющуюся способом формализации субъективной неопределенности в многокритериальных задачах.

Заключение

Приоритетными задачами электроэнергетического хозяйства, согласно Стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации на период до 2030 г., являются задачи повышения качества функционирования инфраструктуры комплекса, развитие систем интеллектуального учета электроэнергии, модернизация основных фондов, находящихся в критическом состоянии, создание единой информационной среды взаимодействия. Ускорение решения поставленных задач перед электросетевым комплексом, включая задачу обеспечения энергетической целостности государства, возможно на базе активизации внедрения прорывных и приоритетных инноваций. Поэтому является важным своевременное решение проблем передового технологического проектирования (инновационного), регламентированного как обязательного проектирования.

Анализ особенностей инновационного технологического проектирования в энергетической компании ПАО «Россети» выявил высокую результативность научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, проявля-

ющуюся в неуклонном росте патентно-лицензионной деятельности и показателей внедрения результатов НИОКР в опытно-промышленную эксплуатацию. Исследуемая энергетическая компания стоит на пороге создания единого цикла инновационной деятельности – от экспертизы заявок, формирования плановых тематик НИОКР, заключения договоров с компаниями-заказчиками и проведения испытаний новаций до внедрения инновационного оборудования в эксплуатацию.

В то же время процесс инновационного проектирования сопровождается комплексом проблем, тормозящих процесс внедрения инноваций и поэтому требующих решения. Так, традиционная проблема, связанная с запаздыванием разработки стандартов и регламентов, регулирующих использование инноваций, в ПАО «Россети» решена путем учреждения системы корпоративной стандартизации. Другая проблема, связанная с трудностями поиска информации по инновационным разработкам решена с помощью формирования реестра внедренного инновационного оборудования и технологий, полученных в результате НИОКР.

Однако исследование структуры и содержания документов нормативного и технического характера, регулирующих процесс технологического проектирования, позволил выявить правовые коллизии, недоработки, которые создают препятствия для активизации использования инноваций.

Так, в стандарте по технологическому проектированию электрических сетей есть прямое указание на необходимость внедрения современных прогрессивных технологий, также приведено требование по достижению экономической эффективности в период эксплуатации сетей, но отсутствует ссылка на документ, где должно быть представлено это техническое задание и как оно будет исполнено со стороны проектировщика (подрядчика). Также отсутствует методика оценки уровня прогрессивности и (или) инновационности проекта. Следовательно, рассматриваемый новый стандарт требует доработки.

На основании проведенного научного исследования можно сделать заключение, что на данном этапе развития энергетического проектирования и существующих проблем повышения уровня коммерциализации инновационных разработок, следует использовать принципы поискового и вариантного проектирования по заранее заданным критериям инновационности проекта, рассмотренными в данной статье,

и критерию экономичности последующей эксплуатации.

На стадии предпроектных разработок следует производить отбор технологических и конструкторских решений на основании методики, предлагаемой автором данной статьи. На следующем этапе развития инновационного проектирования принятые прогрессивные решения и инновационные разработки должны стать типовыми для последующих проектов модернизации, строительства и реконструкции энергетических сетей по всей территории России. Выявлена потребность в формировании открытой библиотеки типовых проектов с инновационными технико-технологическими характеристиками. В этом случае выполнение процедур типового проектирования не требует от испол-

нителя большого практического опыта проектирования и конструирования, однако способно развить инновативное мышление как у исполнителей проекта, так и у заказчика-инвестора как базовое условие становления и развития экономики инноваций.

Основой же разработки инвестиционно-инновационных проектов, в частности, рассмотренного в статье проекта энергетического строительства, должно стать инновационное планирование развития электрических сетей с учетом планов территориального развития регионов России, разрабатываемых на основе формирования единой цифровой информационно-коммуникационной базы в согласовании со Стратегией развития электросетевого комплекса РФ.

Список литературы

1. Гольдштейн В.Г., Можаяев В.Д. О проблемах развития энергосистем мегаполисов в настоящее время и в ближайшей перспективе. *Российская академия наук. Труды Кольского научного центра. Энергетика*. 2016;(5 спецвыпуск 13(39)):131–148.
2. Гольдштейн В.Г., Халилов Ф.Х., Кокин С.Е., Кузнецов Д.В., Смоловик С.В. Современные проблемы электроснабжения мегаполисов; под ред. В.Г. Гольдштейна. М.: Энергоатомиздат; 2015. 300 с.
3. Никонова А.А. Системные основы инновационной стратегии (на примере перехода к новой энергетике в Японии). *Экономический анализ: теория и практика*. 2013;13(316):52–67.
4. Шободоева А.В. Теория национальной безопасности Российской Федерации. В 2 ч. Иркутск: Изд-во БГУ; 2017. Ч. 1. Основные проблемы. 174 с. Ч. 2. Виды безопасности. 308 с.
5. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID. М.: ИАЦ Энергия; 2010. 207 с.
6. Ахметова И.Г., Валеева Ю.С., Калинина М.В. Цифровизация энергосектора: генезис, содержание, составляющие, методика. *Экономика промышленности*. 2022;15(3):308–322. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-308-322>
7. Gecevska V., Cus F., Polenakovic R., Chabert P. Process of innovation in product lifecycle management business strategy. *Perspectives of Innovations, Economics and Business*. 2011;9(3):53–56.
8. Милехина О.В., Адова И.Б. Исследование структуры рабочего дня в службе главного инженера промышленного предприятия. *Экономика промышленности*. 2022;15(3):323–333. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-323-333>
9. Gumba K., Uvarova S.S., Belyaeva S.V., Vlasenko V.A. Innovations as sustainable competitive advantages in the digital economy: Substantiation and forecasting. *E3S Web of conf. 22nd Inter. scient. conf. on energy management of municipal facilities and sustainable energy technologies (EMMFT-2020)*. 08–10 December 2020, Voronezh. EDP Sciences; 2021. Vol. 244:10011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124410011>
10. Маслов А.Н., Свистунов А.С. Проблемы и особенности построения распределительных сетей крупных городов и мегаполисов. В: *сб. докл. XII Всемирный электротехнический конгресс. ВЭЛК-2011 «Электроснабжение крупных городов и мегаполисов». 4–5 октября 2011 г.*, Москва; 2011. URL: https://www.ruscable.ru/article/Problemy_i_osobennosti_postroeniya/ (дата обращения: 21.04.2022).
11. Холм С.Т. Инновационная цепь: в поисках недостающего звена российской инновационной системы. *Инновационные тренды*. 2010;(1):12–14.
12. Фукуда Т. О гражданском участии в проектировании городов. *Инновационные тренды*. 2011;(13):21–22.
13. Королев П.П. Коммерциализация интеллектуального продукта в системе повышения конкурентоспособности предприятия. *Транспортное дело России*. 2011;(12):69–73.
14. ТЭК России в условиях санкционных ограничений. Отчет. Аналитический центра при Правительстве Российской Федерации. *Энергетические тренды*. 2022;(106):1–20. URL: <https://sro150.ru/novosti/4548-21-04-2022-vyshel-otchet-tek-rossii-v-usloviyakh-sanktsionnykh-ogranichenij-analiticheskogo-tsentra-pri-pravitelstve-rf> (дата обращения: 21.04.2022).
15. Гальперина З.М. Экономический анализ эффективности проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. *Транспортное дело России*. 2011;(12):108–112.
16. Politi V. Identification of the level of innovativeness of a complex major construction project.

E3S Web of conf. XXIV Inter. scient. conf. "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021). Moscow, 22–24 April 2021. EDP Sciences; 2021. Vol. 263:05051. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126305051>

17. Politi V. Development of organizational and economic instruments for enhancing the innovation process in major construction. *E3S Web of conf. XXIV Inter. scient. conf. "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021). Moscow, 22–24 April 2021.* EDP Sciences; 2021. Vol. 263:05053. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126305053>

18. Электросетевой комплекс: утверждена новая программа инновационного развития Россетей. *Научно-технический журнал «Энергия единой сети».* 2021;(3(58)):4–13. URL: <https://www.энергия-единой-сети.рф/news/1301-utverzhdena-novaya-programma-innovatsionnogo-razvitiya-rossetej> (дата обращения: 21.04.2022).

19. Министерство энергетики Российской Федерации. Отчет об итогах реализации Концепции открытости в Министерстве энергетики Российской Федерации в 2021 году. 26 с. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/20288> (дата обращения: 10.08.2022).

References

1. Goldstein V.G., Mozhaev V.D. Recent and future problems of megapolises power systems. *Russian Academy of Sciences. Transactions of the Cola Science Center. Energy Technology.* 2016;(5 special issue 13 (39)):131–148. (In Russ.)

2. Gol'dshtein V.G., ed. Gol'dshtein V.G., Khalilov F.Kh., Kokin S.E., Kuznetsov D.V., Smolovik S.V. *Modern problems of power supply of megacities.* Moscow: Energoatomizdat; 2015. 300 p. (In Russ.)

3. Nikonova A.A. Systemic foundations of innovation strategy (by the example of transition to new energy in Japan). *Economic Analysis: Theory and Practice.* 2013;13(316):52–67. (In Russ.)

4. Shobodoeva A.V. *Theory of national security of the Russian Federation.* In 2 parts. Irkutsk: Izd-vo BGU; 2017. Part 1. Main problems. 174 p. Part 2. Types of security. 308 p. (In Russ.)

5. Kobets B.B., Volkova I.O. *Innovative development of the electric power industry based on the SMART GRID concept.* Moscow: IATs Energiya; 2010. 207 p. (In Russ.)

6. Akhmetova I.G., Valeeva Yu.S., Kalinina M.V. Digitalization of the energy sector: genesis, content, components, evaluation methodology. *Russian Journal of Industrial Economics.* 2022;15(3):308–322. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-308-322>

7. Gecevska V., Cus F., Polenakovic R., Chabert P. Process of innovation in product lifecycle management business strategy. *Perspectives of Innovations, Economics and Business.* 2011;9(3):53–56.

8. Milekhina O.V., Adova I.B. Study of the structure of the working day in the Chief Engineer service of an industrial company. *Russian Journal of Industrial Economics.* 2022;15(3):323–333. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-323-333>

9. Gumba K., Uvarova S.S., Belyaeva S.V., Vlasenko V.A. Innovations as sustainable competitive advantages in the digital economy: Substantiation and forecasting. *E3S Web of conferences. 22nd Inter. scient. conf. on energy management of municipal facilities and sustainable energy technologies (EMMFT-2020). December 08–10, 2020, Voronezh.* EDP Sciences; 2021.

Vol. 244. P. 10011–10019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124410011>

10. Maslov A.N., Svistunov A.S. Problems and features of building distribution networks of large cities and metropolitan areas. In: *Collection of reports XII World electrotechnical congress. WELC-2011 "Power supply of large cities and metropolitan areas". October 4–5, 2011, Moscow;* 2011. P. 12–14. (In Russ.). URL: https://www.ruscable.ru/article/Problemy_i_osobennosti_postroeniya/

11. Holm S.T. Innovation chain: in search of the missing link in the Russian innovation system. *The Innovation Trends Newsletter.* 2010;(1):12–14. (In Russ.)

12. Fukuda T. On civil participation in the design of cities. *The Innovation Trends Newsletter.* 2011;(13):21–22. (In Russ.)

13. Korolev P.P. Commercialization of intellectual product in a system of improvement of enterprise competitiveness. *Transportnoe delo Rossii.* 2011;(12):69–73. (In Russ.)

14. Fuel and energy complex of Russia in the context of sanctions restrictions. Report of the Analytical center under the Government of the Russian Federation. *Energeticheskie trendy.* 2022;(106):1–20. (In Russ.). URL: <https://sro150.ru/novosti/4548-21-04-2022-vyshel-otchet-tek-rossii-v-usloviyakh-sanktsionnykh-ogranichenij-analiticheskogo-tsentr-pripravitelstve-rf> (accessed on 21.04.2022).

15. Galperina Z. Economic analysis of project efficiency in the energy efficiency sphere. *Transportnoe delo Rossii.* 2011;(12):108–112. (In Russ.)

16. Politi V. Identification of the level of innovativeness of a complex major construction project. *E3S Web of conf. XXIV Inter. scient. conf. "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021). Moscow, April 22–24, 2021.* EDP Sciences; 2021. Vol. 263:05051. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126305051>

17. Politi V. Development of organizational and economic instruments for enhancing the innovation process in major construction. *E3S Web of conf. XXIV Inter. scient. conf. "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021). Moscow, April 22–24,*

2021. EDP Sciences; 2021. Vol. 263:05053. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126305053>

18. Electric grid complex: a new program for the innovative development of Rosseti was approved. *Energy of Unified Grid, Scientific and Technical Journal*. 2021;(3(58)):4–13. (In Russ.). URL: [https://www.энергия-единой-сети.рф/news/1301-utverzhdena-](https://www.энергия-единой-сети.рф/news/1301-utverzhdena-novaya-programma-innovatsionnogo-razvitiya-rossetej)

[novaya-programma-innovatsionnogo-razvitiya-rossetej](https://www.энергия-единой-сети.рф/news/1301-utverzhdena-novaya-programma-innovatsionnogo-razvitiya-rossetej) (accessed on 21.04.2022).

19. Ministry of energy of the Russian Federation. *Report on the results of the implementation of the openness Concept in the Ministry of energy of the Russian Federation in 2021*. 26 p. (In Russ.). URL: <https://minenergo.gov.ru/node/20288> (accessed on 10.12.2021).

Информация об авторе

Полити Виолетта Валерьевна – канд. экон. наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8898-2883>; e-mail: politivv@mgsu.ru

Information about the author

Violetta V. Politi – PhD (Econ.), Associate Professor, Moscow State University of Civil Engineering, 26 Yaroslavsky Highway, Moscow 129337, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8898-2883>; e-mail: politivv@mgsu.ru

Поступила в редакцию **15.09.2022**; поступила после доработки **15.12.2022**; принята к публикации **21.12.2022**

Received **15.09.2022**; Revised **15.12.2022**; Accepted **21.12.2022**

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-421-432>

Тенденции и перспективы рынка редкоземельных металлов и материалов для систем аккумулирования электроэнергии

И.С. Филютич, М.В. Доброхотова, И.С. Курошев, Ю.В. Ухина ✉

Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»,
141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация

✉ y.ukhina@eipc.center

Аннотация. Редкоземельные металлы и материалы для систем аккумулирования энергии являются одной из стратегически важных категорий продуктов, доступность которых будет оказывать ключевое влияние на устойчивость функционирования систем электроэнергетики и транспорта в мире, а также обеспечивать процесс «четвертого энергоперехода», включающего в себя декарбонизацию, децентрализацию и цифровизацию энергетики. К основным видам сырья, оказывающим влияние на долгосрочные перспективы развития электротранспорта, распределенной энергетики и возобновляемых источников энергии, следует отнести кобальт, никель, литий, графит, марганец, молибден, а также редкоземельные металлы. Высокие темпы развития глобальной индустрии систем аккумулирования электроэнергии энергетического и транспортного назначения, географическая неоднородность распределения и потребления указанных материалов и их стратегическая важность для функционирования инновационных сфер экономики и обеспечения технологического суверенитета обуславливают высокую значимость этой отрасли для экономики России. В статье рассмотрены ключевые тенденции развития мирового рынка редкоземельных металлов и материалов для систем аккумулирования электроэнергии; определены долгосрочные тенденции развития отрасли; проанализированы основные количественные индикаторы развития данной индустрии в России; выявлены факторы, оказывающие влияние на долгосрочные перспективы развития сферы производства указанных материалов в России. Выполнен анализ основных рыночных возможностей и перспективных проектов по наращиванию производства редкоземельных металлов и материалов для систем аккумулирования энергии. Сформулированы ключевые риски и угрозы для производства редкоземельных металлов и материалов в условиях санкционных ограничений; разработаны предложения по смягчению указанных рисков для отечественной экономики в среднесрочной перспективе, включая диверсификацию внешнеэкономической деятельности и наращивание инвестиций в данной рыночной нише.

Ключевые слова: внешняя экономическая деятельность возобновляемые источники энергии, редкоземельные металлы, литий, никель, системы аккумулирования электроэнергии, электротранспорт

Для цитирования: Филютич И.С., Доброхотова М.В., Курошев И.С., Ухина Ю.В. Тенденции и перспективы рынка редкоземельных металлов и материалов для систем аккумулирования электроэнергии. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):421–432. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-421-432>

Trends and prospects of the market of rare earth metals and materials for electric power storage systems

I.S. Filutich, M.V. Dobrokhotova, I.S. Kuroshev, Yu.V. Ukhina ✉

Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”,
42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation

✉ y.ukhina@eipc.center

Abstract. Rare earth metals and materials for electric power storage systems are one of strategically important categories of products whose availability will have key influence on sustainability of the functioning of electric power and transport systems in the world

and support the process of “the fourth energy transfer” which involves decarbonization, decentralization and digitalization of the energy sector. The basic types of raw materials influencing the long-term prospects for the development of electric transport, distributed energy and renewable energy sources include cobalt, nickel, lithium, graphite, manganese, molybdenum, as well as rare earth metals. High rates of development of the global industry of electric power storage systems for energy and transport purposes, geographical heterogeneity of distribution and consumption of these materials and their strategical significance for the functioning of innovative areas of economics and ensuring technological sovereignty determine the high importance of this industry for the Russian economy. The article deals with the key trends of development of the world market of rare earth metals and materials for electric power storage systems. The authors identify the long-term trends of development of the sector, analyse the main quantitative indicators of development of the sector in Russia, point out the factors influencing the long-term prospects for development of production of the above mentioned materials in the country. The article presents the analysis of the major market opportunities and perspective projects on increasing the production of materials for electric power storage systems. The authors formulate the key risks and threats for production of materials in terms of sanctions restrictions, establish suggestions on mitigation of these risks for the domestic economy in the medium term perspective including diversification of the foreign economic activity and increasing investments in this market niche.

Keywords: foreign economic activity, renewable sources of energy, rare earth metals, lithium, nickel, electric power storage systems, electric transport

For citation: Filutich I.S., Dobrokhotova M.V., Kuroshev I.S., Ukhina Yu.V. Trends and prospects of the market of rare earth metals and materials for electric power storage systems. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):421–432. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-421-432>

电能储备系统用稀土金属和材料市场的趋势和前景

I.S. Filutich, M.V. Dobrokhotova, I.S. Kuroshev, Yu.V. Ukhina ✉

俄联邦国家自治机构 “环境产业政策中心” 研究所,
141006, 莫斯科州梅季希市奥林匹克大街42号

✉ y.ukhina@eipc.center

摘要: 用于储能系统的稀土金属和材料是具有重要战略意义的产品类别之一, 其可获得性将对世界电力和交通系统的可持续性产生关键影响, 并确保 “第四次能源转型” 的进程, 包括能源的去碳化、去中心化和数字化。钴、镍、锂、石墨、锰、钼和稀土金属是影响电力运输、分布式能源和可再生能源领域长期发展前景的关键原材料。全球能源和运输用电能储备系统产业的高速发展、这些材料分布和消费的地理异质性、以及对创新经济领域的运作和确保技术主权的战略重要性决定了该行业对俄罗斯经济高度的重要性。文章研究了世界稀土金属和电能储备系统材料市场发展的主要趋势; 确定了该行业发展的长期趋势; 分析了俄罗斯该行业发展的主要量化指标; 揭示了影响俄罗斯此类材料生产领域发展长期前景的因素。

分析了扩大储能系统用稀土金属和材料生产的主要市场机遇和有前景的项目。表述了在制裁条件下稀土金属和材料生产的主要风险和威胁; 制定了减轻这些风险的中期建议, 包括对外经济活动的多样化和增加对这一利基市场的投资。

关键词: 对外经济活动, 可再生能源, 稀土金属, 锂, 镍, 电能储备系统, 电力运输

Введение

В настоящее время редкоземельные металлы (РЗМ) и материалы для систем аккумуляции энергии являются одной из стратегически важных категорий продуктов, доступность которых будет оказывать существенное влияние на устойчивость функционирования систем энергетики и транспортной инфраструктуры в мире [1].

К основным видам сырья, играющим ключевую роль в индустрии систем аккумуляции энергии, следует отнести кобальт, никель, литий, графит, марганец, молибден, а также РЗМ. Для мирового рынка этих материалов характерной особенностью является крайне высокая степень географической неоднородности распределения их запасов и потребления. В частности, страны

Европейского Союза, США, Япония, Южная Корея – основные потребители данного стратегического сырья, являются одновременно и их крупнейшими импортерами. В то же время основные запасы РЗМ и систем аккумулирования электроэнергии сконцентрированы в Австралии, а также в развивающихся странах Африки и Латинской Америки. Исключением с точки зрения сбалансированности спроса и предложения на данное стратегическое сырье является Китай, обладающий значительными запасами лития и РЗМ, которые, тем не менее, в долгосрочной перспективе не могут обеспечить устойчиво растущее внутреннее потребление в связи с высокими темпами роста мощности возобновляемых источников энергии и парка электромобилей.

При совокупных мировых запасах кобальта в 6,9 млн т основной объем запасов расположен в Демократической Республике Конго (3,6 млн т), а также Австралии (1,4 млн т) и Кубе (0,5 млн т) [1].

На мировом рынке лития доминирующее положение как по объему запасов, так и производству занимают Чили и Австралия: на указанные страны приходится порядка 73,3 % мировых запасов указанного материала и 70,2 % производства по итогам 2020 г. [1].

Текущие рыночные позиции России на мировом рынке РЗМ и материалов для систем аккумулирования электроэнергии существенно различаются в разрезе сегментов рынка. Наряду с Китаем, Россия является одним из глобальных лидеров по запасам РЗМ: на указанные две страны приходится свыше 52 % мировых запасов сырья. В то же время удельный вес России в мировом объеме производства РЗМ остается невысоким и составляет около 1 % при доле в общемировых запасах 16,6 %, в то время как на Китай приходится 52,3 % мирового производства и 35,5 % запасов РЗМ. На Россию также приходится порядка 250 тыс. т запасов кобальта, что составляет порядка 3,6 % разведанных мировых запасов [2]. В то же время, при наличии хорошей ресурсной базы для добычи никеля, марганца и молибдена, Россия характеризуется незначительной емкостью внутреннего рынка данных видов сырья.

Таким образом, в условиях формирования долгосрочных трендов в мировой энергетике и транспортной сфере, заключающихся в высоких темпах декарбонизации сферы производства электроэнергии за счет активного развития возобновляемых источников энергии (в первую очередь – ветроэнергетики и фотовольтаики) и систем аккумулирования электроэнергии промышленного и бытового назначения, а также развития электротранспорта, стратегические

возможности государств в данной сфере будут определяться доступностью соответствующей ресурсной базы и наличием внутреннего спроса на материалы для производства систем аккумулирования электроэнергии. Указанная долгосрочная тенденция обуславливает высокую важность сферы производства РЗМ, лития, никеля, кобальта, графита, марганца и молибдена для обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации в условиях высокой волатильности внешнеэкономической конъюнктуры, санкционных ограничений и необходимости диверсификации национальной экономики.

Тенденции рынка материалов для стационарных систем аккумулирования электроэнергии

Важным фактором быстрого увеличения спроса на материалы для производства систем аккумулирования энергии в последние годы является рост объемов внедрения стационарных аккумуляторов различного назначения. Указанные устройства являются неотъемлемой частью конфигурации как небольших частных (индивидуальных) либо коммерческих систем аккумулирования электроэнергии, так и масштабных национальных энергосистем, и служат для решения таких задач, как сглаживание неравномерности графиков электрической нагрузки, обеспечение надежного функционирования энергосистем с высокой долей непредсказуемой генерации от возобновляемых источников энергии, а также для резервирования электроснабжения критичных потребителей.

Анализ долгосрочных сценариев развития мировой энергетике, разработанных Международным энергетическим агентством (МЭА) [2] показывает, что в период с 2020 по 2040 г. прогнозируется увеличение ежегодного роста мощности установок концентраторной фотовольтаики с 0,3 до 4,2–24,9 ГВт (или в 14–83 раз), геотермальных станций – с 0,8 до 2,3–3,6 ГВт (в 2,9–4,5 раз), ГЭС – с 21,2 до 28,0–35,9 ГВт (в 1,3–1,7 раз), биоэнергетики – с 8,6 до 11,4–21,4 ГВт (в 1,3–2,5 раз), что обусловит сопоставимый рост мощности систем аккумулирования электроэнергии, необходимых для обеспечения надежной работы энергосистем с высоким удельным весом возобновляемых источников энергии в структуре установленной мощности.

По состоянию на 2020 г. ключевыми географическими рынками для стационарных систем аккумулирования электроэнергии являлись такие страны, как Индия (прирост установленной мощности в 2020 г. составил 1,6 ГВт), США (0,4 ГВт),

Китай (1,0 ГВт). К 2040 г., в соответствии с оценками МЭА, ежегодный ввод мощностей по аккумулярованию энергии в Индии может достигнуть 24,6 ГВт (рост по сравнению с 2020 г. – 15,4 раз), США – 24,0 ГВт (60 раз), Китае – 19,3 ГВт (19,3 раз).

В соответствии с прогнозными сценарными оценками МЭА, годовой спрос на литий для производства стационарных систем аккумулярования энергии к 2040 г. оценивается в 28,0–45,0 тыс. т, на никель – в 36,0–57,0 тыс. т, кобальт – 9,0–14,0 тыс. т, марганец – 9,0–14,0 тыс. т (рис. 1).

Совокупный рост потребления лития на цели производства стационарных систем аккумулярования энергии к 2040 г. по сравнению с 2020 г. оценивается в зависимости от сценария в 16–26 раз, никеля – в 91–144 раза, кобальта – 44–70 раз, марганца – 37–85 раз.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что страны – лидеры в сфере развития возобновляемых источников энергии не обладают достаточной собственной ресурсной базой для обеспечения сопоставимого роста внутреннего производства указанных материалов, что будет обуславливать рост их инвестиционной активности в разработке новых месторождений в странах, обладающих наибольшими запасами данных видов сырья, а также возрастающую конкуренцию за его импорт между конкурирующими странами.

Тенденции рынка материалов для электротранспорта

Рост парка электротранспорта является вторым ключевым драйвером глобального роста спроса на материалы для систем аккумулярования электроэнергии. Согласно оценкам МЭА, в 2021 г. лидерами по количеству электромобилей на системах аккумулярования электроэнергии (батареи) в национальном автопарке страны являлись Китай (свыше 6 млн электромобилей), Европа (более 2,5 млн электромобилей) и США (около 2 млн электромобилей) [3]. К 2040 г. только ежегодные продажи электромобилей в Китае могут достигнуть 19,7 млн шт., в ЕС – 11,9 млн шт., США – 10,6 млн шт., Индии – 9,1 млн шт. Таким образом, на ключевых географических рынках (Китай, ЕС, США) прогнозируется рост спроса на электромобили в 8,5–35,3 раза в 2020–2040 гг.

Высокие прогнозируемые темпы роста парка электромобилей в мире обуславливают значительный рост потребления материалов для устройств аккумулярования электроэнергии, эксплуатируемых в транспортных средствах, таких как легковые и коммерческие электромобили, электробусы, а также средства персональной мобильности (электросамокаты, электроскутеры, электровелосипеды). В соответствии со сценарными оценками МЭА, прогнозный

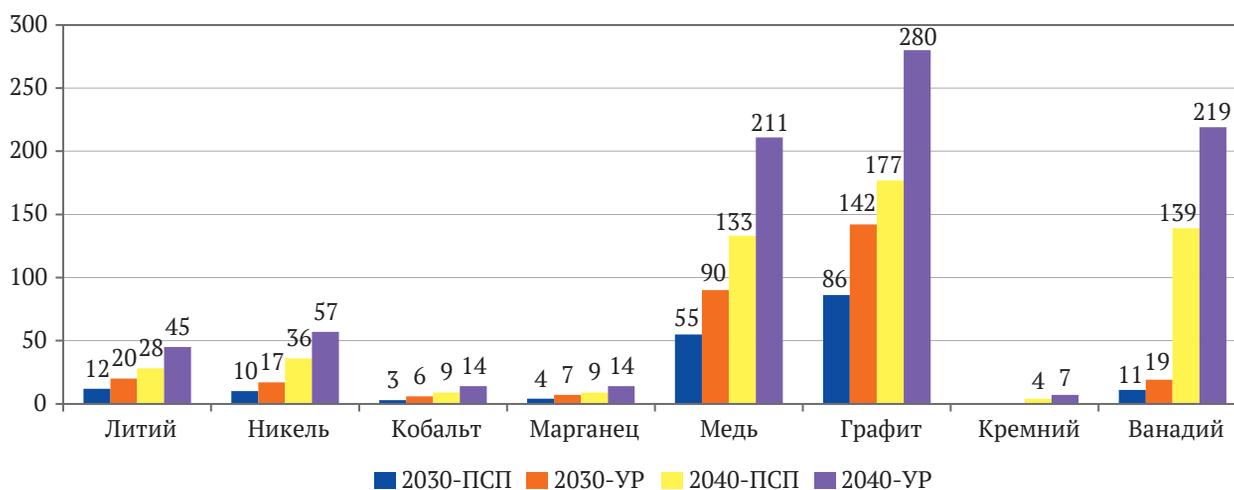


Рис. 1. Спрос на материалы для стационарных систем аккумулярования энергии в мире в рамках сценариев МЭА на 2030–2040 гг., тыс. т.:

ПСП – сценарий продолжения существующей политики; УР – сценарий устойчивого развития

Источник: составлено авторами по данным Global EV Outlook 2022.

URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (дата обращения: 30.06.2022)

Fig. 1. Global demand for materials for stationary electricity accumulating systems in 2030–2040 according to IEA scenarios, thousand tons.

PSP – scenario of continuation of the existing policy; SD – sustainable development scenario

Source: compiled by the authors based on data from Global EV Outlook 2022.

URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (accessed on 30.06.2022)

спрос на литий для производства аккумуляторов электромобилей к 2040 г. может достичь 248,0–859,0 тыс. т, на РЗМ – до 90,0 тыс. т, никель – до 950,0–3287,0 тыс. т, кобальт – 127,0–441,0 тыс. т, марганец – 117,0–404,0 тыс. т (табл. 1).

Следовательно, в зависимости от сценария развития рынка электромобилей рост спроса на литий для производства транспортных систем аккумулирования энергии в 2020–2040 гг. оценивается в 12–43 раза, на РЗМ – 6–15 раз (рис. 2).

Высокая концентрация мирового производства электромобилей в таких странах, как США, Китай, Япония, Южная Корея, Индия и ЕС приведет к доминированию спроса на РЗМ и иные материалы для производства мобильных систем аккумулирования в указанных регионах, что будет стимулировать экспортные поставки производителями сырья крупнейшим потребителям при возрастании дефицита поставок в иные регионы мира.

Таблица 1 / Table 1

Спрос на материалы в мире для производства электротранспорта в рамках сценариев МЭА на 2020–2040 гг., тыс. т

Materials global demand for electric vehicles manufacturing in 2020–2040 according to IEA scenarios, thousand tons

Материал	2020	2030	2040	2030	2040
		Сценарий продолжения существующей политики		Сценарий устойчивого развития	
Литий	–	152,0	248,0	358,0	859,0
Никель	80,0	647,0	950,0	1657,0	3287,0
Кобальт	21,0	106,0	127,0	257,0	441,0
Марганец	–	102,0	117,0	246,0	404,0
Медь	110,0	717,0	951,0	1633,0	3119,0
Графит	141,0	1065,0	1027,0	2499,0	3569,0
Кремний	–	–	–	20,0	90,0
РЗМ	–	11,0	14,0	–	35,0

Источник: составлено авторами по данным Global EV Outlook 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (дата обращения: 30.06.2022)

Source: compiled by the authors based on data from Global EV Outlook 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (accessed on 30.06.2022)

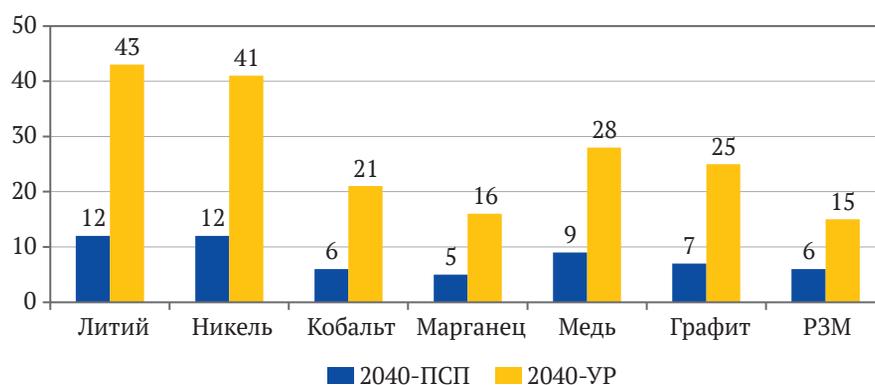


Рис. 2. Темпы роста спроса на материалы для производства электротранспорта в мире в рамках сценариев МЭА на 2020–2040 гг. (Индекс 2020 = 1)

Источник: составлено авторами по данным Global EV Outlook 2022.

URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (дата обращения: 30.06.2022)

Fig. 2. Growth rate of global demand for materials for electric vehicles manufacturing in 2020–2040 according to IEA scenarios (Index of demand for 2020 = 1)

Source: compiled by the authors based on data from Global EV Outlook 2022.

URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (accessed on 30.06.2022)

**Тенденции развития ресурсной базы
отрасли РЗМ и материалов
для систем аккумулирования электроэнергии**

Ресурсная база лития является на сегодняшний день ключевым «узким» местом для обеспечения устойчивого развития мировой индустрии систем аккумулирования электроэнергии промышленного и транспортного назначения. Анализ реализуемых и анонсированных проектов по производству лития, а также ключевых тенденций развития данной отрасли позволяет сделать вывод о том, что доступная ресурсная база этого сырья в мире в период с 2020 по 2030 г. может увеличиться в зависимости от сценария с 430 до 934 тыс. т (в пересчете на эквивалент карбоната лития). Новые проекты в индустрии обеспечат прирост ресурсной базы лития в объеме до 203 тыс. т/год (в пересчете на эквивалент карбоната лития). При указанных параметрах предложения совокупный спрос на литий к 2030 г. будет оставаться неудовлетворенным, дефицит предложения оценивается в 253–1545 тыс. т/год (в пересчете на эквивалент карбоната лития).

В условиях значительного прогнозируемого дефицита первичного лития на рынке все более возрастающую роль в обеспечении предложения будет играть вторичное сырье. Если в 2020 г. на вторичный литий приходилось всего 1 тыс. т (или 1,4 %) совокупного предложения в мире, то к 2040 г. доля вторичного металла в совокупном потреблении лития возрастет до 54–97 тыс. т, или до 8,4–14,5 %, от совокупного потребления в зависимости от сценария.

Никель в период до 2040 г. будет являться вторым ключевым элементом для производства стационарных и транспортных систем аккумулирования электроэнергии в мире. По прогнозам МЭА, совокупное потребление никеля к 2040 г. для указанных целей может достичь в зависимости от сценария 987–3352 тыс. т. Для удовлетворения растущего спроса на никель для указанных целей также прогнозируется рост предложения вторичного никеля. Если в 2020 г. спрос на вторичный никель в мире оценивался в 25,0 тыс. т, то к 2040 г. мировой объем поставок указанного сырья может возрасти до 400,0–726,0 тыс. т, что будет соответствовать 9,9–11,6 % совокупного рынка.

Ключевым редкоземельным элементом для выпуска стационарных и транспортных систем аккумулирования электротранспорта является неодим. Совокупное потребление неодима на указанные цели в мире по итогам 2020 г. оценивалось в 1,8 тыс. т, а прогнозный спрос к 2040 г. может достигнуть 10,9–27,7 тыс. т, согласно сценариям МЭА. В рамках прогнозируемых сценари-

ев роста мирового рынка неодима предложение первичного металла будет занимать доминирующее положение в структуре потребления. Вместе с тем к 2040 г. предложение вторичного сырья на мировом рынке может увеличиться в 5–7 раз.

Таким образом, достижение амбициозных целей по развитию стационарных систем аккумулирования энергии и электротранспорта будет существенно затруднено без значительного наращивания ресурсной базы соответствующих видов сырья, что открывает хорошие экспортные возможности для стран, обладающих соответствующими месторождениями, включая Россию.

**Тенденции и перспективы
российского рынка РЗМ и материалов
для систем аккумулирования электроэнергии**

Россия в настоящее время не играет существенной роли в структуре мирового потребления материалов для систем аккумулирования электроэнергии стационарного и транспортного назначения [4; 5]. В транспортной составляющей в первую очередь это происходит в связи с отставанием развития российского рынка производства электромобилей: парк по состоянию на 2020 г. насчитывает до 11 тыс. электромобилей. При этом Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 г. содержит прогноз роста доли электромобилей на рынке к 2025 г., что составляет 5 % (129 тыс. электромобилей) [6], а к 2030 г. объем выпуска отечественных электромобилей может достичь 220 тыс. ед., или 15 % годового выпуска автомобилей [7].

Несмотря на наличие хорошей ресурсной базы по ряду материалов (никель, кобальт), масштабное производство систем аккумулирования внутри страны пока что отсутствует, а в структуре сбыта сырья весомую роль играют экспортные поставки. Значительный дисбаланс между собственной ресурсной базой и предложением присутствует на рынке РЗМ: доля России в мировом объеме производства РЗМ остается составляет около 1 % при доле страны в общемировых запасах 16,6 %.

Ресурсная база данных видов сырья в Российской Федерации обладает существенным потенциалом для развития, что является особенно актуальной задачей в условиях происходящей технологической трансформации в энергетической и транспортной сферах и прогнозируемом многократном росте спроса на данное сырье. По состоянию на июнь 2022 г. в Реестр объектов учета Государственного кадастра месторождений России внесено 1046 месторождений РЗМ и материалов для систем аккумулирования электро-

энергии. В частности, идентифицировано 41 месторождение лития, 249 месторождений никеля, 122 месторождения РЗМ [8]. В Государственный реестр работ по геологическому изучению недр включены 288 мероприятий, направленных на развитие ресурсно-сырьевой базы страны по данным видам материалов на период до 2026 г. В то же время внутренний рынок РЗМ и материалов для систем аккумулирования электроэнергии до сих пор недостаточно развит, что ставит его в значительную зависимость от поставок на внешние рынки. Экспортные поставки из Рос-

сии основных продуктов, которые применяются в производстве систем аккумулирования электроэнергии, в 2017–2021 гг. существенно варьировались в зависимости от категории продукции и составляли 91,5–182,6 тыс. т в натуральном выражении и 936,2–2019,97 млн долл. США ежегодно – в стоимостном выражении [9] (рис. 3).

Доминирующее положение в структуре товарного экспорта занимал никель, поставки которого по итогам 2021 г. в натуральном выражении составили 45,4 тыс. т на сумму 795,8 млн долл. США (рис. 4).

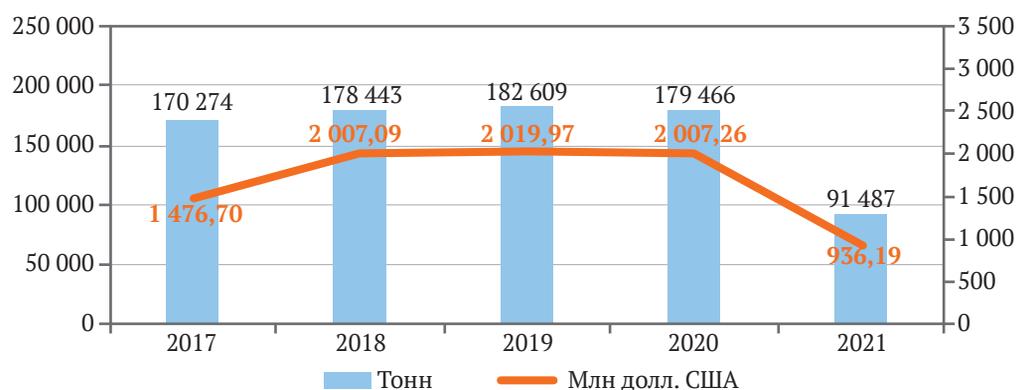


Рис. 3. Объем экспорта из РФ материалов для систем аккумулирования электроэнергии в 2017–2021 гг. в натуральном и стоимостном выражении

Источник: составлено авторами по данным Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (дата обращения: 01.07.2022)

Fig. 3. Volume and value of export of materials for electricity accumulating systems from the Russian Federation in 2017–2021

Source: compiled by the authors based on data Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (accessed on 01.07.2022)

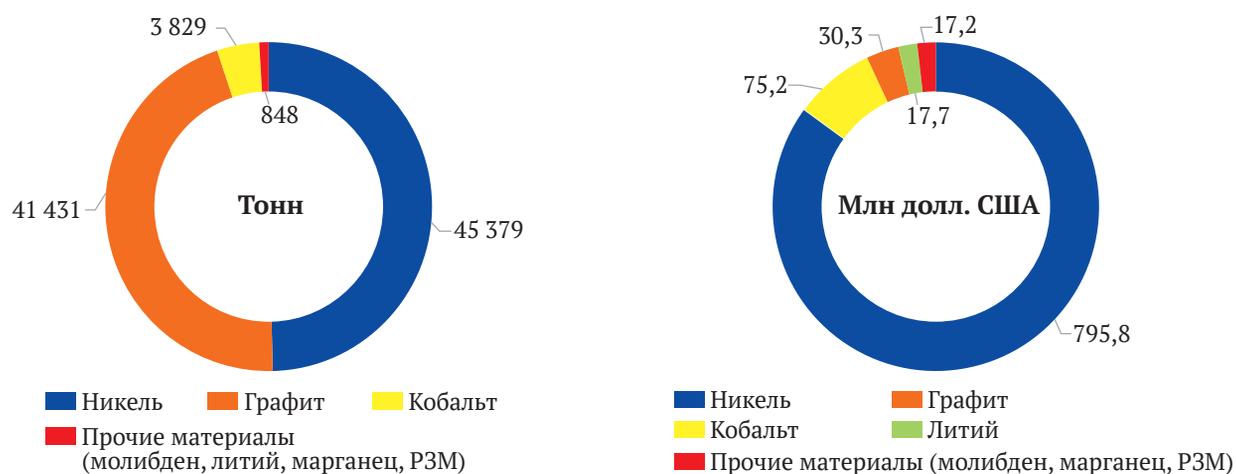


Рис. 4. Структура экспорта из РФ материалов для систем аккумулирования электроэнергии в 2021 г.

Источник: составлено авторами по данным Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (дата обращения: 01.07.2022)

Fig. 4. Structure of export of materials for electricity accumulating systems from the Russian Federation in 2021

Source: compiled by the authors based on data Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (accessed on 01.07.2022)

Экспорт графита из России по итогам 2021 г. оценивался в 41,4 тыс. т на сумму 30,31 млн долл. США, кобальта – 3,8 тыс. т на сумму 75,21 млн долл. США, прочих материалов (лития, марганца, молибдена, РЗМ) – 848 т на сумму 34,86 млн долл. США.

По итогам 2017–2021 гг. Россия сохраняла достаточно существенные объемы импортных поставок материалов, применяемых в том числе для производства систем аккумулирования

электроэнергии: объем ежегодных поставок варьировался в диапазоне 65,8–84,3 тыс. т на сумму 143,42–221,79 млн долл. США (рис. 5).

Доминирующее положение в структуре импорта в Россию материалов, применяемых для производства систем аккумулирования электроэнергии, занимал марганец, поставки которого по итогам 2021 г. составили 53,3 тыс. т на 162,3 млн долл. США, а также графит – 16,3 тыс. т на 17,1 млн долл. США (рис. 6).



Рис. 5. Объем импорта в РФ материалов для систем аккумулирования электроэнергии в 2017–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (дата обращения: 01.07.2022)

Fig. 5. Volume and value of import of materials for electricity accumulating systems to the Russian Federation in 2017–2021

Source: compiled by the authors based on data Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (accessed on 01.07.2022)

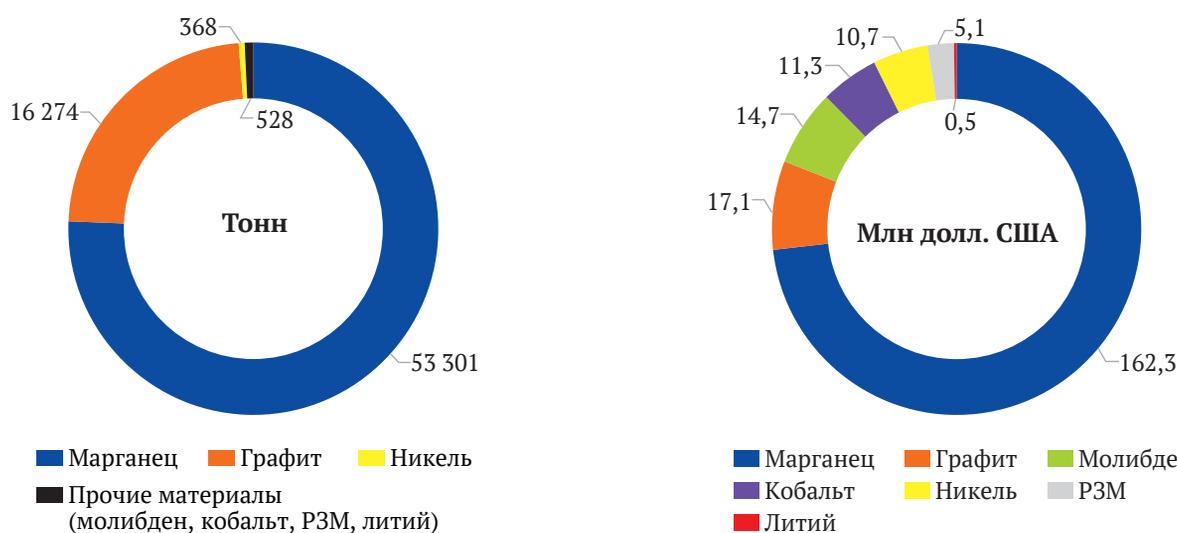


Рис. 6. Структура импорта в РФ материалов для систем аккумулирования электроэнергии в 2021 г.

Источник: составлено авторами по данным Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (дата обращения: 01.07.2022)

Fig. 6. Structure of import of materials for electricity accumulating systems to the Russian Federation in 2021

Source: compiled by the authors based on data Trademap. Trade statistics for international business development. URL: <https://www.trademap.org> (accessed on 01.07.2022)

Предложение РЗМ на рынке России в настоящее время сформировано продукцией таких производителей, как АО «ФосАгро-Череповец», ПАО «Акрон», АО «Гидрометаллургический завод», ООО «Лаборатория инновационных технологий», ГК «Скайград», ОАО «Соликамский магниевый завод» [10; 11].

Выпуск лития из импортируемого сырья в незначительных объемах осуществляется предприятиями ПАО «ХМЗ», ООО «ТД «ХАЛМЕК», ПАО «Новосибирский завод химконцентратов».

В последние годы перспективные проекты в сфере производства РЗМ были анонсированы такими компаниями, как ООО «Скайград Инновации», ООО «Триарк Майнинг», ООО «СГК “Арк-минерал”» [12].

Производство лития планировали организовать ООО «Иркутская нефтяная компания», ООО «Ист эксплорейшн» совместно с ПАО «Газпром», ПАО «Татнефть» и ряд других компаний нефтегазового сектора [13; 14]. Уникальность анонсированных проектов заключается в применении нетрадиционных методов добычи лития из минерализованных подземных рассолов при эксплуатации месторождений нефти и газа [15; 16].

Вместе с тем возможность реализации указанных проектов в кратко- и среднесрочной перспективе будет в значительной степени определяться доступом российских компаний к соответствующим технологиям для разработки месторождений [17] и организации полного цикла производства металлов [18], а также интеграцией в глобальные цепочки поставок [19; 20] в условиях существующих санкционных ограничений.

Заключение

В условиях, с которыми столкнулась экономика России в 2020–2022 гг., следует отметить ряд существенных рисков, которые будут оказывать значительное влияние на перспективы данной индустрии:

– существуют значительные риски для поддержания объемов производства указанной продукции и сохранения устойчивости операционных показателей действующими российскими производителями в связи с высокой волатильностью валютных курсов, высокой импортоемкостью отрасли, а также отказом зарубежных контрагентов от сотрудничества;

– в условиях значительных барьеров при осуществлении внешнеэкономической деятельности, нарушении логистических цепочек российская индустрия материалов для производства систем аккумулирования электроэнергии сталкивается с нарушением стабильности по-

ставок традиционным потребителям на внешние рынки;

– возможный ввод дальнейших ограничений на экспорт стратегических видов сырья из России приведет к прекращению поступления валютной выручки отечественным игрокам отрасли, что существенно ухудшит финансовое состояние игроков рынка и может оказать значительное влияние на возможность реализации новых инвестиционных проектов в сфере производства ключевых материалов для систем аккумулирования электроэнергии;

– с учетом концентрации значительной части сбыта материалов для аккумулирования электроэнергии у предприятий военно-промышленного комплекса России существуют значительные риски вторичных санкций для предприятий отрасли со стороны ЕС и США.

Указанные риски создают значительные угрозы как для сырьевого обеспечения данным видом сырья стратегически важных отраслей России, так и для возможности наращивания объемов производства материалов для развития производства стационарных и транспортных систем аккумулирования энергии в стране.

Значительным ограничением для развития отрасли производства РЗМ и материалов для систем аккумулирования электроэнергии в России также продолжает оставаться низкий внутренний спрос. В стране отсутствует масштабное производство транспортных систем аккумулирования электроэнергии, а решения в сфере энергетики пока что не получили значительного распространения. Помимо этого, в 2022 г. уход с российского рынка анонсировал ряд крупных игроков, локализовавших производство энергетического оборудования, что поставило под угрозу поддержание значительных объемов потребления указанного сырья в среднесрочной перспективе.

Рост внутреннего спроса следует ожидать по мере активизации импортозамещающих проектов в транспортной и энергетической сфере, однако указанный процесс по оптимистичным оценкам может занять не менее 5–7 лет.

Таким образом, экспортные поставки на период до 2030 г. будут играть важную роль в структуре реализации РЗМ и материалов для производства систем аккумулирования электроэнергии, выпускаемых в России.

Возможными способами смягчения указанных рисков могут являться:

– актуализация технико-экономической целесообразности реализации новых инвестиционных проектов в отрасли в новых макроэко-

номических и внешнеполитических условиях с приоритетом на сырьевое обеспечение внутренних потребностей потребителей России;

– идентификация критически важных позиций расходных материалов, оборудования, комплектующих, химических реагентов, необходимых для наращивания объемов производства РЗМ и материалов для производства систем аккумуляции электроэнергии в России действующими и перспективными игроками, а также поиск альтернативных поставщиков указанных позиций либо их локализация;

– переориентация российскими предприятиями экспортных поставок позиций материалов для систем аккумуляции электроэнергии

на дружественные страны, в первую очередь – в Азиатско-Тихоокеанский регион;

– проработка альтернативных каналов поставок позиций материалов для систем аккумуляции энергии, ранее импортированных на российский рынок, с учетом имеющихся санкционных и логистических ограничений.

Минимизация указанных рисков позволит обеспечить внутренний рынок РФ стратегически важными материалами, будет содействовать сохранению финансовой стабильности игроков отрасли, а также создаст предпосылки для дальнейшего наращивания производства указанной категории стратегически важных материалов в стране.

Список литературы

1. Серегина А.А. Обеспечение энергоперехода редкими и редкоземельными металлами. *Инновации и инвестиции*. 2021;(9):188–195.
2. IEA. *The role of critical minerals in clean energy transitions. World Energy Outlook Special Report*. May 2021. 287 p. URL: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions> (дата обращения: 14.05.2022).
3. IEA. *Global EV Outlook 2022. Technology Report*. May 2022. 221 p. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (дата обращения: 30.06.2022).
4. Ильинова А.А., Соловьева В.М. Промышленные комплексы РЗМ в России: глобальные рыночные и технологические тренды, перспективы и особенности развития. В сб.: *Устойчивое развитие экономики: международные и национальные аспекты. Матер. IV Междунар. науч.-практ. online-конф. Республика Беларусь, г. Новополоцк, 26 ноября 2020 г.* Новополоцк: Полоцкий гос. ун-т им. Е. Полоцкой; 2020. С. 100–106.
5. Cherepovitsyn A., Solovyova V. Prospects for the development of the Russian rare-earth metal industry in view of the global energy transition: A review. *Energies*. 2022;15(387):1–24. <https://doi.org/10.3390/en15010387>
6. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.04.2018 № 831-п). URL: <http://static.government.ru/media/files/EVXNlplqvhAfF2Ik5t6l6kWrEIH8fc9v.pdf> (дата обращения: 30.06.2022).
7. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-п). <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJt.pdf>
8. Роснедра. Федеральное агентство по недропользованию. Открытые данные. URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/opendata> (дата обращения 28.06.2022).
9. Trademap. *Trade statistics for international business development*. URL: <https://www.trademap.org> (дата обращения: 01.07.2022).
10. Соловьева В.М., Череповицын А.Е. Организационно-экономические модели развития редкоземельных промышленных комплексов: российский и зарубежный опыт. *Вестник Южно-российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки*. 2021;14(1):188–202. <https://doi.org/10.17213/2075-2067-2021-1-188-202>
11. Дмитриева Д.М., Соловьева В.М., Рутенко Е.Г. Новые подходы к устойчивости проектов минерально-сырьевого комплекса в условиях современных вызовов. *Вестник Южно-российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки*. 2021;14(6):170–186. <https://doi.org/10.17213/2075-2067-2021-6-170-186>
12. Solovyova V., Cherepovitsyna A., Cherepovitsyn A. Strategic forecasting of REE mining projects development in Russian Arctic. In book: *Advances in raw material industries for sustainable development goals*; 2020. P. 456–464. <https://doi.org/10.1201/9781003164395-57>
13. Подписаны документы по проекту добычи лития на Ковыктинском месторождении. Релиз ПАО «Газпром». 3 февраля 2022. URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/2022/february/article547405/> (дата обращения: 01.07.2022).
14. «Татнефть» будет добывать литий и использовать его для выпуска стекловолна. 28 июля 2022. URL: https://plastinfo.ru/information/news/49922_28.07.2022/ (дата обращения 01.07.2022).
15. Ilinova A., Solovyova V., Yudin S. Scenario-based forecasting of Russian Arctic energy shelf deve-

lopment. *Energy Reports*. 2020;6(Suppl. 9):1349–1355. <https://doi.org/10.1016/j.egyр.2020.11.022>

16. Cherepovitsyn A., Rutenko E.G., Solovyova V. Sustainable development of oil and gas resources: A system of environmental, socio-economic, and innovation indicators. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021;9(11):1307–1334. <https://doi.org/10.3390/jmse9111307>

17. Solovyova V.M., Cherepovitsyn A.E. Rare earth industrial complexes in Russia: mechanisms for development. In: *Topical issues of rational use of natural resources. XVII Inter. Forum–Contest of students and young researchers. Scientific conference abstracts. В 2 т. Санкт-Петербург, 31 мая – 06 июня 2021 г.* СПб.: Санкт-Петербургский горный университет; 2021. P. 61–62.

18. Solovyova V.M., Cherepovitsyn A.E. Complex use of mineral raw materials: economic aspects. В сб.:

12-й *Russian-German raw materials conf. Санкт-Петербург, 27–29 ноября 2019 г.* СПб.: Санкт-Петербург. горн. ун-т; 2019. P. 20–21.

19. Череповицын А.Е., Соловьева В.М. Концептуальные подходы к формированию промышленной политики развития отрасли редкоземельных металлов. *Известия Уральского государственного горного университета*. 2022;(2(66)):122–134. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-2-122-134>

20. Solovyova V., Ilinova A. Complex use of mineral raw materials: formation of organizational and economic mechanism. In: *E3S Web of Conf. Topical issues of rational use of natural resources 2021. Санкт-Петербург, 31 мая – 06 июня 2021 г.* France: EDP Sciences. 2021;266(1):06012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126606012>

References

1. Seregina A.A. Providing energy transition with rare and rare earth metals. *Innovation & Investment*. 2021;(9):188–195. (In Russ.)

2. IEA. *The role of critical minerals in clean energy transitions. World Energy Outlook Special Report*. May 2021. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions> (accessed on 14.05.2022).

3. IEA. *Global EV Outlook 2022. Technology Report*. May 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> (accessed on 30.06.2022).

4. Il'ina A.A., Solov'eva V.M. In: *Sustainable economic development: international and national aspects. 4th Int. sci.-pract. online-conf. Belarus, Novopolotsk, November 26, 2020*. Novopolotsk: E. Polotskaya Polotsk St. Univ.; 2020. P. 100–106. (In Russ.)

5. Cherepovitsyn A., Solovyova V. Prospects for the development of the Russian rare-earth metal industry in view of the global energy transition: A review. *Energies*. 2022;15(387):1–24. <https://doi.org/10.3390/en15010387>

6. Strategy for the development of the automotive industry of the Russian Federation for the period up to 2025 (approved by order of the Government of the Russian Federation dated April 28, 2018 No. 831-r). (In Russ.). URL: <http://static.government.ru/media/files/EVXNIplqvAfh2Ik5t6l6kWrEIH8fc9v.pdf> (accessed on 14.05.2022).

7. The concept for the development of production and use of electric road transport in the Russian Federation for the period up to 2030 (approved by the order of the Government of the Russian Federation of August 23, 2021 No. 2290-r). (In Russ.). URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJt.pdf> (accessed on 14.05.2022).

8. Rosnedra. *Federal Agency for Subsoil Use. Open data*. (In Russ.). URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/pendata> (accessed on 28.06.2022).

9. Trademap. *Trade statistics for international business development*. URL: <https://www.trademap.org> (accessed on 01.07.2022).

10. Solovyova V.M., Cherepovitsyn A.E. Organizational and economic models of rare earth industrial complexes' development: Russian and foreign experience. *Bulletin of the South-Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences*. 2021;14(1):188–202. (In Russ.). <https://doi.org/10.17213/2075-2067-2021-1-188-202>

11. Dmitrieva D.M., Solovyova V.M., Rutenko E.G. Novel approaches to the mining projects' sustainability in a view of current challenges. *Bulletin of the South-Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences*. 2021;14(6):170–186. (In Russ.). <https://doi.org/10.17213/2075-2067-2021-6-170-186>

12. Solovyova V., Cherepovitsyna A., Cherepovitsyn A. Strategic forecasting of REE mining projects development in Russian Arctic. In: *Advances in raw material industries for sustainable development goals*; 2020. P. 456–464. <https://doi.org/10.1201/9781003164395-57>

13. *Documents were signed on the lithium mining project at the Kovykta deposit*. PJSC Gazprom release. February 3, 2022. (In Russ.). URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/2022/february/article547405/> (accessed on 01.07.2022).

14. *Tatneft will mine lithium and use it to produce fiberglass*. July 28, 2022. (In Russ.). URL: https://plastinfo.ru/information/news/49922_28.07.2022/ (accessed on 01.07.2022).

15. Ilinova A., Solovyova V., Yudin S. Scenario-based forecasting of Russian Arctic energy shelf development. *Energy Reports*. 2020;6(Suppl. 9):1349–1355. <https://doi.org/10.1016/j.egyр.2020.11.022>

16. Cherepovitsyn A., Rutenko E.G., Solovyova V. Sustainable development of oil and gas resources: A system of environmental, socio-economic, and

innovation indicators. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021;9(11):1307–1334. <https://doi.org/10.3390/jmse9111307>

17. Solovyova V.M., Cherepovitsyn A.E. Rare earth industrial complexes in Russia: mechanisms for development. In: *Topical issues of rational use of natural resources. XVII Inter. forum-contest of students and young researchers. Scientific conference abstracts. In 2 vol. St. Petersburg, May 31–June 06, 2021*. St. Petersburg: Saint Petersburg Mining University; 2021. P. 61–62.

18. Solovyova V.M., Cherepovitsyn, A.E. Complex use of mineral raw materials: economic aspects. In: *12th Russian-German raw materials Conference. St.*

Petersburg, November 27–29, 2019. St. Petersburg: Saint Petersburg Mining University; 2019. P. 20–21.

19. Cherepovitsyn A.E., Solov'eva V.M. Conceptual approaches to create the industrial policy for rare-earth metal sector's development. *News of the Ural State Mining University*. 2022;(2(66)):122–134. (In Russ.). <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2022-2-122-134>

20. Solovyova V., Ilinova A. Complex use of mineral raw materials: formation of organizational and economic mechanism. In: *E3S Web of Conf. Topical issues of rational use of natural resources 2021 St. Petersburg. May 31 – June 06, 2021*. France: EDP Sciences. 2021;266(1):06012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126606012>

Информация об авторах

Филютич Иван Сергеевич – научный сотрудник отдела металлургической, нефтегазовой и горнорудной промышленности, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», 141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация; e-mail: i.filutich@eipc.center

Доброхотова Мария Викторовна – заместитель директора, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», 141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация; e-mail: m.dobrokhotova@eipc.center

Куршев Илья Сергеевич – начальник отдела металлургической, нефтегазовой и горнорудной промышленности, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», 141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация; e-mail: i.kuroshev@eipc.center

Ухина Юлия Владимировна – заместитель начальника отдела металлургической, нефтегазовой и горнорудной промышленности, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», 141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация; e-mail: Y.Ukhina@eipc.center

Information about authors

Ivan S. Filutich – Researcher of the Department of Metallurgical, Oil and Gas and Mining Industries Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”, 42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation; e-mail: i.filutich@eipc.center

Maria V. Dobrokhotova – Deputy Director, Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”, 42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation; e-mail: m.dobrokhotova@eipc.center

Ilya S. Kuroshev – Chairperson of the Department of Metallurgical, Oil and Gas and Mining Industries, Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”, 42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation; e-mail: i.kuroshev@eipc.center

Yulia V. Ukhina – Vice-Chairperson of the Department of Metallurgical, Oil and Gas and Mining Industries, Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”, 42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation; e-mail: Y.Ukhina@eipc.center

Поступила в редакцию 13.10.2022; поступила после доработки 12.12.2022; принята к публикации 16.12.2022

Received 13.10.2022; Revised 12.12.2022; Accepted 16.12.2022

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-433-441>

Научно-инновационные факторы развития промышленности регионов России и влияние на них пандемии COVID-19: стратегические аспекты

Ван Юйшань  

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, Российская Федерация

 vanunshan@yandex.ru

Аннотация. Насыщенность инновациями экономического развития делает его стратегически устойчивым, обеспечивая возможность эффективного долгосрочного управления экономическим ростом. Ковид-пандемия стала триггером изменений бизнес-моделей, процесса их цифровизации, инновационных преобразований. В статье рассматривается изменение показателей научно-инновационного развития России и ее регионов в первый пандемийный 2020 г. в контексте общих показателей экономического и промышленного роста и реализации стратегических приоритетов научно-инновационного пространственно-регионального развития России, связанных с обеспечением развития устойчивых инновационных систем в регионах, а не только в Москве и Санкт-Петербурге. Показано, что пандемия не стала кризисным импульсом для повышения интенсивности научных исследований, однако привела к росту расходов на инновации в регионах – крупнейших научно-инновационных промышленных центрах страны, где сосредоточен основной потенциал данной сферы. Для России характерно уменьшение числа публикаций в пандемийный период, что может быть связано со снижением научной активности в стране. В то же время в США, и, в большей степени, в Китае наблюдалось увеличение интенсивности научных исследований. Вместе с тем научный потенциал России сильно агрегирован в крупнейших городах, прежде всего в Москве и Санкт-Петербурге, в которых уровень жизни значительно более высокий, чем в регионах. Доля организаций регионального подчинения, непосредственно занимающихся проблемами регионов, остается очень низкой. Пандемия усилила тенденцию к централизации ресурсного обеспечения и деятельности в сфере исследований и разработок и прежде всего в Москве, что явилось вызовом для реализации стратегии роста региональных научно-инновационных систем, необходимой для успешного пространственного развития России.

Ключевые слова: региональная экономика, развитие регионов, стратегирование, пандемия, научно-инновационные системы, инновации, Россия

Для цитирования: Ван Юйшань. Научно-инновационные факторы развития промышленности регионов России и влияние на них пандемии COVID-19: стратегические аспекты. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):433–441. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-433-441>

Scientific innovative factors of development of industry of the regions of Russia and the impact of the COVID-19 pandemics on them: strategic aspects

Wang Yushan  

Lomonosov Moscow State University,
1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russian Federation

 vanunshan@yandex.ru

Abstract. Saturation of the economic development with innovation makes it strategically sustainable and provides the opportunity for efficient long-term management of economic growth. The COVID pandemic has triggered the transformations of business models, the process of their digitalization and innovative changes. The article deals with the changes of indicators of scientific

innovative development of Russia and its regions during the first year of pandemic (2020) in the context of general indicators of economic and industrial growth and implementation of strategic priorities of scientific innovative spatial and regional development of Russia, connected with support of sustainable innovation system development in the regions as well as in Moscow and Saint Petersburg. The author points out that the pandemic has not become a crisis impulse for increasing the intensity of scientific studies but it has resulted in growing expenses on innovation in the regions – the largest scientific innovative centers of the country where the main potential of this area is concentrated. Reducing the number of publications during the pandemic is characteristic for Russia, which can be connected with decrease in the scientific activity in the country. At the same time in the USA and, even at a larger scale, in China, the intensity of scientific research has been growing. At the same time, the scientific potential of Russia is highly aggregated in the largest cities, primarily in Moscow and St. Petersburg, where the life standard is significantly higher than that of the regions. The share of the organizations of regional subordination directly involved in the problems of the regions is extremely small. The pandemic has reinforced the tendency of centralization of the resource support and the research and development activity, especially in Moscow. This has become a challenge for the implementation of the strategy of regional scientific innovative systems' growth essential for successful spatial development of Russia.

Keywords: regional economy, regions development, strategizing, pandemic, scientific innovative systems, innovations, Russia

For citation: Wang Yushan. Scientific innovative factors of development of industry of the regions of Russia and the impact of the COVID-19 pandemics on them: strategic aspects. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):447–455. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-433-441>

俄罗斯地区工业发展的科技创新因素 以及COVID-19大流行对其的影响—战略方面

Wang Yushan  

莫斯科罗蒙诺索夫国立大学, 119991, 俄罗斯联邦莫斯科市列宁山1号

 vanunshan@yandex.ru

摘要: 充满创新的经济增长使其在战略上具有可持续性, 为长期有效地管理经济增长提供了可能性。Covid大流行已经成为转变商业模式、数字化进程和创新转型的触发因素。本文在经济和工业增长综合指标以及俄罗斯科技创新空间和地区发展战略优先事项的实施的背景下, 研究了俄罗斯及其地区在2020年第一个大流行年科技创新发展指标的变化, 这些战略优先事项与确保地区(不仅仅是莫斯科和圣彼得堡)可持续创新体系的发展有关。研究结果显示, 大流行并没有成为加大科研力度的危机的推动力, 而是导致了地区—集中了科技创新领域核心能力的国内大型科技创新工业中心—在创新方面的支出增加。俄罗斯的特点是在大流行期间出版量下降, 这可能是由于该国的研究活动减少。相比之下, 美国, 尤其是中国却在加大科研力度。与此同时, 俄罗斯的科学潜力高度聚集在特大城市, 主要是莫斯科和圣彼得堡, 那里的生活水平远高于其他地区。直接处理地区问题的地区级下属组织的比例仍然很低。这场大流行加剧了研发领域资源和活动集中化的趋势, 特别是在莫斯科, 这对实施俄罗斯成功的空间发展所必需的区域科技创新体系增长型战略是一个挑战。

关键词: 区域经济, 区域发展, 战略化, 大流行, 科技创新体系, 创新, 俄罗斯

Введение

Пандемия коронавируса стала вызовом всему человечеству, мировой и национальным экономикам. Будучи кризисным явлением, она привела к мобилизации научно-инновационных ресурсов как на направлениях непосредственно противостояния причинам распространения вируса, лечения и профилактики заболевания, так и на минимизации и преодолении последствий удара по экономике. Более того, уже оче-

видно, что пандемию можно рассматривать как ускоритель процесса цифровизации на всех уровнях, в том числе, в промышленности. Цифровизация, в свою очередь, становится ключевым направлением инновационного развития, проникая практически во все промышленные процессы. Таким образом, имеет место целая совокупность факторов, формирующих и корректирующих глобальные тренды инновационного развития, определяющих оптимальные диапа-

зоны стратегически управляемых изменений на национальном и региональном уровнях.

Кризисы, подобные пандемии, порождают пролонгированные во времени чрезвычайные ситуации, мешающие реализации долгосрочных стратегических планов. В случае недостаточной согласованности стратегических приоритетов регионов с целями национального развития такие кризисы могут усиливать внутренние угрозы для национальной безопасности, в том числе и через дестабилизацию системы стратегического планирования, о важности согласованности между национальным, региональным и глобальным пишет В.Л. Квинт [1].

Насыщенность инновациями экономического развития делает его стратегически устойчивым и перспективным, обеспечивая возможность эффективного долгосрочного управления экономическим ростом. Само стратегическое планирование при этом является высокоинновационной сферой управленческой деятельности. Выявление того, как пандемия повлияла на устойчивость научно-инновационного развития России и ее регионов, оценка стратегической устойчивости социально-экономической системы страны в целом, тенденций и характера инновационной составляющей ее пространственного развития является важной целью. Данной цели и посвящена настоящая работа.

Публикация в России официальной статистической информации по регионам за первый и частично второй пандемийный год (2020 и 2021 гг. соответственно) позволяет провести анализ влияния пандемии на развитие России и ее регионов как в целом, так и в плане его научно-инновационного обеспечения.

Обзор литературы

Новые вызовы для человечества сами по себе являются мощным фактором для укрепления опоры на инновации на всех уровнях – от глобального до регионального. Для разработанной под руководством В.Л. Квинта инновационной «Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса на период до 2035 года» (утверждена законом Кемеровской области № 163-ОС от 23 декабря 2020 г.)¹ новые ресурсно-эколого-климатические вызовы последних десятилетий справедливо упоминаются в качестве ключевых импульсов ускорения ре-

гионального развития человеческого капитала, восстановления экологии и водных ресурсов, цифровизации, научных исследований [2]. В экономической науке разделение понятий «экономический рост» и «экономическое развитие» было произведено Й. Шумпетером в 1911 г. [3], и именно наличие и интенсивность инноваций в развитии являются ключевым «разделителем» понятий роста и развития.

Ковид-пандемия стала триггером изменений бизнес-моделей, процесса их цифровизации, инновационных преобразований. Такого мнения достаточно широкого круга деятелей мирового бизнеса, которые ожидают кардинальных изменений в способе ведения бизнеса в течение ближайших 5 лет, во многом вызванным пандемийным кризисом [4; 5]. Курс развитых и передовых развивающихся экономик на инновации обеспечил их устойчивость в 2020–2021 гг. (до новой кризисной волны, связанной с глобальными политическими изменениями, которая не будет рассматриваться в данной статье), *The Global Innovation Index* (ГИИ – Глобальный индекс инноваций; хорошо соотносится со стабильностью экономик). Опыт КНР, сумевшей обеспечить экономический рост в трудные два года и имеющей высокие позиции в ГИИ (близко к первой десятке), подтверждает данное положение. Позиции России в данном рейтинге также растут в последние годы [6].

Мировые инвестиции в инновации непрерывно увеличивались за последние десятилетия: перед пандемией, в 2019 г., вложения в НИОКР выросли на 5 % по сравнению с предыдущим годом. В первый год пандемии, 2020 г., инновационные компании увеличили вложения в НИОКР на 10 % [7].

С 2008 г. мир испытывает влияние следующих одним за другим кризисов, которые достаточно сильно сдерживают развитие экономики России и ее регионов. Кризис 2008–2009 гг. вызвал спад промышленного производства в России на 11 % и рост безработицы до 8,5 % [8]. Обвал цен на нефть и первая санкционная атака Запада на Россию в 2014–2015 гг. негативно повлияли на промышленность и благосостояние граждан практически во всех регионах, и эти негативные эффекты проявлялись во всех регионах [9]. Трудности в экономике страны не были преодолены до начала пандемии – к концу 2019 г. суммарный объем инвестиций уступал на 3 % уровню 2013 г., жилищное строительство и розничная торговля снизились на 8 % от уровня 2014–2015 гг., реальные доходы населения упали на 7 % по сравнению с докризисными [10]. Тем не менее промышленное производство, в том числе, благодаря

¹ Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области на период до 2035 года. URL: <https://kemsu.ru/upload/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D0%B8%20%D0%9A%D0%9E%202035.pdf>

мерам по импортозамещению и высокой рублевой цене на экспортную продукцию, выросло на 10 % к уровню 2014 г.

Негативное влияние коронавирусной пандемии на экономику страны изучалось такими научными группами российских ученых, проводящих мониторинговые исследования в России и ее регионах, как НИУ ВШЭ и РАНХиГС [11–13]. Особенно пострадал сектор услуг и в целом сектор малых и средних предприятий, помощь им со стороны государства была невысока [14].

Вместе с тем именно в кризисный период, начавшийся в 2014–2015 гг., российская наука стала стремительно наращивать ежегодное число публикаций в международных журналах, обострились требующие решения научно-технические проблемы, связанные с импортозамещением, был взят курс на ускоренную цифровизацию экономики страны и отдельных ее отраслей и регионов. В связи с этим представляет интерес исследование влияния пандемии как очередной кризисной волны, ставшей серьезным испытанием для экономики и социальной сферы на научно-инновационные системы российских регионов.

Материалы и методы

В работе использовались данные Росстата [15], НИУ ВШЭ², данные авторской выборки информации по научным публикациям в базе данных (БД) Scopus³, а также данные ресурса Scimago⁴. Кратко- и долгосрочные изменения в региональном развитии выявлялись на основе сравнительного анализа. Возможность взаимозависимости параметров развития инноваций и экономики в регионах измерялась корреляционно-регрессионным методом.

Результаты и обсуждение

В соответствии с методологией В.Л. Квинта [16; 17], для уточнения характера глобальных изменений и тенденций прежде всего целесообразно рассмотреть результативность научной деятельности России и ее изменения на региональном уровне в сравнении с ведущими геополитическими «центрами силы» – США и КНР (рис. 1).

Представленные на рис. 1 данные показывают, что для России характерно снижение прироста публикаций в БД Scopus в пандемийный период и даже снижение их числа (предварительно, так

как подсчет числа публикаций за 2021 г. может быть еще не закончен к настоящему времени), которое может быть связано со спадом научной активности в стране. При этом и США, и, в большей степени, Китай демонстрировали увеличение интенсивности научных исследований. Следует отметить, что в результате поиска автором в БД Scopus публикаций, напрямую посвященных пандемии и ее влиянию на различные сферы человеческой деятельности, было выявлено около 90 тыс. публикаций (по всему миру) в 2020 г. и почти 170 тыс. – в 2021 г. (около 5 % от всего объема публикаций за 2021 г.). По результатам 2021 г., в ряде ведущих в научном отношении крупных городов России активность в сфере фундаментальной науки заметно снизилась, и только Москва и Новосибирск сохранили тенденции ее наращивания.

Снижение результативности научной деятельности в России в период пандемии может быть связано как с экономическими трудностями, так и с ковидными ограничениями. ВВП России в долл. США в номинальном исчислении, по данным Всемирного Банка, с 2019 по 2020 г. сократился с 1687 до 1483 млрд долл. США, что составило падение на 12,1 %, в то время как аналогичный показатель КНР вырос на 3,1 %, а в США упал лишь на 2,3 % (в номинальном долларовом выражении) [18].

Для подтверждения предположения о центральной роли учреждений и организаций Москвы в реакции на кризисные вызовы следует рассмотреть изменения во внутренних затратах на исследования и разработки в контексте общей закономерности их пространственно-регионального распределения в России (рис. 2).

Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что внутренние затраты на исследования и разработки (ВЗИР) на душу населения в субъектах РФ (без учета малонаселенных, удаленных от центра регионов с преобладанием добывающей промышленности) положительно коррелируют с уровнем валового регионального продукта (ВРП) на душу населения. Отметим, что наиболее мощным потребителем ресурсов на ВЗИР является, наряду с Москвой и Санкт-Петербургом, Нижегородская область с очень высоким уровнем затрат как на фундаментальные, так и, в большей степени, на прикладные исследования и разработки.

Данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что практически только Москва (возможно, частично Московская область) стала основным агрегатором дополнительных затрат на исследования и разработки в первый пандемийный год, потребляя более трети всех ресурсов на науку в России.

² Индикаторы науки. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/in>

³ About Scopus. Abstract and citation database. Elsevier. URL: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus> (дата обращения: 01.07.2022).

⁴ Scimago Journal & Country Rank. URL: <https://www.scimagojr.com/> (дата обращения: 01.07.2022).

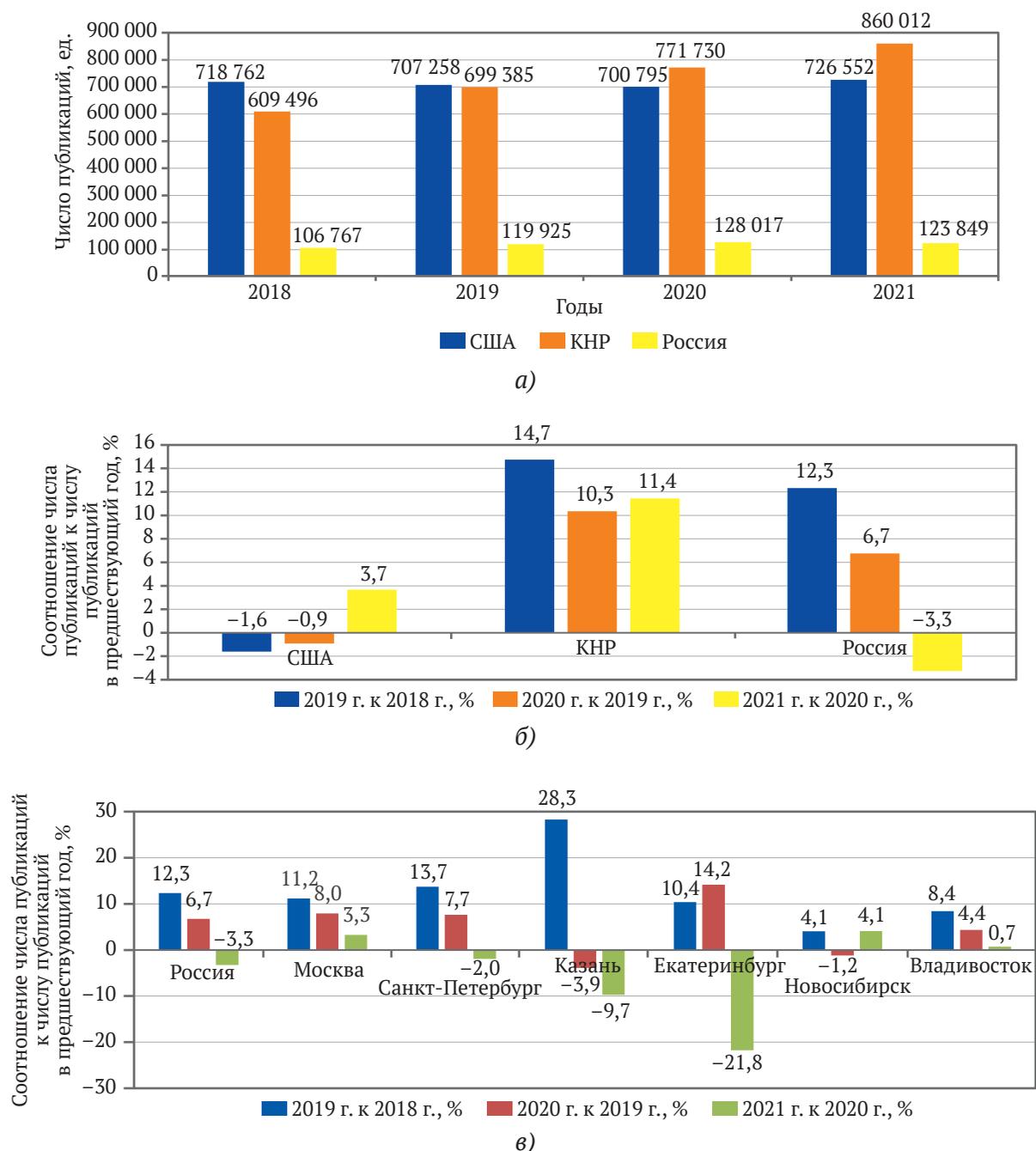


Рис. 1. Число публикаций ученых США, КНР и России в 2018–2021 гг. (а); соотношение числа публикаций к числу публикаций в предшествующем году, США, КНР и России (б); соотношение числа публикаций к числу публикаций в предшествующем году в России, Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Екатеринбурге, Новосибирске и Владивостоке (в)

Источник: составлено автором на основе данных About Scopus. Abstract and citation database. Elsevier.
 URL: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus> (дата обращения: 01.07.2022); Scimago Journal & Country Rank.
 URL: <https://www.scimagojr.com/> (дата обращения: 01.07.2022)

Fig. 1. Number of scientific publications from the USA, China and Russia in 2018–2021 (a); the ratio of the number of publications to the number of publications in the previous year, USA, China and Russia (b); the ratio of the number of publications to the number of publications in the previous year in Russia, Moscow, St. Petersburg, Kazan, Yekaterinburg, Novosibirsk and Vladivostok (c)

Source: compiled by the author based on data About Scopus. Abstract and citation database. Elsevier.
 URL: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus> (accessed on 01.07.2022); Scimago Journal & Country Rank.
 URL: <https://www.scimagojr.com/> (accessed on 01.07.2022)

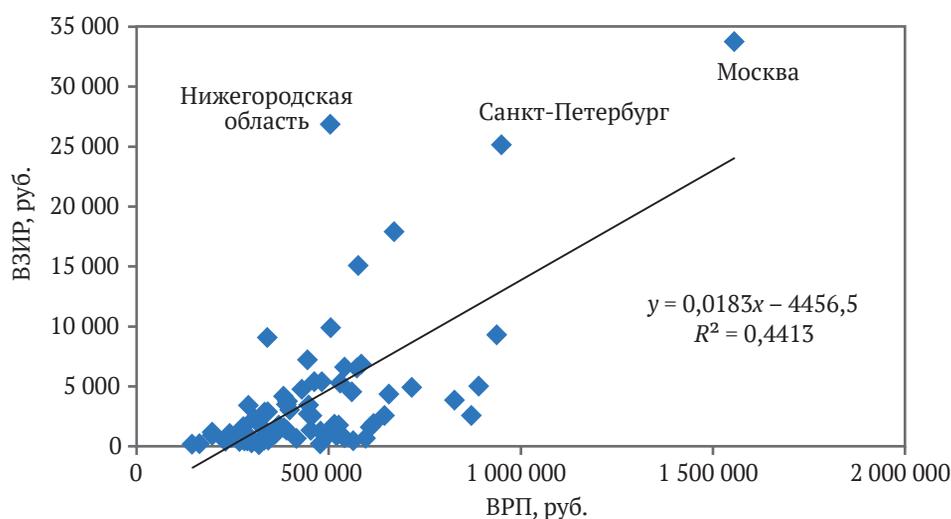


Рис. 2. Соотношение валового регионального продукта на душу населения в 2019 г. и внутренних затрат на исследования и разработки на душу населения в 2020 г., Россия (без Ненецкого округа, Ямало-Ненецкой автономной области, Ханто-Мансийской автономной области, Чукотской автономной области, Тюменской, Сахалинской, Магаданской области и Республики Саха (Якутия))

Источник: составлено автором с использованием данных [15]

Fig. 2. The ratio of gross regional product per capita in 2019 and domestic expenditures on research and development per capita in 2020, Russia (excluding Nenets Okrug, Yamalo-Nenets Autonomous Region, Khanto-Mansiysk Autonomous Region, Chukotka Autonomous Region, Tyumen, Sakhalin, Magadan regions and the Republic of Sakha (Yakutia))

Source: compiled by the author based on data [15]

Таблица 1 / Table 1

Отношение внутренних затрат на исследования и разработки федеральных округов и ведущих в научном отношении субъектов РФ в общероссийских внутренних затратах на исследования и разработки в 2018–2020 гг.

The ratio of internal costs for research and development (ICRD) of federal districts and scientifically leading subjects of the Russian Federation in the all-Russian ICRD in 2018–2020

Страна / округ / город	Доля ВЗИР федерального округа или субъекта РФ в ВЗИР России на 2018–2020 гг., %		
	2018	2019	2020
Российская Федерация	100,0	100,0	100,0
Центральный федеральный округ	51,0	50,8	52,9
г. Москва	34,1	35,1	36,4
Северо-Западный федеральный округ	13,9	14,6	13,3
г. Санкт-Петербург	12,1	12,8	11,5
Южный федеральный округ	2,5	2,6	2,5
Северо-Кавказский федеральный округ	0,5	0,5	0,5
Приволжский федеральный округ	16,0	16,4	15,4
Республика Татарстан	1,7	1,6	1,6
Нижегородская область	7,5	7,8	7,3
Уральский федеральный округ	6,7	6,0	6,3
Свердловская область	2,9	2,5	2,5
Сибирский федеральный округ	7,5	7,6	7,4
Новосибирская область	2,3	2,3	2,3
Дальневосточный федеральный округ	1,8	1,6	1,7
Приморский край	0,8	0,6	0,7

Вместе с тем важнейшим двигателем науки является полноценность ее кадрового обеспечения. В табл. 2 представлены данные по динамике доли и численности персонала науки в федеральных округах и некоторых регионах в общероссийской численности в последние годы.

Данные табл. 2 показывают, что только в Москве (среди крупнейших и лидирующих в научно-инновационном отношении городов и регионов) с 2018 г. происходило уверенное увеличение численности исследователей и их доли в общероссийской численности. При этом, если сравнивать текущую ситуацию с ситуацией 2010 г., то возникает несколько иная картина: если численность научного персонала с 2010 по 2020 г. снизилась на 7,6 %, с 736,5 до 679,3 тыс. чел., то в Москве она снизилась на 11 %, с 241,2 до 212,4 тыс. чел., при этом доля научного персонала страны, приходящегося на Москву, в 2010 г. составляла 32,8 %, а в 2020-м – 31,3 %. Самое большое снижение численности научного персонала в Москве пришлось на 2015–2018 гг. – с 239,5 до 205 тыс. чел. Таким образом, доля затрат на науку, приходящаяся на Москву в 2018–2020 гг., выше, чем доля работающих в науке в этот период времени.

Заключение

Результаты проведенных исследований позволяют сделать выводы, которые могут быть значимыми для понимания закономерностей формирования и развития региональных научно-инновационных систем в России, а также перспектив в контексте реализации Стратегии пространственного развития России, принятой в 2019 г. и включающей интенсивное развитие в регионах 15 крупных научных центров мирового уровня, а также стратегических приоритетов регионального научно-инновационного развития.

Во-первых, общие тенденции развития научно-инновационной деятельности в России не позволяют пока активно наращивать ее суммарный научно-инновационный потенциал ни в плане обеспеченности кадровыми ресурсами, ни в плане финансирования. Пандемия, ставшая вызовом для экономики, еще более сдержала имеющиеся признаки роста. То есть развитие науки и инноваций в регионах, необходимое для успешного роста имеющихся и новых научно-инновационных систем, будет стратегически затруднено в ближайшие годы.

Во-вторых, научный потенциал страны сильно агрегирован в крупнейших городах, прежде

Таблица 2 / Table 2

Распределение занятых в сфере исследований и разработок по федеральным округам и крупным городам в отношении к общей общероссийской численности в 2018–2020 гг.

Distribution of people employed in research and development by federal districts and large cities in relation to the Russian population in 2018–2020

Страна / округ / город	Доля занятых в науке от общероссийского числа занятых в 2018–2020 гг., %			2019 г. к 2018 г., %	2020 г. к 2019 г., %
	2018	2019	2020		
Российская Федерация	100,00	100,00	100,00	-0,02	-0,46
Центральный федеральный округ	50,1	50,1	50,9	0,04	1,08
г. Москва	30,0	30,8	31,3	2,75	0,92
Северо-Западный федеральный округ	13,4	13,4	12,9	-0,26	-4,39
г. Санкт-Петербург	11,0	11,0	10,7	0,26	-3,65
Южный федеральный округ	3,9	3,9	3,9	1,07	0,01
Северо-Кавказский федеральный округ	1,0	1,0	1,0	-3,97	1,05
Приволжский федеральный округ	15,4	15,4	15,0	0,22	-3,06
Республика Татарстан	1,9	1,9	1,9	4,27	-2,48
Нижегородская область	6,0	6,1	6,0	2,22	-1,71
Уральский федеральный округ	6,5	6,6	6,5	1,99	-0,97
Свердловская область	3,0	3,1	3,1	2,33	-0,75
Сибирский федеральный округ	7,7	7,6	7,7	-1,66	1,41
Новосибирская область	3,2	3,2	3,1	-0,10	-1,59
Дальневосточный федеральный округ	2,1	2,0	2,0	-1,86	0,22
Приморский край	0,8	0,8	0,9	-1,70	2,40

Источник: составлено автором с использованием данных [15]

Source: compiled by the author based on data [15]

всего в Москве и Санкт-Петербурге, где более высок уровень жизни. Доля организаций регионального подчинения, непосредственно занимающихся проблемами регионов, остается очень низкой. На примере пандемии как кризисного вызова показано, что подобные испытания ведут к стимулированию инновационной активности, прежде всего в крупных научно-инновационных центрах. Признаками устойчивости, необходимой для уверенного стратегического планирования региональным развитием, обладают научно-инновационные системы Москвы и ряда других крупнейших российских научно-инновационных центров.

В целом, пандемия не стала кризисным импульсом для повышения интенсивности научных исследований, как это случилось в КНР, а привела к росту расходов на инновации в регионах – крупнейших научно-инновационных промышленных центрах страны, где сосредоточен основной потенциал данной сферы. Вместе с тем пандемия усилила тенденцию к централизации ресурсного обеспечения и деятельности в сфере исследований и разработок (прежде всего, в Москве), что в дальнейшем может помешать осуществлению стратегии роста региональных научно-инновационных систем, необходимой для успешного пространственного развития России.

Список литературы

1. Квинт В.Л., Новикова И.В., Алимуратов М.К. Согласованность глобальных и национальных интересов с региональными стратегическими приоритетами. *Экономика и управление*. 2021;27(11):900–909. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-11-900-909>
2. Квинт В.Л., Астапов К.Л. Стратегия Кузбасса на 50-летнюю перспективу в книгах Библиотеки «Стратегия Кузбасса». *Стратегирование: теория и практика*. 2021;1(2(2)):123–135. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2021-1-2-123-135>
3. Шумпетер Й. Теория экономического развития (исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредиты, проценты и циклы конъюнктуры); пер. с нем. М.: Прогресс; 1982. 453 с.
4. Bar Am J., Furstenthal L., Jorge F., Roth E. *Innovation in a crisis: Why it is more critical than ever*. 17 June 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/innovation-in-a-crisis-why-it-is-more-critical-than-ever> (дата обращения: 01.07.2022).
5. Haas S., McClain J., McInerney P., Timelin B. *Reimagining consumer-goods innovation for the next normal*. 16 October 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/reimagining-consumer-goods-innovation-for-the-next-normal> (дата обращения: 01.07.2022).
6. *The global innovation index 2022. What is the future of innovation-driven growth?* URL: <http://www.globalinnovationindex.org> (дата обращения: 01.07.2022).
7. Терешкина Н.Е. Влияние пандемии на развитие инноваций в мире. *Вопросы инновационной экономики*. 2021;11(4):1289–1300. <https://doi.org/10.18354/vines.11.4.113800>
8. Зубаревич Н. Выход из кризиса: региональная проекция. *Вопросы экономики*. 2012;4(4):67–83. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2012-4-67-83>
9. Зубаревич Н.В. Региональная проекция нового российского кризиса. *Вопросы экономики*. 2015;4(4):37–52. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2015-4-37-52>
10. Зубаревич Н.В., Макаренцева А.О., Мкртчян Н.В. Социально-экономическое положение регионов и демографические итоги 2019 г. (по результатам регулярного мониторинга ИНСАП РАНХиГС). *Экономическое развитие России*. 2020;27(4):73–87.
11. Аналитический бюллетень НИУ ВШЭ об экономических и социальных последствиях коронавируса в России и в мире. *Высшая школа экономики*. 2020;4(4). 05.06.2020. URL: www.hse.ru/mirror/pubs/share/370616519.pdf (дата обращения: 01.07.2022).
12. Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. Кризисное и межкризисное развитие современной России в разных географических масштабах. *Известия Российской Академии наук. Серия географическая*. 2009;4(4):7–16.
13. Комментарии о государстве и бизнесе. Бюджеты. Вирус в регионах. Комментарии о государстве и бизнесе. Национальный Исследовательский Университет Высшая школа экономики. 16 июня 2020 г. 6 с. URL: www.hse.ru/pubs/share/direct/document/373271455.pdf (дата обращения: 15.06.2022).
14. Зубаревич Н.В. Влияние пандемии на социально-экономическое развитие и бюджеты регионов. *Вопросы теоретической экономики*. 2021;1(10):48–60. <https://doi.org/10.24411/2587-7666-2021-10104>
15. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: стат. сб. М.: Росстат; 2021. 1114 с.
16. Квинт В.Л. Концепция стратегирования. В 2-х т. СПб.: СЗИУ РАНХиГС; 2020. Т. 1. 132 с. Т. 2. 164 с.
17. Квинт В.Л. Теория и практика стратегирования. Ташкент: Тасвир; 2018. 160 с.
18. *World Bank. World development indicators online*. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/> (дата обращения: 01.07.2022).

References

1. Kvint V.L., Novikova I.V., Alimuradov M.K. Kuzbass strategy over 50-year planning horizon: publications on strategy of the Kuzbass region. *Economics and Management*. 2021;27(11):900–909. (In Russ.). <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-11-900-909>
2. Kvint V.L., Astapov K.L. The strategy of Kuzbass for a 50-year perspective in the books of the Library “Strategy of Kuzbass”. *Strategizing: Theory and Practice*. 2021;1(2):123–135. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2021-1-2-123-135>
3. Schumpeter J. *Theory der wirtschaftlichen entwicklung: Eine untersuchung über unternehmergewinn, kapital, kredit, zins und den konjunkturzyklus*. Berlin: Duncker & Humblot; 1982. 369 p. (Russ. Transl.: Schumpeter J. *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya (issledovanie predprinimatel'skoi pribyli, kapitala, kredity, protsenty i tsikly kon'yunktury)*. Moscow: Progress; 1982. 453 p.)
4. Bar Am J., Furstenthal L., Jorge F., Roth E. *Innovation in a crisis: Why it is more critical than ever*. June 17, 2021. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/innovation-in-a-crisis-why-it-is-more-critical-than-ever> (accessed on 01.07.2022).
5. Haas S., McClain J., McInerney P., Timelin B. *Reimagining consumer-goods innovation for the next normal*. October 16, 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/reimagining-consumer-goods-innovation-for-the-next-normal> (accessed on 01.07.2022).
6. *The global innovation index 2022. What is the future of innovation-driven growth?* URL: <http://www.globalinnovationindex.org> (accessed on 01.07.2022).
7. Tereshkina N.E. The pandemic impact on the development of innovations in the world. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2021;11(4):1289–1300. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.11.4.113800>
8. Zubarevich N. Post-crisis development: Regional aspects. *Voprosy ekonomiki*. 2012;(4):67–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2012-4-67-83>
9. Zubarevich N. Regional dimension of the new Russian crisis. *Voprosy ekonomiki*. 2015;(4):37–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2015-4-37-52>
10. Zubarevich N.V., Makarentseva A.O., Mkrtychyan N.V. socio-economic situation in Russian regions and demographic results of 2019. *Russian Economic Development*. 2020;27(4):73–87. (In Russ.)
11. *Economic and social consequences of coronavirus in Russia and in the world. Analytical bulletin of the Higher School of Economics*. 2020;(4). 05.06.2020. (In Russ.). URL: www.hse.ru/mirror/pubs/share/370616519.pdf (accessed on 01.07.2022).
12. Nefedova T.G., Treivish A.I. Crisis and inter-crisis development of modern Russia in different geographical scales. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2009;(4):7–16. (In Russ.)
13. *Comments about the state and business. Budgets. Virus in the regions. Comments about the state and business*. National Research University Higher School of Economics. June 16, 2020. 6 p. (In Russ.) URL: www.hse.ru/pubs/share/direct/document/373271455.pdf (accessed on 01.07.2022).
14. Zubarevich N.V. Influence the pandemic at socio-economic development and regional budgets. *Theoretical Economics*. 2021;(1):48–60. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2587-7666-2021-10104>
15. *Regions of Russia. Socio-economic indicators*. 2021. Moscow: Rosstat; 2021. 1114 p. (In Russ.)
16. Kvint V.L. *The concept of strategizing*. In 2 vol. St. Petersburg: NWIM RANEPa; 2020. Vol. 1. 132 p. Vol. 2. 164 p. (In Russ.)
17. Kvint V.L. *Theory and practice of strategizing*. Tashkent: Tasvir; 2018. 160 p. (In Russ.)
18. *World Bank. World development indicators online*. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/> (accessed on 01.07.2022).

Информация об авторе

Ван Юйшань – аспирант, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1363-796X>; e-mail: vanunshan@yandex.ru

Information about the author

Wang Yushan – Postgraduate Student, Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1363-796X>; e-mail: vanunshan@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.09.2022; поступила после доработки 14.12.2022; принята к публикации 19.12.2022
Received 21.09.2022; Revised 14.12.2022; Accepted 19.12.2022

Экономическая оценка производственного развития нефтегазового региона по рентабельности активов организаций и рентабельности продукции

И.Л. Беилин  

Российский государственный университет правосудия (Казанский филиал),
420088, Казань, 2-я Азинская ул., д. 7а, Российская Федерация

 i.beilin@rambler.ru

Аннотация. Разработан новый методологический подход к межрегиональному производственному взаимодействию нефтегазовых регионов на основе анализа и моделирования рентабельности активов региональных организаций и рентабельности проданных ими товаров, продукции, работ и услуг. Релевантными параметрами исследования выбраны доминирующие производственные факторы нефтегазовых регионов: объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, а также индексы промышленного производства по видам экономической деятельности – «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства». Структура объема отгруженной продукции (работ, услуг) по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» представлена добычей угля, нефти и природного газа, металлических руд и прочих полезных ископаемых, а также предоставлением услуг в области добычи полезных ископаемых. В объеме отгруженных товаров и продукции, а также работ и услуг в сегменте «Обрабатывающие производства», выбраны: кокс и нефтепродукты, резиновые и пластмассовые изделия, химические вещества и продукты, лекарственные средства и материалы, прочая неметаллическая минеральная продукция, машины и оборудование, транспортные средства. Проведена комплексная кластеризация нефтегазовых регионов по рентабельности активов организаций, а также по рентабельности продукции, товаров, работ и услуг видов экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства». В результате, сформированные варианты производственной межрегиональной интеграции могут являться решением проблемы низкой рентабельности активов (и даже отрицательной в случае Оренбургской области и Самарской области) за счет синергетических эффектов снижения капиталоемкости и повышения сальдированного финансового результата производственных организаций. Установлено, что основным направлением совершенствования государственных программ в управлении инновационным индустриальным развитием нефтегазового региона является индикативное стимулирование рентабельности активов организаций обрабатывающих производств.

Ключевые слова: региональная экономика; экономика промышленности; рентабельность активов; рентабельность продукции; нефтегазовый регион; кластерный анализ

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00189

Для цитирования: Беилин И.Л. Экономическая оценка производственного развития нефтегазового региона по рентабельности активов организаций и рентабельности продукции. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):442–452. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-442-452>

Economic assessment of industrial development of the oil and gas region by return on assets of organizations and profitability of products

I.L. Beilin  

Russian State University of Justice (Kazan Branch),
7a 2nd Azinskaya Str., Kazan 420088, Russian Federation

 i.beilin@rambler.ru

Abstract. On the basis of the analysis and modelling of the return on assets of regional organizations and the profitability of the goods, products, works and services sold by them the

author of the article has developed a new methodological approach to interregional industrial interaction of oil and gas regions. The predominating production factors of oil and gas regions including the volume of the shipped own products, works and services completed on their own, and indexes of industrial production by the type of economic activity (“Mining” and “Manufacturing”) are chosen as the relevant parameters of the study. The structure of the volume of the shipped products (works, services) by type of economic activity “Mining” is represented by coal mining, oil and natural gas extraction, metal ore extraction, mining of other minerals and by providing corresponding services. As for the shipped goods and products, as well as works and services within the “Manufacturing” segment, the author chose coke and petroleum products; rubber and plastic products, chemicals and products, medicines and materials, other non-metallic mineral products, machinery and equipment, vehicles. A comprehensive clustering of oil and gas regions has been carried out according to the profitability of the assets of organizations, as well as the profitability of products, goods, works and services of the types of economic activity “Mining” and “Manufacturing”. As a result, the variants of industrial interregional integration formed may serve as the solution of the problem of low return on assets (and even negative in the case of the Orenburg region and the Samara region) due to the synergistic effects of reducing capital intensity and increasing the net financial result of the manufacturing organizations. It has been stated that the main direction for improving state programs in the management of innovative industrial development of oil and gas regions is indicative stimulation of return on assets of the manufacturing organizations.

Keywords: regional economics, industrial economics, return on assets, profitability of the products, oil and gas region, cluster analysis

Acknowledgements: The study has been conducted at the expense of a grant from the Russian Science Foundation, project № 23-28-00189

For citation: Beilin I.L. Economic assessment of industrial development of the oil and gas region by return on assets of organizations and profitability of products. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):442–452. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-442-452>

以组织的资产回报率和产品的利润率为视角对石油和天然气地区的工业发展进行经济评估

I.L. Beilin  

俄罗斯国立司法大学喀山分校,

420088, 俄罗斯联邦喀山第二阿津斯卡亚街街7a号

 i.beilin@rambler.ru

摘要: 基于对区域组织的资产回报率及其销售的商品、产品、工程和服务的利润率的分析 and 建模, 开发了一种石油和天然气跨区域生产互动的新的方法。相关的研究参数是石油和天然气地区的主要生产要素: 自己生产的货物运输量, 自己的力量完成的工程和提供的服务, 以及按经济活动类型划分的工业生产指数 – “采矿业” 和 “制造业”。按经济活动类型划分的发货产品 (工程、服务) 的数量结构是由煤炭开采、油气开采、金属矿石开采、其他矿物开采以及提供采矿作业领域的服务所代表。在 “制造业” 部分的货物和产品以及工程和提供的发货量中, 焦炭和石油产品、橡胶和塑料产品、化学品和产品、药品和材料、其他非金属矿物产品、机械设备、运输车辆被选出。按照组织的资产回报率, 以及按照 “采矿业” 和 “制造业” 经济活动类型的产品、货物、工程和服务的盈利能力, 对石油和天然气地区进行了全面的分类。因此, 形成的生产区域间一体化的方案可以帮助解决资产回报率低的问题 (在奥伦堡州和萨马拉州的情况下甚至是负的), 这得益于降低资本强度和增加加工企业的平衡财务结果的协同效应。已经确定, 改善石油天然气地区创新工业发展管理的国家计划的主要方向是指示性地刺激加工企业的资产盈利能力。

关键词: 区域经济、工业经济、资产回报率、产品利润率、石油和天然气地区、集群分析

鸣谢: 本研究得到了俄罗斯科学基金会的资助, 项目编号 № 23-28-00189

Введение

По оценкам Министерства финансов РФ, спрос на углеводороды растет одновременно с восстановлением экономики. Можно предположить, что у нефтегазовых компаний страны имеется более десятилетия, чтобы подготовиться к диверсификации направлений деятельности. В свою очередь, у бюджета нефтегазовых регионов существуют необходимые возможности, чтобы обеспечить резервы и подготовиться к вероятному понижению экспортных доходов от углеводородов. Данный вопрос получил очередной виток актуальности в связи с новыми данными о намерениях расконсервирования отдельными странами нефтяных запасов.

Согласно умеренному сценарию, который предполагает малую вероятность достижения всех поставленных климатических целей до 2050 г., нефтяные котировки к этому времени будут варьироваться в интервале 60–90 долл. США за баррель. Если к 2050 г. реализуется наиболее оптимистичный сценарий достижения углеродной нейтральности, когда снизится потребность в новых нефтегазовых месторождениях, нефтяные цены снизятся до 24 долл. США за баррель¹. Повышение рентабельности российских нефтегазовых активов и продукции на фоне высокого спроса на углеводороды позволит существенно увеличить доходы российского бюджета.

Целью данного исследования является оценка экономической эффективности производственного развития нефтегазовых регионов (НГР) Приволжского федерального округа (ПФО), включая Республику Татарстан (РТ), Республику Башкортостан (РБ), Самарскую область (СО), Пермский край (ПК), Удмуртскую республику (УР), Оренбургскую область (ОО), на основе анализа структуры рентабельности активов и рентабельности продукции организаций данных субъектов.

Аналитический обзор

Вопросы рентабельности в нефтегазовой отрасли в настоящее время находят широкое отражение в экономических исследованиях с использованием методологических подходов цифровых технологий и факторного анализа, а их решение является важной составляющей инновационного развития и инвестиционной привлекательности нефтегазовых компаний [1–3]. Анализ факторов, оказывающих влияние на рентабельность активов организаций, а также система оценки эффек-

тивности их использования в производственной деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса, могут быть подвержены рискам, связанным с высокой капиталоемкостью отрасли [4–8].

Показатель рентабельности активов в оценке деятельности как предприятий химической промышленности в целом, так и крупнейших в стране нефтегазовых компаний Роснефть и Лукойл, в частности, требует детерминированного анализа динамики с учетом факторов неопределенности, в том числе с применением моделей Дюпона [9–14]. Эконометрический анализ и моделирование факторов, влияющих на рентабельность высокотехнологичных предприятий, прежде всего в химической промышленности, занимает важное место в обеспечении высокой конкурентоспособности российской продукции глубокой химической переработки углеводородного сырья и других товаров с высокой добавленной стоимостью [15–20]. Оценка рентабельности активов и рентабельности проданной продукции и товаров, а также работ и услуг производственных организаций, может являться основным критерием оптимизации производственной программы, направленной на развитие инновационной активности и инвестиционной привлекательности промышленности [21–25].

Экономическая эффективность индустриального развития нефтегазового региона в высокой степени связана с анализом и моделированием структуры и динамики объема отгруженной продукции собственного производства и индексов промышленного производства по видам экономической деятельности: «Добыча полезных ископаемых» (ДП) и «Обрабатывающие производства» (ОП). Поскольку налог на добычу полезных ископаемых и вывозная пошлина нефтегазовыми компаниями, действующими на территории данного региона, в значительной степени распределяется в федеральный бюджет, то их прибыль от реализации продукции, а также выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» является не рентной. Доходы нефтегазовых компаний в данном случае представляют собой вознаграждение за разведку и бурение, а также непосредственно за производственные работы по нефтедобыче, объем которых растет.

Средняя величина объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства» в НГР ПФО значительно выше

¹ МЭА допустило падение цен на нефть до \$36 за баррель к 2030 году. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12646051>

среднего значения соответствующего параметра по всему округу. Кроме высокой населенности нефтегазовых регионов, это обусловлено следующими основными тремя обстоятельствами:

– высокоразвитым нефтегазохимическим комплексом нефтегазовых регионов, обеспеченным преимущественно собственным сырьем, что не только повышает рентабельность функционирующих на территории округа вертикально интегрированных нефтегазовых компаний за счет снижения издержек на промежуточных стадиях процесса добыча–переработка–сбыт, но и обеспечивает высокую точность долгосрочного планирования;

– межотраслевой горизонтальной производственной интеграцией, региональный нефтегазохимический комплекс которой является как основным производственным партнером, так и драйвером инвестиционной и инновационной привлекательности обрабатывающих производств региона.

Индексы промышленного производства в нефтегазовых регионах, характеризующие изменение валового внутреннего продукта в важнейших секторах экономики «Добыча полезных ископаемых», «Обрабатывающие производства» и «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», практически не отличаются от их средних значений по рассматриваемому федеральному округу. С одной стороны, это можно объяснить инфляционным влиянием и комплексом макроэкономических показателей, в равной степени влияющим на все регионы и отрасли экономики, а с другой стороны, можно увидеть проблематику в том, что индексы промышленного производства в нефтегазовых регионах, являющихся драйверами производственного развития страны, не превосходят этот показатель в других субъектах. Анализ индексов промышленного производства в нефтегазовых регионах ПФО отдельно по видам экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства» показал аналогичные результаты, что в целом может быть следствием санкционного давления. Оно в высокой степени затрагивает наиболее капиталоемкие новые технологии и оборудование, используемые в добыче и переработке тяжелой нефти и ПНГ.

Результаты и их обсуждение

Объем отгруженных товаров и продукции, а также работ и услуг, в секторе «Добыча полезных ископаемых» НГР ПФО в высокой степени влияет на величину этого показателя по всему

округу. Это вполне закономерно, учитывая, что других полезных ископаемых в данном округе, кроме нефти и газа, практически нет, за исключением присутствия небольшого количества металлических руд в основном на территории Республики Башкортостан.

Структура объема основных видов отгруженной продукции (работ, услуг) нефтегазовых регионов ПФО по экономической деятельности «Обрабатывающие производства» также практически в полной степени определяет данную структуру по всему рассматриваемому округу. Это может объясняться как высокой плотностью населения и, соответственно, трудовых ресурсов в половине нефтегазовых регионов, так и укоренившимся территориальным принципом размещения обрабатывающей промышленности вблизи нахождения сырьевых ресурсов.

В распределении отгруженных товаров, работ и услуг собственными силами НГР ПФО в секторе «Добыча полезных ископаемых» преобладает частная форма собственности. Исключение составляет Республика Башкортостан, основная часть нефтедобычи которой находится в собственности государственной корпорации.

По объемам присутствия иностранного капитала, как по структуре произведенной продукции, так и по занятому населению, в секторе «Добыча полезных ископаемых» значительно выделяется Республика Татарстан, что обусловлено, очевидно, ее инновационным типом развития.

Рентабельность активов и рентабельность проданной продукции можно считать одними из основных критериев эффективности производственной деятельности, которыми следует, в том числе, руководствоваться при разработке методологических подходов к программному управлению регионом. Добыча полезных ископаемых является наиболее высоко рентабельной деятельностью не только по активам организаций, но и по продукции, товарам, работам и услугам. При этом следует учитывать ее высокую капиталоемкость, обусловленную сложностями разведки, бурения и извлечения тяжелой нефти, а также еще и то, что основная часть рентных доходов нефтегазовых компаний в форме налога на добычу полезных ископаемых и вывозной пошлины предназначается федеральному бюджету. Учитывая тот факт, что в показатель рентабельности налоги не закладываются, производственная деятельность НГР ПФО в области добычи полезных ископаемых значительно более рентабельна, чем в среднем по данному округу. Это в равной степени справедливо как

для активов нефтегазовых компаний, так и для их продукции, работ и услуг, поскольку сырая нефть является самым торгуемым товаром в мире и вместе с природным газом и также частично попутным нефтяным газом наиболее доступным и востребованным сырьем для обрабатывающей промышленности региона. Рентабельности активов и продукции организаций НГР в секторе обрабатывающих производств сопоставимы, а в ряде случаев, например, в Республике Татарстан, даже ниже данных показателей в среднем по округу. Это достаточно парадоксально, учитывая стабильно высокую востребованность как на внутреннем, так и на международном рынке нефтепродуктов и продукции нефтегазохимического комплекса с более высокой добавленной стоимостью, преимущественно синтетического каучука и пластических масс.

По представленным данным наибольшие дисбалансы между видами экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства» по рентабельности активов и рентабельности проданной продукции производственных организаций наблюдаются в Республике Татарстан. В то же время это наиболее развитый в промышленном отношении регион ПФО, а его нефтегазоперерабатывающие предприятия составляют основу инновационной производственной инфраструктуры региона, например:

– ОАО «Казанский завод синтетического каучука» – крупнейший производитель синтетического каучука, тиоколов, мастик, герметиков, полисульфидов;

– АО «Нижнекамсктехуглерод» – один из наиболее крупных инновационных предприятий, производящий высококачественный технический углерод (техуглерод);

– О «Химический завод им. Л.Я. Карпова» – современный производитель неорганических веществ технической и фармакопейной номенклатуры;

– ПАО «Казаньоргсинтез» – производитель этилена, полиэтилена высокого (ПВД) и полиэтилена низкого давления (ПНД), полиэтиленовых труб, поликарбоната;

– АО «КВАРТ» – крупнейшее предприятие в резинотехнической отрасли;

– ПАО «Нижнекамскшина» – один из наиболее крупных отечественных производителей автомобильных шин;

– АО «ТАНЕКО» и АО «ТАИФ-НК» – производители моторных топлив, суммарный объем перерабатываемой ими нефти превышает 15 млн т/год.

Существенную долю высокорентабельной деятельности обрабатывающих производств Республики Татарстан составляют производители нефтегазового оборудования, примерами которых являются:

– ООО «ПФ ЧАЗ» («Производственная фирма Челнинский арматурный завод») – ведущий российский производитель трубопроводной арматуры в нефтяной, газовой, химической и других отраслях промышленности;

– ООО «НЧТЗ» («Набережночелнинский трубный завод») – производитель всей линейки оборудования для закачивания в нефтяные и газовые скважины;

– АО «КМПО» («Казанское моторостроительное производственное объединение») – серийный производитель газотурбинных двигателей и оборудования по транспортировке и распределению природного газа;

– «Бугульминский механический завод» при ПАО «Татнефть» – одно из ведущих российских предприятий по выпуску нефтегазодобывающего, нефтегазоперерабатывающего, нефтехимического и энергетического оборудования;

– АО «Азнакаевский завод Нефтемаш» – завод, специализирующийся на производстве манипуляторных установок с грузоподъемностью до 12 000 кг.

Распределение рентабельности активов организаций НГР ПФО по видам экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства» отличается высокой неоднородностью (рис. 1).

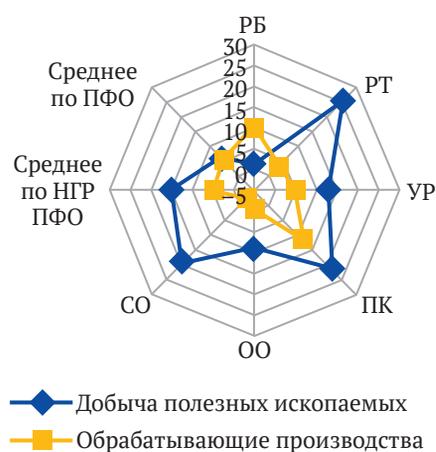


Рис. 1. Рентабельность активов организаций НГР ПФО по видам экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства», %

Fig. 1. Profitability of assets of organizations of the OGR of the Volga Federal District by types of economic activity “Mining” and “Manufacturing” (%)

Распределение рентабельности продукции, товаров, работ и услуг НГР ПФО по видам экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства» демонстрирует аналогичную закономерность с еще большим «отрывом» первого показателя от второго с сохранением за Республикой Башкортостан прежней позиции одинаково низкой рентабельности по обоим видам анализируемой производственной деятельности (рис. 2).

Обнаруженная закономерность существенно дисбаланса между Республикой Башкортостан и другими НГР ПФО подтверждается по соотношению рентабельности активов и рентабельности продукции, товаров, работ и услуг производственных организаций по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых». Особенно противоречивым представляется максимальная амплитуда различия по обоим показателям между Республикой Башкортостан и Республикой Татарстан, которые по своей отраслевой структуре и основным социально-экономическим показателям на региональном уровне являются наиболее похожими регионами. Более того, в обоих регионах значительное внимание отводится формированию точек экономического роста на основе развития горизонтальной промышленной межотраслевой интеграции. Это прежде всего организованные в 2012 г. и успешно функционирующие инновационные территориальные производственные кластеры федерального значения Республики Башкортостан и Республики Татарстан, якорными предприятиями которых являются объекты первичной физической и глубокой химической переработки нефти и газа.

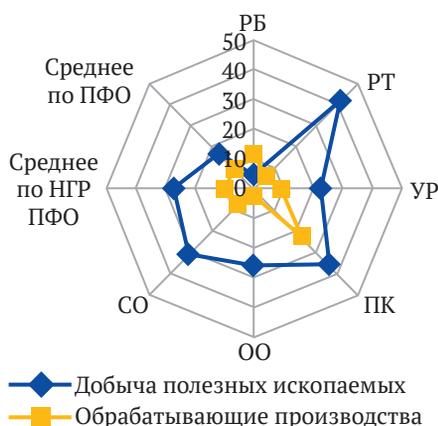


Рис. 2. Рентабельность продукции, товаров, работ и услуг НГР ПФО по видам экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства», %

Fig. 2. Profitability of products, goods, works and services of the OGR of the Volga Federal District by types of economic activity "Mining" and "Manufacturing" (%)

Обнаруженные максимальные дисбалансы в рентабельности активов и рентабельности продукции производственных организаций данных республик по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» может объясняться следующим образом. В Республике Татарстан большая часть добычи нефти (более 50 %) осуществляется на крупнейших, давно окупивших капитальные издержки и со сформированной инфраструктурой месторождениях Ромашкинском (45,6 % в структуре добычи региона), Ново-Елховском (7,8 % в структуре добычи региона) и Бавлинском (3,3 % в структуре добычи региона). В то же время доля крупных месторождений в структуре добычи нефти Республики Башкортостан значительно меньше (29,8 %) и включает Арланское и Югомашевское месторождения (25,2 % и 4,6 % в структуре добычи региона соответственно). То есть, большая часть добычи нефти в Республике Башкортостан приходится на мелкие и мельчайшие месторождения, а также месторождения-сателлиты. Другой причиной очень низких показателей рентабельности активов и рентабельности продукции организаций Республики Башкортостан в области экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» может являться возможное отнесение отчетности по высоко-рентабельным показателям за пределы региона, поскольку крупнейшей нефтегазовой компанией, ведущей производственную деятельность на территории этого региона, является ПАО «Роснефть». В других НГР ПФО рентабельность продукции в секторе «Добыча полезных ископаемых» выше показателя рентабельности активов, как в абсолютных величинах, так и сравнительно с Республикой Башкортостан (рис. 3).

Показанные выше дисбалансы рентабельности активов и рентабельности продукции промышленных организаций НГР ПФО полностью нивелируются по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства». В Самарской области снижение рентабельности активов организаций может быть обусловлено традиционно высокой капиталоемкостью ракетно-космического моторостроения, представленного крупнейшими предприятиями отрасли РКЦ «Прогресс», ПАО «Кузнецов» и другими объектами оборонно-промышленного комплекса. Более высокая рентабельность товаров, продукции, работ и услуг в Самарской области может быть обусловлена практически монополистическим положением концерна «АвтоВАЗ» на рынке отечественных легковых автомобилей, импортные конкуренты которого уступают в ценовом сегменте по сумме таможенных, транспортных и других издержек.

Наиболее высокие значения, как рентабельности активов, так и рентабельности продукции промышленных организаций в НГР ПФО, по экономической деятельности «Обрабатывающие производства» приходится на Пермский край (рис. 4).

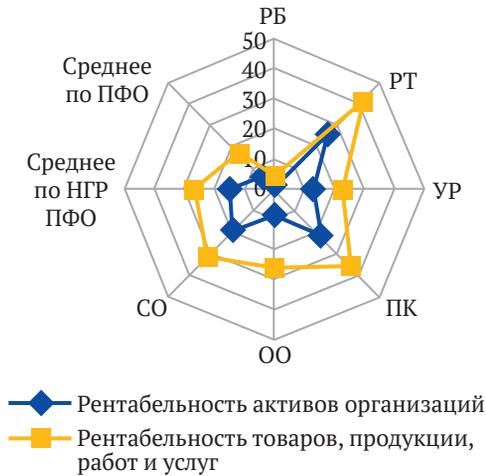


Рис. 3. Рентабельность активов и рентабельность продукции производственных организаций НГР ПФО по экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», %

Fig. 3. Profitability of assets and profitability of products of production organizations of the OGR of the Volga Federal District for the economic activity “Mining of minerals” (%)

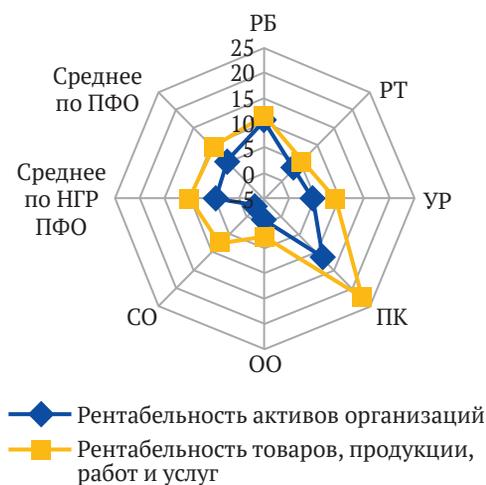


Рис. 4. Рентабельность активов и рентабельность продукции организаций НГР ПФО по экономической деятельности «Обрабатывающие производства», %

Fig. 4. Profitability of assets and profitability of products of organizations of the Volga Federal District OGR for economic activity “Manufacturing” (%)

Пути решения обнаруженных дисбалансов могут лежать в межрегиональной производственной интеграции нефтегазовых регионов по рентабельности активов и рентабельности продукции организаций по экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства». В первом случае, по результатам кластерного анализа рентабельности активов организаций в производственной деятельности, было сформировано два кластера: 1) Удмуртская республика и Оренбургская область с мерой различия 6,8 и 2) Республика Татарстан и Самарская область с мерой различия 8,42, а также примыкающий к ним Пермский край с мерой различия 8,86. Такое распределение представляется наиболее адекватным отраслевой структуре производственной деятельности данных регионов, за исключением Республики Башкортостан, на экономическую систему которого, как было отмечено выше, существенное влияние может оказывать крупнейшая в России нефтяная компания федерального значения «Роснефть», с 2016 г. являющаяся основным акционером «Башнефти» (табл. 1, рис. 5).

Таблица 1 / Table 1

Данные для кластерного анализа НГР ПФО по рентабельности активов организаций, %

Data for Cluster Analysis of the OGR of the Volga Federal District by Return on Assets of Organizations (%)

Сектор экономики / регион	1	2	3	4	5	6
	РБ	РТ	УР	ПК	ОО	СО
Добыча полезных ископаемых	1,2	25,3	12,9	21,7	8,9	19,5
Обрабатывающие производства	10,2	3,5	4,9	11,6	-0,6	-2,6

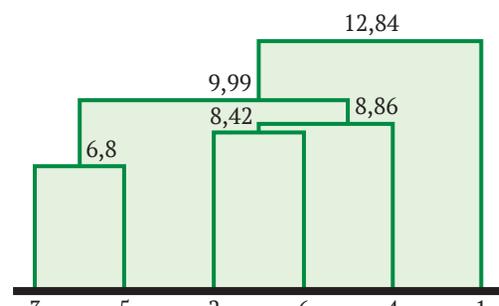


Рис. 5. Результаты кластерного анализа нефтегазовых регионов ПФО по рентабельности активов организаций в производственной деятельности

Fig. 5. Results of a cluster analysis of the oil and gas regions of the Volga Federal District in terms of the profitability of the assets of organizations in production activities

По рентабельности проданных товаров и продукции, в том числе работ и услуг, в производственной деятельности НГР ПФО на основе кластерного анализа сформировано также два в целом повторяющихся кластера, но с определенной спецификой. Так, к первому кластеру отнесены три региона Оренбургская область и Самарская область со степенью подобия 7,42, а также Удмуртская республика со степенью подобия 8,98, соответственно. Республика Татарстан и Пермский край образовали второй кластер со степенью подобия 17,87. Республика Башкортостан занимает еще более обособленную позицию, составляющую 37,52 условных единиц (табл. 2, рис. 6).

Таблица 2 / Table 2

Данные для кластерного анализа НГР ПФО по рентабельности проданных товаров и продукции, в том числе работ и услуг, %

Data for cluster analysis of the OGR of the Volga Federal District on the profitability of goods and products sold, including works and services (%)

Сектор экономики / регион	1	2	3	4	5	6
	РБ	РТ	УР	ПК	ОО	СО
Добыча полезных ископаемых	4,3	41,4	22,6	36,2	26,1	31,4
Обрабатывающие производства	11,3	5,7	9,4	22,8	2,4	7,6

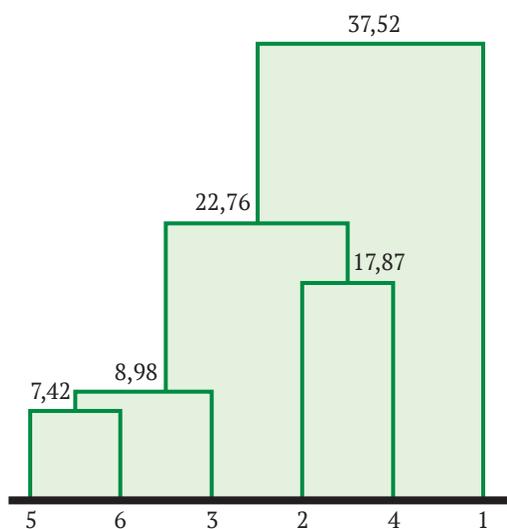


Рис. 6. Результаты кластерного анализа нефтегазовых регионов ПФО по рентабельности проданных товаров и продукции, в том числе работ и услуг в производственной деятельности

Fig. 6. Results of cluster analysis of the oil and gas regions of the Volga Federal District in terms of profitability of goods and products sold, including works and services in production activities

Кластерный анализ НГР ПФО по рентабельности активов и рентабельности продукции организаций в секторе «Добыча полезных ископаемых» показал наибольшие степени подобия Пермского края и Самарской области (5,28) и Удмуртской республики и Оренбургской области (5,32). В данном случае Республика Татарстан не отнесена ни к одному из кластеров, вероятно, вследствие большого влияния на различные показатели рентабельности региона высокой самостоятельности нефтегазовых компаний ПАО «Татнефть» и группы компаний АО «ТАИФ», большая часть контрактов которых заключается самостоятельно согласно рыночным механизмам с зарубежными поставщиками и потребителями. Республика Башкортостан и в этом случае отличается максимальной мерой отличия от остальных регионов (табл. 3, рис. 7).

Таблица 3 / Table 3

Данные для кластеризации рентабельности активов и рентабельности продукции НГР ПФО по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых», %

Data for clustering the profitability of oil and gas exploration in the Volga Federal District by type of activity "Mining" (%)

Показатель / регион	1	2	3	4	5	6
	РБ	РТ	УР	ПК	ОО	СО
Рентабельность активов	1,2	25,3	12,9	21,7	8,9	19,5
Рентабельность продукции	4,3	41,4	22,6	36,2	26,1	31,4

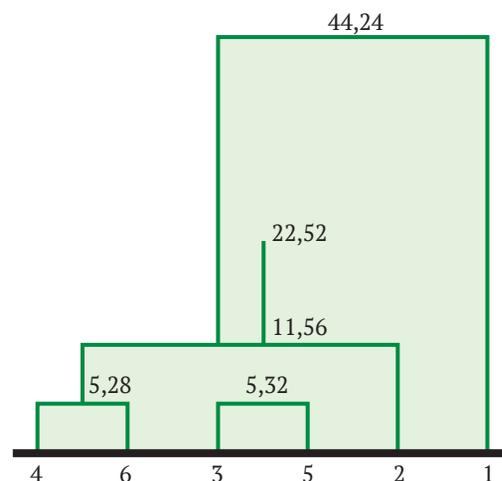


Рис. 7. Результаты кластерного анализа рентабельности НГР ПФО по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых»

Fig. 7. Results of a cluster analysis of the profitability of the NGR of the Volga Federal District by the type of activity "Extraction of minerals"

Таблица 5 / Table 5

Данные для кластеризации рентабельности НГР ПФО по виду деятельности «Обрабатывающие производства», %

Data for clustering the profitability of the NGR of the Volga Federal District by type of activity "Manufacturing" (%)

Показатель / регион	1	2	3	4	5	6
	РБ	РТ	УР	ПК	ОО	СО
Рентабельность активов	10,2	3,5	4,9	11,6	-0,6	-2,6
Рентабельность продукции	11,3	5,7	9,4	22,8	2,4	7,6

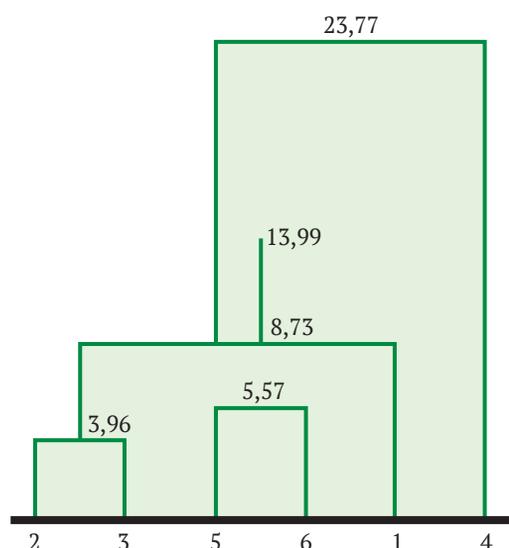


Рис. 8. Результаты кластерного анализа рентабельности НГР ПФО по виду деятельности «Обрабатывающие производства»

Fig. 8. Results of cluster analysis of the profitability of the NGR of the Volga Federal District by type of activity "Manufacturing"

На основе кластерного анализа рентабельности активов и рентабельности продукции организаций по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства» сформирован кластер из Республики Татарстан и Удмуртской республики со степенью подобия 3,96 и кластер, включающий Оренбургскую область и Самарскую область со степенью подобия 5,57. В данном случае наиболее отдаленным по анализируемым показателям оказался Пермский край со степенью подобия 23,77 условных единиц (табл. 5, рис. 8).

Заключение

Таким образом, предложен оригинальный авторский вариант экономической оценки производственного развития нефтегазовых регионов на основе их межрегиональной кластеризации в результате их интегративных процессов по величине рентабельности активов и рентабельности продукции, товаров, работ и услуг производственных организаций по видам деятельности «Добыча полезных ископаемых» и «Обрабатывающие производства». Установлено, что наиболее целесообразным, исходя из анализируемых данных, является интеграция Удмуртской республики и Оренбургской области, что может объясняться их сырьевой спецификой. Вторым перспективным вариантом интеграции являются производственные мощности Республики Татарстан и Пермского края. В результате, такая межрегиональная интеграция при совместной эксплуатации производственных мощностей организаций может являться решением проблемы низкой рентабельности активов (и даже отрицательной в случае Оренбургской области и Самарской области) за счет синергетических эффектов снижения капиталоемкости и повышения сальдированного финансового результата производственных организаций.

Список литературы

1. Шабанова Д.Н., Нелина В.В. Современные тенденции управления качеством проектов в нефтегазовой отрасли. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2022;(6(210)):18–24. [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-6\(210\)-18-24](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-6(210)-18-24)
2. Филимонова И.В., Комарова А.В. Факторный анализ экономической эффективности нефтегазовой отрасли России. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. 2019;(4):204–217. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2019.4.16>
3. Шимко О.В. Мультипликаторы на базе добычи и запасов как индикатор инвестиционной привлекательности отечественных вертикально интегрированных нефтяных компаний. *Дайджест-финансы*. 2021;26(2(258)):170–194. <https://doi.org/10.24891/df.26.2.170>
4. Павловская А.В., Лепке Г.Н. Диагностика эффективности предприятий нефтегазового сектора российской экономики. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2022;(5(209)):30–36. [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-5\(209\)-30-36](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-5(209)-30-36)
5. Popodko G.I., Zimnyakova T.S., Ulina S.L., Bukharov A.V., Sumina E.V. Modeling the innovative performance of resource areas: analysis of 22 Russian regions. *Regional and Sectoral Economic Studies*. 2019;19(2):57–68.
6. Щукина М.В. Рентабельность активов: подходы и концепции. *Вестник Алтайской академии*

экономики и права. 2021;(4-1):138–143. <https://doi.org/10.17513/vaael.1659>

7. Симонов М.А. Рентабельность энергетических активов как критерий эффективности предприятий энергетики. *Актуальные вопросы экономических наук*. 2010;(11-3):205–209.

8. Samusenko S.A., Zimnyakova T.S., Popodko G.I. Empirical analysis of imperfections in innovative systems of resource and nonresource regions of Russia. *Regional Research of Russia*. 2021;11(1):101–112. <https://doi.org/10.1134/S2079970521010123>

9. Спицын В.В., Трифонов А.Ю., Рыжкова М.В., Спицына Л.Ю. Рентабельность предприятий химической промышленности в турбулентной экономике: моделирование в разрезе форм собственности. *Экономический анализ: теория и практика*. 2018;17(9(480)):1604–1621. <https://doi.org/10.24891/ea.17.9.1604>

10. Володина И.Н., Анисимова С.Е., Сериков Д.Ю. Повышение качества межотраслевых связей – важный фактор развития нефтегазовой промышленности. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2021;(4(196)):28–33. [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2021-4\(196\)-28-33](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2021-4(196)-28-33)

11. Шелобаева И.С., Кондрашова А.Н. Значение показателя рентабельности чистых активов в оценке деятельности организации. *Вестник Тульского филиала Финансового университета*. 2016;(1):97–100.

12. Фомичева Т.А., Ключин А.В. Детерминированный анализ динамики рентабельности активов в аспекте определяющих ее факторов. *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2018;(4(28)):86–93.

13. Митюшина И.Л. Факторный анализ рентабельности на основе моделей. Дюпона и практическое их применение. *Балканско научно обозрение*. 2019;3(4(6)):96–98. <https://doi.org/10.34671/SCH.BSR.2019.0304.0022>

14. Putri Sh.A., Azwardi, Sa'adah. Impact of intellectual capital, profitability and dividend on market capitalization. *Finance: Theory and Practice*. 2020;24(3):174–182. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2020-24-3-174-182>

15. Осадчая Т. Рентабельность рентного дохода: определение влияния факторов. *Проблемы и перспективы экономики и управления*. 2015;(4(4)):316–322.

16. Эдер Л.В., Проворная И.В., Филимонова И.В. Проблема рационального использования попутно-

го нефтяного газа в России. *География и природные ресурсы*. 2019;(1):14–20. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-1\(14-20\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-1(14-20))

17. Леонов А.Н. Оценка финансового состояния ПАО «Тольяттиазот» как ведущего предприятия химической промышленности. *Экономические науки*. 2020;(12(193)):312–315. <https://doi.org/10.14451/1.193.312>

18. Спицын В.В. Рентабельность предприятий высокотехнологичных отраслей и влияющие на нее факторы: анализ и моделирование. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2019;12(6):149–160. <https://doi.org/10.18721/JE.12613>

19. Галицкая Ю.Н. Прикладные аспекты проведения анализа рентабельности активов. *Экономика и предпринимательство*. 2020;(9(122)):973–976. <https://doi.org/10.34925/EIP.2020.122.9.191>

20. Шамилова Э.Э., Немцев А.В. Рентабельность продукции как основной фактор повышения конкурентоспособности отраслей экономики Российской Федерации. *Экономика, социология и право*. 2015;(12):59–61.

21. Алферьев Д.А. Оптимизация производственной программы выпуска инновационной продукции промышленного предприятия. *Проблемы развития территории*. 2017;(6(92)):83–93.

22. Некрасова Г.А. Моделирование влияния структуры капитала на рентабельность и инвестиционную активность российских промышленных компаний. *Финансовая экономика*. 2020;(8):204–209.

23. Шарафуллина Р.Р., Рамазанова Р.Ф. Рентабельность как основной показатель эффективности деятельности предприятия в рыночной экономике. *Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт*. 2020;(4(29)):25–29.

24. Kryukov V.A., Tokarev A.N. Contemporary features of innovative development of the Russian mineral resource complex. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 2019;12(12):2193–2208. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0518>

25. Kryukov V., Moe A. Does Russian unconventional oil have a future? *Energy Policy*. 2018;119:41–50. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.021>

References

1. Shabanova D.N., Nelina V.V. Current trends of projects quality management in the oil and gas industry. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom*. 2022;(6(210)):18–24. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-6\(210\)-18-24](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-6(210)-18-24)

2. Filimonova I.V., Komarova A.V. Factor analysis of the economic efficiency of the oil-and-gas industry of Russia. *PNRPU Sociology and Economics Bulletin*. 2019;(4):204–217. (In Russ.). <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2019.4.16>

3. Shimko O.V. Multipliers based on oil and gas production and reserves as national vertically integrated oil companies' indicator of lucrativeness for investors. *Digest Finance*. 2021;26(2(258)):170–194. (In Russ.). <https://doi.org/10.24891/df.26.2.170>

4. Pavlovskaya A.V., Leppke G.N. Diagnostics of oil and gas sector companies effectiveness in Russian economics. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom*. 2022;(5(209)):30–36. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-5\(209\)-30-36](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-5(209)-30-36)

5. Popodko G.I., Zimnyakova T.S., Ulina S.L., Bukharov A.V., Sumina E.V. Modeling the innovative performance of resource areas: analysis of 22 Russian regions. *Regional and Sectoral Economic Studies*. 2019;19(2):57–68.
6. Shchukina M.V. Profitability of assets: approaches and concepts. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*. 2021;(4-1):138–143. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/vaael.1659>
7. Simonov M.A. Profitability of energy assets as a criterion for the efficiency of energy enterprises. *Aktual'nye voprosy ekonomicheskikh nauk*. 2010;(11-3):205–209. (In Russ.)
8. Samusenko S.A., Zimnyakova T.S., Popodko G.I. Empirical analysis of imperfections in innovative systems of resource and nonresource regions of Russia. *Regional Research of Russia*. 2021;11(1):101–112. (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S2079970521010123>
9. Spitsyn V.V., Trifonov A.Yu., Ryzhkova M.V., Spitsyna L.Yu. Profitability of chemical industry enterprises in the turbulent economy: modeling by form of ownership. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2018;17(9(480)):1604–1621. (In Russ.). <https://doi.org/10.24891/ea.17.9.1604>
10. Volodina I.N., Anisimova S.E., Serikov D.Yu. Improvement of the intersectoral relationships quality is an important factor of the oil and gas industry development. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom*. 2021;(4(196)):28–33. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2021-4\(196\)-28-33](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2021-4(196)-28-33)
11. Shelobaeva I.S., Kondrashova A.N. The value of the rate of return on net assets in assessing the activities of the organization. *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta*. 2016;(1):97–100. (In Russ.)
12. Fomicheva T.A., Klyuzhin A.V. Deterministic analysis of the dynamics of return on assets in terms of its determinants. *Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society*. 2018;(4(28)):86–93. (In Russ.)
13. Mityushina I.L. Factor analysis of profitability based on Dupont models and their practical application. *Balkan Scientific Review*. 2019;3(4(6)):96–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.34671/SCH.BSR.2019.0304.0022>
14. Putri Sh.A., Azwardi, Sa'adah. Impact of intellectual capital, profitability and dividend on market capitalization. *Finance: Theory and Practice*. 2020;24(3):174–182. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2020-24-3-174-182>
15. Osadcha T. Profitability of rental income: identification of factors of influence. *Problemy i perspektivy ekonomiki i upravleniya*. 2015;(4(4)):316–322. (In Ukrainian)
16. Eder L.V., Provornaya I.V., Filimonova I.V. Problems of rational use of associated petroleum gas in Russia. *Geography and Natural Resources*. 2019;40(1):9–14. (In Russ.). [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-1\(14-20\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-1(14-20))
17. Leonov A.N. Evaluation of the financial state of PJSC “Togliattiazot” as a leading enterprise of the chemical industry. *Economic Sciences*. 2020;(12(193)):312–315. (In Russ.). <https://doi.org/10.14451/1.193.312>
18. Spitsyn V.V. Profitability of enterprises in high-tech sectors and factors influencing it: analysis and modeling. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2019;12(6):149–160. (In Russ.). <https://doi.org/10.18721/JE.12613>
19. Galitskaya Yu.N. Applied aspects of asset profitability analysis. *Journal of Economy and Entrepreneurship*. 2020;(9(122)):973–976. (In Russ.). <https://doi.org/10.34925/EIP.2020.122.9.191>
20. Shamileva E.E., Nemtsev A.V. Profitability of products as the main factor in increasing the competitiveness of the sectors of the economy of the Russian Federation. *Ekonomika, sotsiologiya i pravo*. 2015;(12):59–61. (In Russ.)
21. Alfer'ev D.A. Optimization of the production program for output of innovative products of industrial enterprises. *Problems of Territory's Development*. 2017;(6(92)):83–93. (In Russ.)
22. Nekrasova G.A. Modeling the influence of the capital structure on the profitability and investment activity of Russian industrial companies. *Financial Economy*. 2020;(8):204–209. (In Russ.)
23. Sharafullina R.R., Ramazanova R.F. Profitability as the main indicator of the efficiency of an enterprise in a market economy. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya ekonomiki: rossiiskii i zarubezhnyi opyt*. 2020;(4(29)):25–29. (In Russ.)
24. Kryukov V.A., Tokarev A.N. Contemporary features of innovative development of the Russian mineral resource complex. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 2019;12(12):2193–2208. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0518>
25. Kryukov V., Moe A. Does Russian unconventional oil have a future? *Energy Policy*. 2018;119:41–50. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.021>

Информация об авторе

Беилин Игорь Леонидович – канд. экон. наук, доцент, Российский государственный университет правосудия (Казанский филиал), 420088, Казань, 2-я Азинская ул., д. 7а, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5878-4915>; e-mail: i.beilin@rambler.ru

Information about the author

Igor L. Beilin – PhD (Econ.), Associate Professor, Russian State University of Justice (Kazan Branch), 7a 2nd Azinskaya Str., Kazan 420088, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5878-4915>; e-mail: i.beilin@rambler.ru

Поступила в редакцию 30.10.2022; поступила после доработки 05.12.2022; принята к публикации 12.12.2022

Received 30.10.2022; Revised 05.12.2022; Accepted 12.12.2022

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-453-465>

Условия и факторы динамического развития городов России: эмпирический анализ

И.В. Манаева  

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
308000, Белгород, ул. Победы, д. 85, Российская Федерация

 in.manaeva@yandex.ru

Аннотация. Современная городская система России имеет иерархическую структуру: миллионники, крупные, большие, средние и малые города. Уровень и качество жизни в городах различных размеров имеют существенные различия, наиболее значимыми являются доступность образования, высокотехнологичной медицинской помощи и трудоустройство населения. Изучение условий и факторов промышленного развития городов способствует принятию более эффективных управленческих решений, что определяет актуальность и новизну данной работы. Методическая база исследования представлена авторской экономико-статистической моделью, в которой результирующим показателем определен объем отгруженной продукции на душу населения в городе как главный критерий экономического роста. Анализируемые факторные показатели: объем инвестиций в основной капитал на душу населения; среднесписочная численность работников организаций; доходы местного бюджета на душу населения; доля освещенных частей улиц города. Апробация методики проведена в городах Центрального федерального округа, период исследования 2001–2020 гг. Эмпирические результаты, полученные в ходе моделирования, позволяют заключить, что основными факторами промышленного развития городов являются объем инвестиций в основной капитал (увеличение на 1 % будет способствовать росту объема отгруженной продукции на 0,5 %) и доходы местного бюджета (увеличение на 1 % будет способствовать росту объема отгруженной продукции на 1,2 %). Динамичное развитие города способны обеспечить система взаимосвязанных условий и факторов, а также выгодные природно-географические условия: благоприятный климат и ресурсная база, определяющая экономический вектор территории. При отсутствии природного потенциала важно создать условия для реализации социально ориентированных программ, модернизации инфраструктуры, поддержки среднего и малого бизнеса и т.д., которые обеспечат привлекательный инвестиционный климат, что станет драйвером для миграции высококвалифицированных специалистов и экономического роста. Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов учеными, занимающимися вопросами городского и регионального развития, а также органами региональной и муниципальной власти.

Ключевые слова: региональная экономика, города, факторы развития, качество жизни населения, численность населения, социально-экономическое неравенство, Россия

Благодарности. Исследование поддержано грантом РФФИ, проект № 22-28-00209.

Для цитирования: Манаева И.В. Условия и факторы динамического развития городов России: эмпирический анализ. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):453–465. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-453-465>

Conditions and factors of dynamic development of the towns and cities of Russia: empirical analysis

I.V. Manaeva  

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy Str., Belgorod 308000, Russian Federation

 in.manaeva@yandex.ru

Abstract. The present system of towns of Russia is of hierarchical structure: millionaire cities, big cities, cities, towns and small towns. The living standards and quality of life in the towns of different sizes have significant differences, the most critical of which

are the accessibility of education, high healthcare technology and employment of the population. The study of the conditions and factors of the industrial development of the cities encourages making more efficient managerial decisions, which determines the topicality and the novelty of the work. The methodological basis of the study is presented by the author's economic and statistics model where the resulting indicator is the volume of shipped products per capita in the city as the main criterion of the economic growth. The analyzed factor indicators include the volume of the investment in the main capital per capita, the average number of employees of organizations, income of local budget per capita, the proportion of illuminated parts of city streets. The method has been tested on the towns and cities of the Central Federal District within the period of 2001–2020. The empirical results obtained in the modelling process lead to the conclusion that the main factors of towns' industrial development are the volume of the investment in the main capital (one per cent increase will facilitate the growth of the volume of shipped products by 0.5%) and the income into the local budget (one per cent increase will facilitate the growth of the volume of shipped products by 1.2%). Dynamic development of a town or a city is ensured by a system of interrelated conditions and factors as well as by favorable natural and geographical conditions: good climate and resource base determining the economic vector of the area. In case of lack of natural potential it is essential to create conditions for the implementation of social-oriented programs, modernization of the infrastructure, support of middle and small businesses, etc. Such conditions will ensure attractive climate for investment, which will act as a driver for migration of well qualified experts and further economic growth. Practical significance of the work lies in the possibility of use of the results by the researchers who deal with the issues of town and regional development as well as by the regional and municipal authorities.

Keywords: regional economics, towns, factors of development, the quality of life of the population, population size, social and economic inequality, Russia

Acknowledgements. The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation, project No. 22-28-00209.

For citation: Manaeva I.V. Conditions and factors of dynamic development of the towns and cities of Russia: empirical analysis. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):453–465. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-453-465>

俄罗斯城市动态发展的条件和因素实证分析

I.V. Manaeva  

别尔哥罗德国立研究型大学, 308000, 俄罗斯联邦别尔哥罗德市胜利大街85号

 in.manaeva@yandex.ru

摘要: 俄罗斯的现代城市体系具有等级结构: 百万人以上的大城市、大、中、小城市。不同规模城市的生活水平和生活质量有很大差异, 最突出的是教育、高科技医疗和人口就业的可获得性。对城市产业发展的条件和因素的研究有助于采取更有效的管理决策, 这决定了该项研究的相关性和新颖性。研究的方法论基础是作者的经济统计模型, 其中城市的人均出货量作为经济增长的主要指标被确定为结果指标。 分析的要素指数是: 人均固定资产投资额; 组织的平均雇员人数; 人均地方预算收入; 城市街道照明部分的比例。该方法已经在中央联邦区的城市进行了测试, 研究期为2001-2020年。建模过程中获得的实证结果使我们得出结论: 城市工业发展的主要因素是固定资产投资额(每增加1%将增加出货量0.5%)和地方预算收入(每增加1%将增加出货量1.2%)。城市的动态发展可以通过一个相互关联的条件和因素系统, 以及有利的自然和地理条件来实现: 有利的气候和决定地区经济载体的资源基础。在缺乏自然潜力的情况下, 重要的是创造条件, 实施以社会为导向的计划, 实现基础设施的现代化, 支持中小型企业等, 这将创造有吸引力的投资环境, 为高素质专家移民和经济增长创造条件。这项工作的实际意义在于可以利用参与城市和区域发展的科学家以及区域和市政当局获得的成果。

关键词: 区域经济、城市、发展因素、居民生活质量、人口规模、社会经济不平等、俄罗斯

鸣谢: 该研究得到了俄罗斯科学基金会的资助, 项目编号22-28-00209

Введение

Феноменом современной городской системы Российской Федерации является ее неоднородность и высокая дифференциация по ряду важных критериев: плотность и численность населения, природно-географические особенности, концентрация производственных и финансовых ресурсов. На сегодняшний день в России насчитывается 1116 городов, 302 из которых сосредоточены в Центральном федеральном округе (ЦФО) с населением 30 519, 2 тыс. чел. (28,6 % городского населения РФ). Наименьшая численность городов наблюдается в Северокавказском федеральном округе (57 городов), численность городского населения которого составляют 4892,9 тыс. чел. (4,6 % городского населения РФ). Возможности трудоустройства, доступность высокотехнологичной медицинской помощи, качество образования и, в целом, уровень жизни городского населения в России отличаются высокой неравномерностью, что обостряет социально-экономические проблемы городов РФ и провоцирует нестабильность в обществе.

Перед учеными, экономистами и урбанистами встает множество вопросов – от определения принципов формирования внутригородской среды, благоприятной для жизни, до изучения общих механизмов развития современных городов. Исследование условий и факторов динамичного развития городов способствует принятию более эффективных управленческих решений, что определяет актуальность и новизну данной работы.

Научная новизна исследования заключается в предложении и апробации методического подхода к оценке факторов промышленного развития городов России для повышения обоснованности региональной/муниципальной политики и конкретизации направлений поддержки. Достоверность выводов и рекомендаций обеспечивается использованием в качестве теоретической и методологической основы фундаментальные исследования отечественных и зарубежных ученых, а также применением современных методов научного исследования.

Теоретические основы исследования

В современных работах зарубежных ученых, наряду с тематикой, посвященной агломерационной экономике, популярным направлением исследований является изучение городской сети (*urban network*) – системы пространственной организации городов через экономические и социальные связи, которая способствует возникновению внешних эффектов и дополнительной интеграции [1; 2].

Внешние эффекты городской сети, увеличивая географический охват, оказывают влияние, когда объекты физически не находятся рядом [3]. Значимый вклад в развитие теории городской сети внесли работы П. Тейлора [4; 5]. Изучено влияние пространственной структуры городской сети на региональный экономический рост путем построения полицентрических морфологических показателей [6; 7]. Теория городской сети не рассматривает города как изолированные объекты, они анализируются как узлы систем городских сетей.

Взаимодействие между узлами городов порождает сетевые экстерналии, не зависящие от географической близости [2]. М. Тяо с соавторами, анализируя влияние внешних факторов городской сети на рост городов, сделали вывод, что города с более высокой центральной близостью обеспечивают более высокий экономический рост из-за их центрального положения в сети по сравнению с экономикой агломерации; внешние эффекты городской сети зависят не от географической близости городов, а от связей в сети и могут вызывать межпространственные побочные эффекты [8].

Сопоставимые показатели роста крупных и средних европейских городов определили необходимость объяснить относительно более высокие показатели развития средних городов, в то время как отсутствие эффекта масштаба определяется как причина ограниченного успеха крупных городов [9].

Р. Каманьи с соавторами представили новую теоретическую гипотезу, согласно которой эксплуатация агломерационной экономики прямолинейна в каждом размерном интервале (малые, средние, крупные, мегаполисы) [10]. Города могут останавливаться на пути своего развития независимо от их размера при отсутствии стимулирующих факторов. Эти факторы по своей природе являются качественными, и необходимы качественные скачки в их обеспеченности, чтобы агломерационные экономики могли в полной мере проявить свои полезные эффекты. Качество проводимых мероприятий, качество производственных факторов, плотность внешних связей и сетей сотрудничества, качество городской инфраструктуры – все это способствует увеличению преимуществ производительности и долгосрочному процессу «структурной динамики» посредством эволюции и преобразования городов. Ученые подчеркивают, что данный подход выдвигает на первый план условия, при которых экономия от масштаба может быть полностью использована в каждом размерном интервале городов [10].

Факторы развития городов активно обсуждаются в работах по урбанистике [11–13] и регионалистике [14; 15].

Современное состояние регионов и городов России во многом определено сложившейся в советский и переходный период структурой экономики, в связи с чем ученые справедливо выделяют исторический фактор развития городов («эффект колеи») [16]. О.В. Бондарская, анализируя институциональные факторы совершенствования инструментария социально-экономического развития малых городов России, определила направления институциональных изменений местного самоуправления, нацеленных на совершенствование данного инструментария оценки [17]. О.Ю. Голубчиков и А.Г. Махрова, изучая факторы неравномерного развития российских городов, представили схему пространственно-временной иерархии факторов, определявших положение города на разных этапах постсоветской трансформации: 1) размер собственного рынка и доступ к капиталу; 2) доступ к ключевым рынкам; 3) местные ресурсные ограничения; 4) местные институциональные ограничения. По мнению этих ученых, от первого к четвертому уровню происходит усиление роли этих факторов в процессе трансформации [18].

Основные тенденции и факторы, определяющие неравномерность развития городов, изучает А.Н. Буфетова. Эмпирическим путем ученый доказывает, что действующие факторы развития (размер города, специализация, агломерационный эффект, географическое положение) способствуют усилению неравномерности развития городов, концентрируясь в городах Московской агломерации, в городах газо- и нефтедобывающих регионов, крупнейших городах Юга России. Важным фактором, влияющим на неравномерность развития городской системы РФ, является наличие столичного статуса Москвы [19].

В ряде публикаций представлены результаты исследования факторов развития городов отдельных регионов. При оценке, например, городов Пермского края рассмотрены такие факторы, как административный (перевод населенных пунктов в число городских или сельских поселений, объединение их с более крупными городами), естественное движение населения, миграционные процессы, изменение половозрастной структуры и т.д. [20]. Изучению городов Брянской области посвящены труды А.Б. Грачева: ученый проводит оценку ресурсного потенциала, определяет приоритеты развития и представляет рекомендации [21].

Российские экономисты и географы выделяют базовые группы факторов развития городов: географические, исторические, экономические,

административный статус, фактор образа жизни горожан [22; 23].

И.А. Секушина справедливо отмечает, что сила влияния факторов, оказывающих воздействие на формирование и жизнедеятельность городов, в разные исторические этапы развития государства и общества может существенно различаться: в доиндустриальную эпоху большое значение играл фактор размещения города на крупных торговых путях, в постиндустриальную – уровень развития технологий и внедрения инноваций [24].

Для данной работы важным представляется вопрос классификации городов РФ по численности населения. В более ранних исследованиях нами была представлена подробная система типологизации городов РФ. По критерию «численность населения» классифицированы следующие группы городов [25]:

– города-миллионники: численность населения более 1000 тыс. чел.;

– крупные города: от 250 тыс. чел. до 1000 тыс. чел.;

– большие города: от 100 тыс. чел. до 250 тыс. чел.;

– средние города: от 20 тыс. чел. до 100 тыс. чел.;

– малые города: до 20 тыс. чел.

Исследования факторов развития городов востребованы с научной и практической позиций, но вместе с тем вопросы количественной оценки факторов развития часто остаются не раскрытыми либо определяются на региональном уровне, слабо развиты экономико-математические методы, позволяющие эмпирическим путем доказать значимость факторов динамичного развития городов России. Это не дает возможности определить соответствие экономических, социальных и политических целей в пространственном развитии.

Факторы динамичного развития городов

Анализ теоретической основы исследования показал, что факторы развития городов можно разделить на две группы: 1) географические: преимущества территориального размещения, природные ресурсы, климатические особенности; 2) негеографические: человеческий капитал, состояние городской среды, технологический прогресс, административно-управленческий ресурс.

Человеческий капитал – это знания и навыки, приобретенные в результате образования и опыта, т.е. это люди с высоким уровнем образования, способные создавать новые идеи в разных секторах экономики. Важным фактором является структура возрастного состава населения, а индикатором – коэффициент демографической нагрузки (**рис. 1**).

Manaeva I.V. Conditions and factors of dynamic development of the towns and cities of Russia...

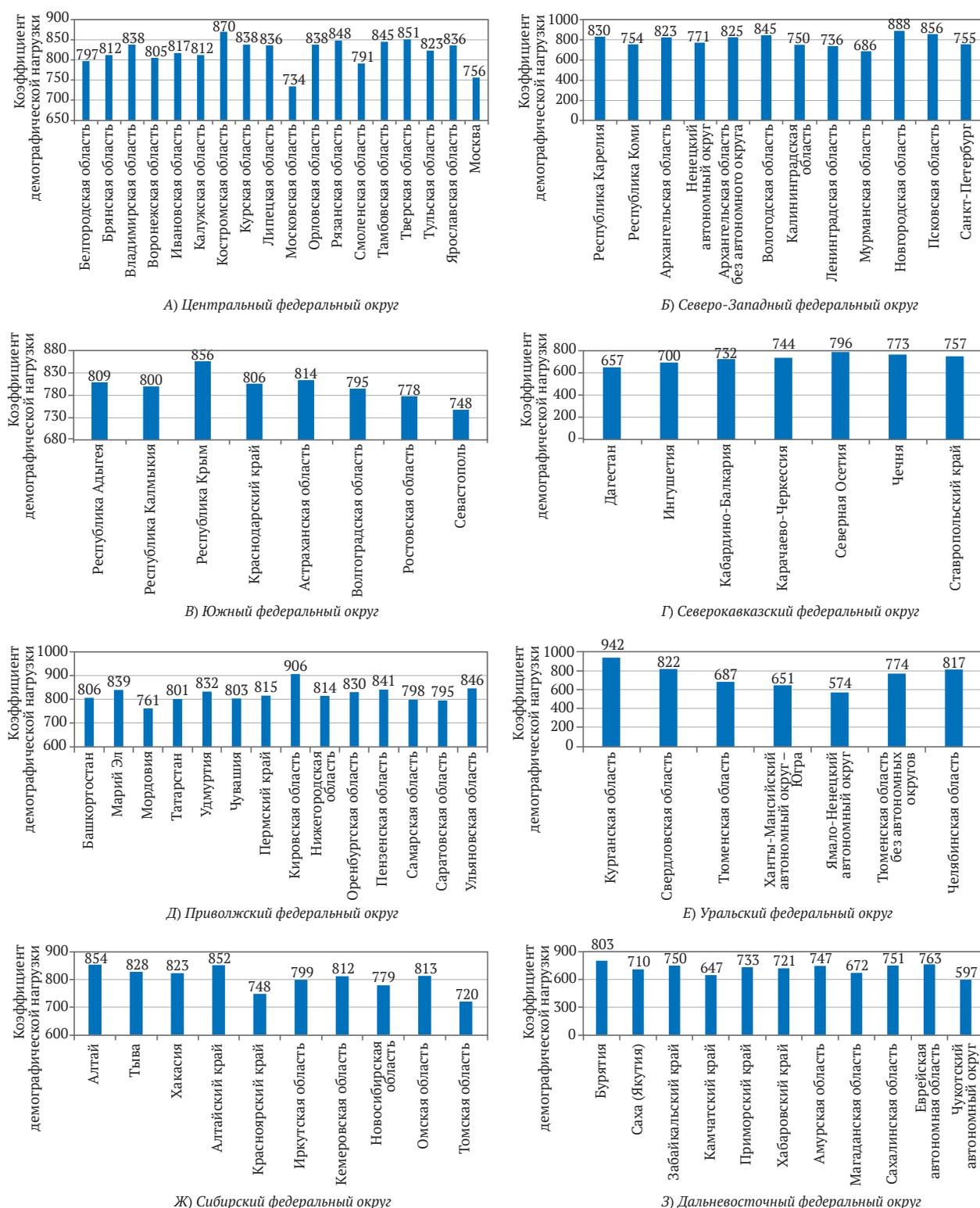


Рис. 1. Коэффициент демографической нагрузки в регионах России в 2020 г., на 1000 чел. трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 01.06.2022)

Fig. 1. Dependency ratio in the regions of Russia in 2020, per 1000 people of working age accounts for persons of disabled age

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.

URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (accessed on 01.06.2022)

Данные рис. 1 демонстрируют значительную дифференциацию коэффициента демографической нагрузки в регионах России. Наиболее благоприятная ситуация по данному показателю наблюдается в Москве, Московской области, Севастополе. В северных регионах (Тюменской области, Ханта-Мансийском и Ямало-Ненецком автономном округе, Камчатском крае, Магаданской области и Чукотском автономном округе) население после выхода на пенсию уезжает в более комфортные для жизни регионы центральной и южной части РФ, что в целом обуславливает низкие значения коэффициента демографической нагрузки.

Состояние городской среды характеризуется доступностью социальной инфраструктуры (уровень развития образования и здравоохранения), экологической ситуацией, местной культурой, местными возможностями, что в совокупности обеспечивает комфортность проживания в городе. Российская Федерация – многонациональная страна, на ее территории проживает 190 национальностей, которые отличаются историей и традициями.

Отметим, что наиболее благоприятное для жизни состояние городской среды характерно для миллионников, крупных городов и областных центров. В малых и средних городах России доступность образования и качественной медицинской помощи существенно ниже, отсутствуют привлекательные условия для инвестиций и притока высококвалифицированных сотрудников. Состояние экологии в городах в первую очередь определяет наличие промышленных предприятий и загруженность автотранспортом.

Технологический прогресс – наличие новых технологий и инноваций в производстве товаров и услуг. Инновационность привлекает высококвалифицированные кадры, инвестиции, что в целом повышает качество жизни населения.

Административно-управленческий ресурс (мэр, глава муниципального образования) является важным фактором функционирования города и определяет вектор его развития.

Методологическая база

Для достижения цели исследования автором построены серия экономических моделей влияния факторов на динамическое развитие города:

$$\ln prod = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln invest + \beta_2 \cdot \ln eap + \beta_3 \cdot \ln burget + \beta_4 \cdot \ln consec + \varepsilon, \quad (1)$$

где *prod* – объем отгруженной продукции на душу населения – главный критерий экономики

города: использование показателя основано на гипотезе: динамика объема отгруженной продукции на душу населения отражает эффективность производственной базы и является индикатором экономического роста, следовательно, позволяет объективно оценить динамичное развитие территории; *invest* – объем инвестиций в основной капитал на душу населения является критерием инвестиционной привлекательности города, измеряет его относительную привлекательность и преимущество локализации; *eap* – среднесписочная численность работников организаций на конец года, которая характеризует объем рынка труда населенного пункта и отражает социальное развитие. Динамично развивающиеся города становятся привлекательными для притока высококвалифицированных и молодых специалистов. Напротив, при снижении уровня жизни наблюдается миграция трудоспособного населения в более благополучный город; *burget* – доходы местного бюджета на душу населения. Бюджет включает в себя налоговые поступления, доходы от использования и продажи государственного и муниципального имущества, прибыль государственных и муниципальных предприятий и т.д. Ввиду того, что доходы местного бюджета в обследуемых городах это собственные доходы, мы можем заключить, что данный показатель актуально отражает финансовую стабильность; *consec* – доля освященных частей улиц является индикатором качества городской инфраструктуры и важным критерием уровня жизни населения; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ и β_4 – коэффициенты уравнения, которые будут получены методом наименьших квадратов; ε – ошибка измерения.

Важным критерием рынка труда является показатель численности высококвалифицированных специалистов, но слабо развитая статистика и отсутствие данного показателя для отдельных обследуемых городов не позволяют включить его в модель.

Анализ проводился методом наименьших квадратов с применением панельных данных, период исследования 2001–2020 гг.

Объект исследования – города-миллионники, крупные и большие города ЦФО. Слаборазвитая муниципальная статистика и отсутствие большинства значимых социально-экономических показателей для городов численностью населения менее 100 тыс. чел. (средние и малые) не позволяет их включить в анализ.

Степень концентрации доходов местного бюджета на душу населения в городах оценивалась индексом Джини (Gini index (G)):

$$G = 1 - 2 \sum_{i=1}^k dx_i dy_i^n + \sum_{i=1}^k dx_i dy_i, \quad (2)$$

где dx_i – доля i -й группы в общем объеме совокупности; dy_i – доля i -й группы в общем объеме признака; dy_i^n – накопленная доля i -й группы в общем объеме признака.

Коэффициент Джини (G) изменяется от 0 до 1.

Информационная база: ресурсы Федеральной службы государственной статистики и база данных «Мультистат».

Результаты и обсуждение

В выборку для исследования включены семнадцать городов ЦФО с численностью населения от 277,4 тыс. чел. (Кострома) до 12 655 тыс. чел. (Москва). Климат в обследуемых городах умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха находится в диапазоне от 9,3 до 5,6 °С, т.е. в обследуемой выборке широкой дифференциации городов по критерию «среднегодовая температура воздуха» не наблюдается.

На рис. 2–4 представлена динамика значимых критериев динамического развития обследуемых городов.

Лидерами по показателю «объем отгруженной продукции на душу населения» в разные годы анализируемого периода являются Калуга и Липецк. Данный результат определяется видом промышленности, развивающейся на территории этих городов. В Липецке градообразующей отраслью является металлургия. Новолипецкий металлургический комбинат входит в тройку крупнейших сталелитейных предприятий России. Доля в производстве стали на внутреннем рынке составляет около 22 %. А в мировом рейтинге по объемам производства стали комбинат твердо держится в первой двадцатке. В Калуге ключевой отраслью промышленности является машиностроительная. Ряд промышленных предприятий города (ОАО «Калужский завод транспортного машиностроения», ОАО «Калужский турбинный завод», АО «Калугапутьмаш», ООО «Фольксваген Груп Рус» и т.д.) являются ведущими в стране.

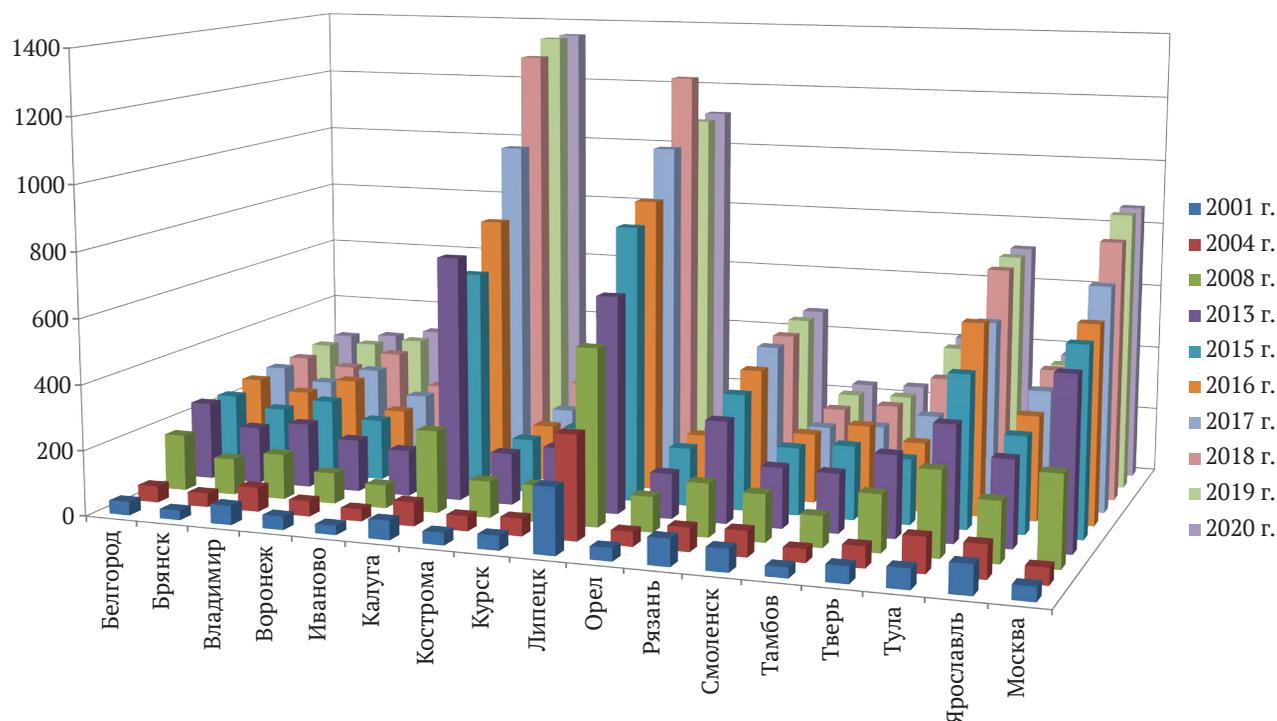


Рис. 2. Динамика объема отгруженной продукции на душу населения в городах ЦФО, 2001–2020 гг., тыс. руб.

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.
URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (дата обращения: 01.06.2022)

Fig. 2. Dynamics of the volume of shipped products per capita in the cities of the Central Federal District, 2001–2020, thousands rub.

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.
URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (accessed on 01.06.2022)

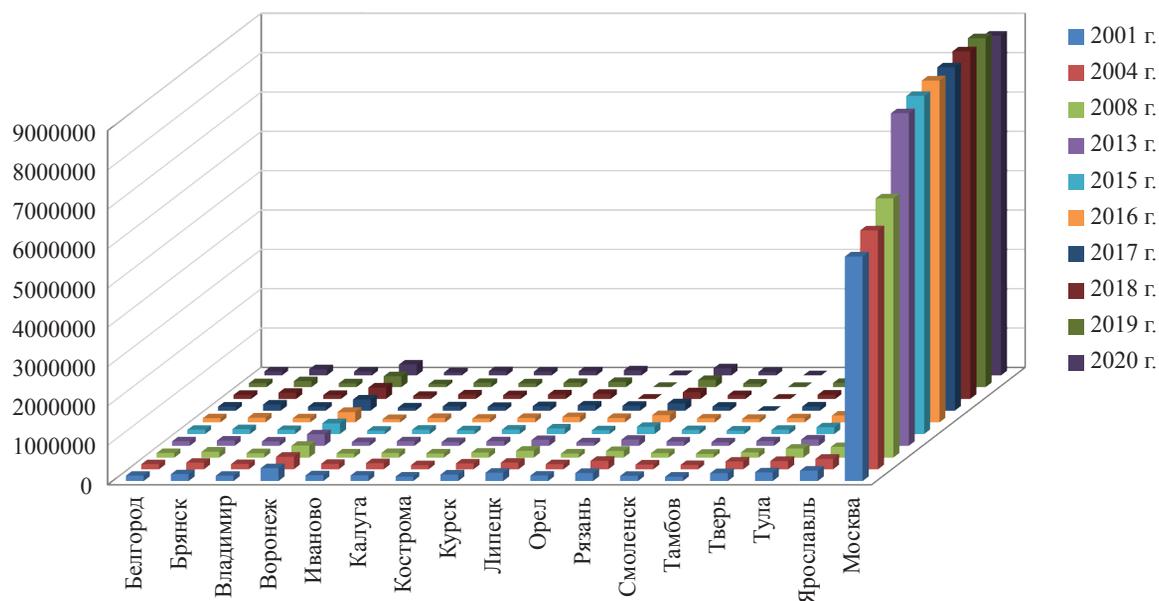


Рис. 3. Динамика среднесписочной численности работников организаций в городах ЦФО, 2001–2020 гг., чел.

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.
 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (дата обращения: 01.06.2022)

Fig. 3. Dynamics of the average number of employees of organizations in the cities of the Central Federal District, 2001–2020, people

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.
 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (accessed on 01.06.2022)

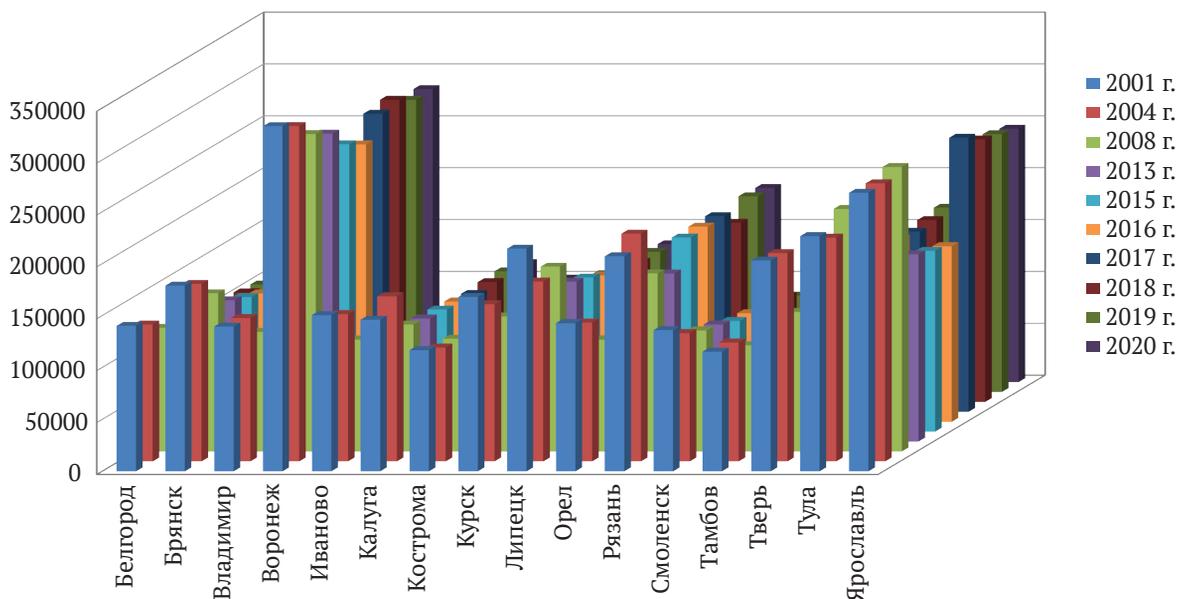


Рис. 4. Динамика среднесписочной численности работников организаций в городах ЦФО (без включения Москвы), 2001–2020 гг., чел.

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.
 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (дата обращения: 01.06.2022)

Fig. 4. Dynamics of the average number of employees of organizations in the cities of the Central Federal District (excluding Moscow), 2001–2020, people

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.
 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (accessed on 01.06.2022)

Данные, представленные на рис. 3, демонстрируют широкую дифференциацию показателя «среднесписочная численность работников организаций», что логично и закономерно. Лидерами выступают города-миллионники: Москва, Воронеж. Наблюдается существенный отрыв Москвы от остальной группы городов. Целесообразно рассмотреть динамику данного показателя без включения Москвы (рис. 4).

В выборке, исключаяющей Москву, наблюдается дифференциация показателя, но она менее выражена. Максимальное значение анализируемого показателя получено для Воронежа, также относительно высокие значения среднесписочной численности работников организаций характерны для Рязани, Тулы и Ярославля.

Анализ динамики коэффициента Джини по показателю «доходы местного бюджета на душу населения» позволяет выявить тенденции в росте/снижении бюджетного неравенства в выборке городов ЦФО (рис. 5).

Расчетным путем получен диапазон коэффициента Джини за анализируемый период от 0,3 до 0,5, что в целом говорит об отсутствии широкой дифференциации данного критерия. В 2013 и 2015 гг. данный коэффициент имел низкие значения, рост неравенства начался с 2016 г., но резких скачков не происходило.

В табл. 1 представлены оценочные результаты модели, построенной методом наименьших квадратов с применением панельных данных.

В ходе исследования были проведены дополнительные расчеты для выборки городов с исключением города Москвы, но значимых различий между городами не выявлено, в связи с чем результаты моделирования в статье не представлены.

Мы можем заключить, что на сегодняшний день наиболее значимым фактором динамичного развития городов РФ является труд (*Еар*) нежели инвестиции (*Invest*, сравнение результатов моделей 1 и 2).

Основным фактором экономического роста города являются доходы местного бюджета (*budget*), их увеличение на 1 % приведет к росту объема отгруженной продукции на 1,2 % при стандартной ошибке 0,3 и R^2 0,4, что подтверждает значимость фактора.

В модели 5 приоритетными факторами выступают «объем инвестиций в основной капитал на душу населения» (*invest*, 0,5 при стандартной ошибке 0,01) и «доходы местного бюджета на душу населения» (*budget*, 0,7 при стандартной ошибке 0,3), что необходимо учитывать при разработке и реализации региональной экономической политики. Инвестиции и доходы местного бюджета способствуют росту общей эффективности, повышению качества жизни населения города. Населенные пункты с высоким качеством жизни являются привлекательными для высококвалифицированных специалистов и объектов бизнеса.

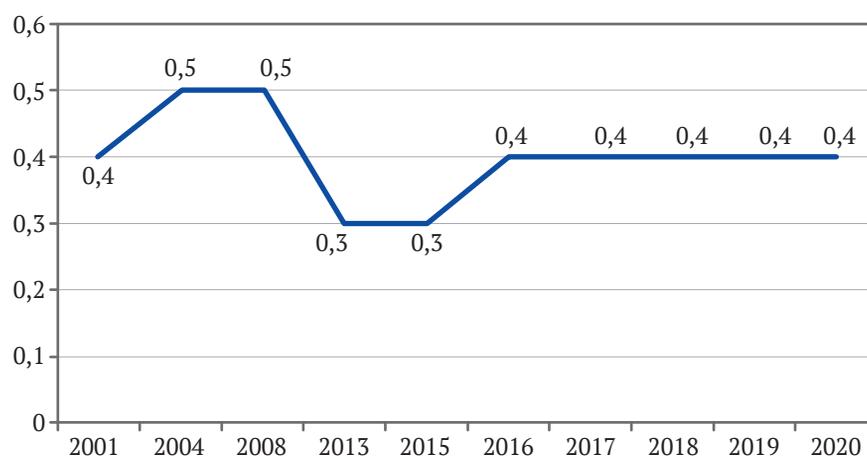


Рис. 5. Динамика коэффициента Джини по показателю «доходы местного бюджета на душу населения» в городах ЦФО, 2001–2020 гг. (коэффициент Джини (G) может принимать значения от 0 до 1)

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (дата обращения 01.06.2022).

Fig. 5. Dynamics of the Gini coefficient in terms of “local budget revenues per capita” in the cities of the Central Federal District, 2001–2020 (Gini (G) coefficient can take values from 0 to 1)

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.

URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (accessed on 01.06.2022)

Таблица 1 / Table 1

Результаты моделирования влияния факторов на развитие городов ЦФО в 2001–2020 гг.

Results of modeling the influence of factors on the development of cities in the Central Federal District in 2001–2020

Переменная	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5	Модель 6
Const	0,28 (0,14)***	2,5 (0,2)***	1,9 (0,89)***	1,8 (2,7)***	2,6 (0,99)***	0,6 (1,6)***
I_Invest	0,5 (0,001)**				0,5 (0,01)***	0,5 (0,1)***
I_Eap		0,7 (0,06)***			0,2 (1,8)	0,2 (0,17)
I_Budget			1,2 (0,3)***		0,7 (0,3)**	0,7 (0,3)**
I_Consec				1 (0,6)***		-0,5 (0,3)*
Статистическая ошибка модели	0,711	0,567	0,488	0,851	0,447	0,4
R ²	0,4	0,5	0,4	0,1	0,5	0,5
Число наблюдений	170	170	170	170	170	170

*** Уровень значимости 1 %; ** 5 %; * 10 %. В скобках указана стандартная ошибка.

Примечание: в модели 1–6 внесены данные анализируемых факторов.

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (дата обращения: 01.06.2022) и «Экономика муниципальных образований России» БД «Мультистат». URL: http://www.multistat.ru/?menu_id=931000112 (дата обращения: 01.06.2022)

Note: *** Significance level 1%; ** 5%; * ten %. Standard error is given in parentheses. Models 1–6 contain the data of the analyzed factors

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206> (accessed on 01.06.2022) and “Economics of Russian municipalities” DB “Multistat”. URL: http://www.multistat.ru/?menu_id=931000112 (accessed on 01.06.2022)

В модели 6 представлена комбинация всех анализируемых факторов: значимость объема рынка труда (*eap*) снижается (0,2 при стандартной ошибке 0,17), значимость показателя инфраструктуры (*consec*) снижается и при этом приобретает отрицательное значение. Данную тенденцию можно объяснить следующим образом: влияние уровня инфраструктуры негативно отражается на динамичном развитии города в текущем периоде, но в дальнейшем наиболее развитая инфраструктура будет способствовать формированию благоприятного инвестиционного климата, улучшению качества жизни и в целом динамичному развитию территории.

Коэффициент детерминации в полученных моделях имеет значения 0,4/0,5 (за исключением модели 4), что подтверждает значимость полученных результатов.

Динамичное развитие города обусловлено влиянием множества факторов, не все из которых включены в рассматриваемые модели. Стабильно важное значение для города имеют инвестиции и местный бюджет, как это и описывается в теоретической литературе.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В регионах и, следовательно, в городах России отмечается высокая дифференциация коэффициента демографической нагрузки. Наиболее благоприятная ситуация по данному показателю складывается в Москве, Московской области, Севастополе. Низкие значения данного коэффициента в северных регионах обусловлены тем, что население пенсионного возраста переезжает на постоянное место жительства в центральные и южные регионы России.

2. Динамичное развитие города способна обеспечить система взаимосвязанных условий и факторов. Во-первых, это выгодные природно-географические условия: благоприятный климат и ресурсная база, которые определяют экономический вектор территории. При отсутствии природного потенциала важно создать условия, которые обеспечат привлекательный инвестиционный климат (реализация социально ориентированных программ, модернизация инфраструктуры, поддержка

среднего и малого бизнеса и т.д.). Это станет драйвером миграции высококвалифицированных специалистов и экономического роста в целом.

3. Полученные результаты отражают современные тенденции в развитии городских систем. Основными факторами динамичного развития городов расчетным путем определены: объем инвестиций в основной капитал (увеличение на 1 % будет способствовать росту объема отгруженной продукции на 0,5 %) и доходы местного бюджета (увеличение на 1 % будет способствовать росту объема отгруженной продукции на 1,2 %), что необходимо учитывать при разработке и реализации региональной экономической политики. Инвестиции и доходы местного бюджета способствуют росту общей эффективности, повышению качества жизни населения города. Населенные пункты с высоким качеством жизни являются привлекательными для высококвалифицированных специалистов и бизнеса.

4. При определении стратегических приоритетов пространственного развития целесообразно учитывать систему факторов, прогнозировать возникновение новых в процессе функционирования, которые могут оказывать как позитивное, так и негативное воздействие на динамичное развитие городов.

5. Совокупность факторов, демонстрирующих динамичное развитие города, весьма разнообразна, но для исследований данное направление ограничено по причине слаборазвитой муниципальной статистики.

6. Проведенное исследование является теоретически значимым: дополнена методология оценки городской экономики в части формирования инструментов анализа условий и факторов динамичного развития городов России.

7. Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов для решения задач городского и регионального развития органами региональной и муниципальной власти.

Список литературы

1. Boix R., Trullén J. Knowledge, networks of cities and growth in regional urban systems. *Papers in Regional Science*. 2007;86(4):551–574. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00139.x>
2. Camagni R.P., Salone C. Network urban structures in northern Italy: Elements for a theoretical framework. *Urban Studies*. 1993;30(6):1053–1064. <https://doi.org/10.1080/00420989320080941>
3. Meijers E. Polycentric urban regions and the quest for synergy: Is a network of cities more than the sum of the parts? *Urban Studies*. 2005;42(4):765–781. <https://doi.org/10.1080/00420980500060384>
4. Taylor P.J., Walker D.R.F., Catalano G., Hoyler M. Diversity and power in the world city network. *Cities*. 2002;19(4):231–241. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(02\)00020-3](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(02)00020-3)
5. Taylor P.J., Derudder B. World city network: A global urban analysis. 2nd ed. London; NY: Routledge; 2016. 250 p.
6. Lee B., Gordon P. Urban structure: its role in urban growth, net new business formation and industrial churn. *Région et Développement*. 2011;33:137–159. URL: <https://regionetdeveloppement.univ-tln.fr/wp-content/uploads/Lee-Gordon.pdf>
7. Meijers E.J., Burger M.J. Spatial structure and productivity in US metropolitan areas. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 2010;42(6):1383–1402. <https://doi.org/10.1068/a42151>
8. Tao M., Huang Y., Tao H. Urban network externalities, agglomeration economies and urban economic growth. *Cities*. 2020;107(3):102882. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102882>
9. Dijkstra L., Garcilazo J.E., McCann P. The economic performance of European cities and city regions: Myths and realities. *European Planning Studies*. 2013;21(3):334–354. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.716245>
10. Camagni R., Capello R., Caragliu A. Agglomeration economies in large vs. small cities: similar laws, high specificities. In: *The rise of the city*. Elgar E., Kourtit K., Nijkamp P., Stough R.R., eds. Edward Elgar Publishing; 2015. P. 85–113.
11. Jargowsky P.A. Poverty and place: ghettos, barrios, and the American city. NY: Russell Sage Foundation; 1997. 99 p.
12. Massey D., Nancy A.D. American apartheid: segregation and the making of the under-class. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1993. 292 p.
13. Wilson W.J. When work disappears: The world of the new urban poor. NY: Knopf Doubleday Publishing Group; 1997. 322 p.
14. Katz B. Reflections on regionalism. Washington, DC: Brookings Institution Press; 2000. 304 p.
15. Pastor M., Benner C., Matsuoka M. This could be the start of something big. NY: Cornell University Press; 2009. 272 p.
16. Аузан А.А. «Колея» российской модернизации. *Общественные науки и современность*. 2007;(6):54–60.
17. Бондарская О.В. Институциональные факторы совершенствования инструментария социально-экономического развития малых городов. *Социально-экономические явления и процессы*. 2013;(10(56)):21–27.

18. Голубчиков О.Ю., Махрова А.Г. Факторы неравномерного развития российских городов. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2013;(2):54–60.

19. Буфетова А.Н. Социально-экономическое развитие городов России: основные тенденции и факторы. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки*. 2015;15(4):124–138.

20. Мешков В.А., Мешкова С.В., Мокронос А. Социально-экономическое развитие малых и средних городов Пермского края. *Актуальные вопросы современной науки*. 2013;(1):91–98.

21. Грачев А.Б. Социально-экономическое развитие малых и средних городов (на при-

мере Брянской области). Брянск: Ладомир; 2009. 294 с.

22. Анимича Е.Г., Медведева И.А., Сухих В.А. Малые и средние города: научно-теоретические аспекты исследования. Екатеринбург: УрГЭУ; 2003. 105 с.

23. Кузнецов С.В., Чернышева Е.Ф. Ротенберг Р.Б., Никифорова Л.Ю. Социально-экономическое развитие малых городов: реалии и возможности. СПб.: ГУАП; 2014. 156 с.

24. Секушина И.А. Факторы и условия развития малых и средних городов на Европейском Севере России. *Вопросы территориального развития*. 2021;9(1):2–17. <https://doi.org/10.15838/ttdi.2021.1.56.2>

References

1. Boix R., Trullén J. Knowledge, networks of cities and growth in regional urban systems. *Papers in Regional Science*. 2007;86(4):551–574. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00139.x>

2. Camagni R.P., Salone C. Network urban structures in northern Italy: Elements for a theoretical framework. *Urban Studies*. 1993;30(6):1053–1064. <https://doi.org/10.1080/00420989320080941>

3. Meijers E. Polycentric urban regions and the quest for synergy: Is a network of cities more than the sum of the parts? *Urban Studies*. 2005;42(4):765–781. <https://doi.org/10.1080/00420980500060384>

4. Taylor P.J., Walker D.R.F., Catalano G., Hoyler M. Diversity and power in the world city network. *Cities*. 2002;19(4):231–241. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(02\)00020-3](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(02)00020-3)

5. Taylor P.J., Derudder B. World city network: A global urban analysis. 2nd ed. London; NY: Routledge; 2016. 250 p.

6. Lee B., Gordon P. Urban structure: its role in urban growth, net new business formation and industrial churn. *Région et Développement*. 2011;33:137–159. URL: <https://regionetdeveloppement.univ-tln.fr/wp-content/uploads/Lee-Gordon.pdf>

7. Meijers E.J., Burger M.J. Spatial structure and productivity in US metropolitan areas. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 2010;42(6):1383–1402. <https://doi.org/10.1068/a42151>

8. Tao M., Huang Y., Tao H. Urban network externalities, agglomeration economies and urban economic growth. *Cities*. 2020;107(3):102882. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102882>

9. Dijkstra L., Garcilazo J.E., McCann P. The economic performance of European cities and city regions: Myths and realities. *European Planning Studies*. 2013;21(3):334–354. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.716245>

10. Camagni R., Capello R., Caragliu A. Agglomeration economies in large vs. small cities: similar laws, high specificities. In: *Elgar E., Kourtit K., Nijkamp P,*

Stough R.R., eds. The rise of the city. Edward Elgar Publishing; 2015. P. 85–113.

11. Jargowsky P.A. Poverty and place: ghettos, barrios, and the American city. NY: Russell Sage Foundation; 1997. 99 p.

12. Massey D., Nancy A.D. American apartheid: segregation and the making of the under-class. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1993. 292 p.

13. Wilson W.J. When work disappears: The world of the new urban poor. NY: Knopf Doubleday Publishing Group; 1997. 322 p.

14. Katz B. Reflections on regionalism. Washington, DC: Brookings Institution Press; 2000. 304 p.

15. Pastor M., Benner C., Matsuoka M. This could be the start of something big. NY: Cornell University Press; 2009. 272 p.

16. Auzan A.A. “The track” of Russian modernization. *Social Sciences and Contemporary World*. 2007;(6):54–60. (In Russ.)

17. Bondarskaya O.V. Institutional factors of improvement of tools of social and economic development of small cities. *Socio-economic Phenomena and Processes*. 2013;(10(56)):21–27. (In Russ.)

18. Golubchikov O.Yu., Makhrova A.G. Factors of unequal development of Russian cities. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya*. 2013;(2):54–60. (In Russ.)

19. Bufetova A.N. Socio-economic development of Russian cities: main trends and factors. *Vestnik of the Novosibirsk State University. Series: Social and Economics Sciences*. 2015;15(4):124–138. (In Russ.)

20. Meshkov V.A., Meshkova S.V., Mokronosov A. Socio-economic development of small and medium cities of Perm krai. *Aktual'nye voprosy sovremennoi nauki*. 2013;(1):91–98. (In Russ.)

21. Grachev A.B. Socio-economic development of small and medium-sized cities (on the example of the Bryansk region). Bryansk: Ladamir; 2009. 294 p. (In Russ.)

22. Animitsa E.G., Medvedeva I.A., Sukhikh V.A. Small and medium cities: scientific and theoretical aspects of the study. Yekaterinburg: Ural State University of Economics; 2003. 105 p. (In Russ.)

23. Kuznetsov S.V., Chernysheva E.F. Rotenberg R.B., Nikiforova L.Yu. Socio-economic develop-

ment of small towns: realities and opportunities. St. Petersburg: SUAI; 2014. 156 p. (In Russ.)

24. Sekushina I.A. Factors and conditions for the development of small and medium towns in the Russian North. *Territorial Development Issues*. 2021;9(1):2–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.15838/tdi.2021.1.56.2>

Информация об авторе

Манаева Инна Владимировна – д-р экон. наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308000, Белгород, ул. Победы, д. 85, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4517-7032>; e-mail: in.manaeva@yandex.ru

Information about the author

Inna V. Manaeva – Dr.Sci. (Econ.), Belgorod State National Research University, 85 Pobedy Str., Belgorod 308000, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4517-7032>; e-mail: in.manaeva@yandex.ru

Поступила в редакцию **29.09.2022**; поступила после доработки **05.12.2022**; принята к публикации **12.12.2022**
Received **29.09.2022**; Revised **05.12.2022**; Accepted **12.12.2022**

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-466-472>

Систематизация факторов стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий

Ю.А. Домахина  

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация

 domakhina@yandex.ru

Аннотация. В работе представлен комплексный инструментарий по оценке и стратегическому развитию логистических комплексов предприятий горно-химической промышленности, выстроенный на основе предложенной авторской систематизации внутренних и внешних факторов. В настоящее время в условиях глобальной турбулентности и дестабилизации как внешней, так и внутренней среды, возникает необходимость формирования новых подходов, требований и методических инструментов к перестройке и развитию российской экономической модели, одним из главных критериев эффективности которой выступает работоспособность логистических комплексов промышленных предприятий. Учитывая тесную связь экономики России с производством сырьевых товаров, стоит выделить экспортно-ориентированные горно-химические предприятия, чья экспортная и логистическая деятельность в 2022 г. столкнулась с ограничениями, возникшими в результате введенных санкций. В статье исследована специфика развития российских логистических комплексов горно-химических предприятий в современных условиях функционирования экономики. Установлена роль российского горно-химического производства на мировом рынке по уровню объема произведенной продукции, куда входят калийные, азотные и фосфорные минеральные удобрения. Подтверждена экспортно-ориентированность и стратегическая значимость логистических комплексов российских горно-химических предприятий. Обоснована необходимость и актуальность разработки новых методических инструментов развития логистических комплексов горных предприятий. Предложена систематизация внутренних и внешних факторов влияния на развитие предприятий горно-химической промышленности. В рамках данного научного исследования использован практико-ориентированный инструментарий по стратегическому анализу – OTSW-анализ, разработанный профессором В.Л. Квинтом. Предложен алгоритм обоснования требований к выбору направления стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий.

Ключевые слова: горно-химическое производство, горно-химическое предприятие, логистический комплекс, транспортно-логистическая инфраструктура, экспорт, стратегическое развитие, OTSW-анализ

Для цитирования: Домахина Ю.А. Систематизация факторов стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий. *Экономика промышленности.* 2022;15(4):466–472. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-466-472>

Systematization of factors of strategic development of logistics complexes of mining and chemical enterprises

Yu.A. Domakhina  

National University of Science and Technology MISiS,
4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation

 domakhina@yandex.ru

Abstract. The article presents a complex set of tools for evaluation and strategic development of logistics complexes of mining and chemical enterprises, created on the basis of the author's systematization of external and internal factors. Currently, in terms of global turbulence and destabilization of both external and internal environments, it is essential to establish new

approaches, requirements and methodological tools for reconstruction and development of the Russian economic model with the efficiency of logistics complexes of industrial enterprises as one of the main effectiveness criteria. Due to the fact that Russia's economy is closely connected with the production of raw materials it is worth selecting export-oriented mining and chemical enterprises whose export and logistics activity in 2022 faced with the restrictions that arose as a result of the sanctions imposed. The article studies the specific features of development of the Russian logistics complexes of mining and chemical enterprises in the present terms of the economics' functioning. The author defines the role of the Russian mining and chemical production in the world market by the level of the volume of products manufactured including potash, nitrogen and phosphorus mineral fertilizers. The study confirms the export-oriented and strategic importance of logistics complexes of Russian mining and chemical enterprises. It justifies the necessity and topicality of creating new methodological tools of development of logistics complexes of mining enterprises. The author introduces systematization of external and internal factors of influence on the development of mining and chemical enterprises. The process of the study involved practice-oriented set of tools of strategic analysis (OTSW-analysis) developed by Professor V.L. Kvint. The author suggests the algorithm of justification of the requirements to choosing the direction for strategic development of logistics complexes of mining and chemical enterprises.

Keywords: mining and chemical production, mining and chemical enterprise, logistics complex, transport and logistics infrastructure, export, strategic development, OTSW-analysis

For citation: Domakhina Yu.A. Systematization of factors of strategic development of logistics complexes of mining and chemical enterprises. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):466–472. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-466-472>

矿业化工企业物流综合体战略发展要素系统化

Yu.A. Domakhina  

国立研究型技术大学 MISIS,

119049, 俄罗斯联邦莫斯科市列宁斯基大街4-1号

 domaxina@yandex.ru

摘要：本文在作者提出的内部和外部因素系统化的基础上，提出了一套综合工具，用于矿业化工企业物流综合体的评估和战略发展。目前，在全球动荡和内外部环境不稳定的条件下，需要为俄罗斯经济模式的变革和发展创建新的方法、要求和工具，衡量经济模式效率的主要标准之一是工业企业物流综合体的运作效率。鉴于俄罗斯经济与初级商品生产的密切联系，值得关注的是以出口为导向的矿业化工企业，其出口和物流活动在2022年由于制裁而受到限制。本文研究了在当前经济运行条件下俄罗斯矿业化工企业物流综合体发展的具体情况。俄罗斯的矿业化工生产仅就生产的产品数量而言（其中包括钾肥、氮肥和磷肥）已经决定了其在全球市场上的作用。确认了俄罗斯矿业化工企业物流综合体的出口导向和战略重要性。论证了为发展矿业化工企业物流综合体开发新方法工具的必要性和相关性。提出了影响矿业化工企业发展的内部和外部因素的系统化。在本研究框架内，使用了V.L.昆特教授开发的面向实践的战略分析工具包—OTSW分析法。提出了一种证明选择矿业化工企业物流综合体战略发展方向的要求的算法。

关键词：采矿化工生产，采矿化工企业，物流综合体，运输和物流基础设施，出口，战略发展，OTSW分析法

Введение

Горно-химическая промышленность России представляет собой комплекс горнодобывающих предприятий, ориентированных на разработку месторождений полезных ископаемых, добычу и обработку различных видов горно-химического сырья, включая фосфориты, поваренную и калийную соль, апатиты и ряд других продуктов [1]. В составе горно-химической промышленности

большую роль играет производство фосфорных, азотных, калийных и сложных удобрений.

Российский внутренний рынок минеральных удобрений характеризуется ограниченной емкостью, в то время как на внешние рынки экспортируется порядка 70 % произведенной химической продукции [2]. В связи с экспортно-ориентированной спецификой данного производства в распределении важную роль играют логистические

комплексы горно-химических предприятий, обеспечивая бесперебойную реализацию импортных и экспортных торговых операций.

Сегодня, в связи с действующими экономическими ограничениями, кардинально меняются условия реализации экспорта, что трансформирует приоритеты текущего и стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий, развивающихся под воздействием многочисленных факторов [3; 4]. Несмотря на экономическую турбулентность и постоянное расширение списка санкций, российские производители оказались в исключительном положении, что стало возможным благодаря мировому дефициту минеральных удобрений и значительной доле российского бизнеса на мировом рынке [5]. Сложившаяся ситуация на рынке удобрений позволяет планомерно наращивать мощности производства российских горно-химических предприятий в связи с действующей необходимостью повышения урожайности и интенсификации сельского хозяйства.

Дифференциация топ-стран производителей удобрений представлена на рис. 1.

Важно отметить, что перечисленные на рис. 1 страны – производители минеральных удобрений ориентированы на внутренний рынок, кроме России, являющейся крупнейшим мировым экспортером. Это подтверждает стратегическую значимость логистических комплексов в развитии российских горно-химических предприятий и экономики в целом [6].

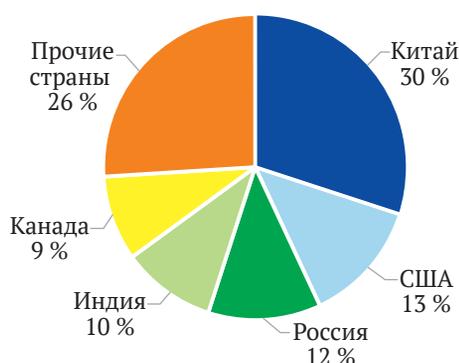


Рис. 1. Рейтинг крупнейших стран-производителей минеральных удобрений по объемам выпуска на начало 2022 г.

Источник: составлено автором по данным International Fertilizers Association (IFA).
URL: <https://www.fertilizer.org>

Fig. 1. Rating of the largest manufacturers of mineral fertilizers in terms of production on the beginning of 2022

Source: compiled by the author based on official sources of the International Fertilizers Association (IFA).
URL: <https://www.fertilizer.org>

Экспортная ориентированность логистических комплексов

российских горно-химических предприятий

Экспортная ориентированность российских производителей наглядно подтверждается фактическими значениями дифференциации общего объема мирового экспорта минеральных удобрений, который на конец 2021 г. составлял 85,5 млрд долл. США, где доля России была порядка 12,5 млрд долл. США (14 %) (рис. 2).

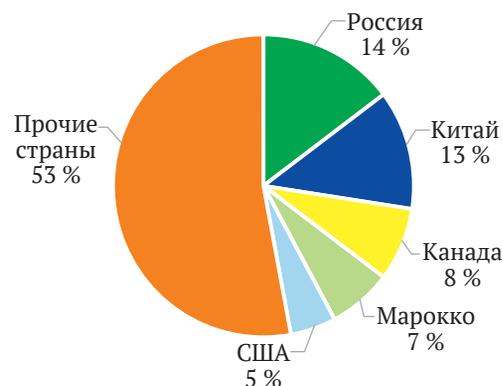


Рис. 2. Рейтинг крупнейших стран-экспортеров по объемам поставок удобрений

Источник: составлено автором по данным International Fertilizers Association (IFA).
URL: <https://www.fertilizer.org>

Fig. 2. Rating of the largest exporting countries in terms of fertilizer supply

Source: compiled by the author based on official sources of the International Fertilizers Association (IFA).
URL: <https://www.fertilizer.org>

Очевидно, что достижение представленных объемов производства и экспорта минеральных удобрений стало возможным благодаря работе логистических комплексов, представляющих собой объединение транспортно-логистических объектов в единую систему, связанную с погрузкой-выгрузкой товара, хранением, упаковкой, маркировкой и сменой транспортных средств [7].

В настоящее время значительная часть логистических комплексов горно-химических предприятий представляют собой сложные стохастические системы, интегрированные в международные транспортные коридоры, однако, если раньше экспортные поставки были направлены на рынки стран ЕС, США, то сейчас идет серьезная экспортная переориентация на рынки Азиатско-Тихоокеанского региона, Южной Америки и Индии [8].

В сложившейся ситуации управление горно-химическими предприятиями требует: разработки новых инструментов оценки и эффективного развития логистических комплексов, использование которых позволит учесть текущие факторы,

влияющие на работу экспортно-ориентированных горных предприятий, и обеспечения формирования новых логистических цепочек для реализации химической продукции и, как следствие, нивелирования воздействия нарастающего кризиса.

Систематизация внутренних и внешних факторов развития логистических комплексов горно-химических предприятий

Горно-химические предприятия отличаются повышенной капиталоемкостью и большой вероятностью непредвиденного увеличения транспортных затрат, поэтому объективной необходимостью для принятия эффективных управленческих решений является учет и оценка системы внешних и внутренних факторов, оказывающих непосредственное влияние на развитие горно-химических предприятий и их логистических комплексов [9].

Внешний спрос на российские минеральные удобрения главным образом зависит от: действующей тенденции роста мирового населения; роста ВВП (особенно в промышленном секторе экономики); изменений в привычках питания; размера посевных площадей; норм использования удобрений [10; 11]. Однако в перспективе на спрос также влияют следующие факторы: глобальные экономические условия; санкции; геополитический климат (в странах-экспортерах и импортерах); доходы фермеров; изменения погодных условий; соотношение уровня потребления и мировых запасов сельскохозяйственных культур [12; 13].

Исходя из многочисленности вышеперечисленных факторов и новых принципов функционирования экономических субъектов, в табл. 1 представлена их систематизация, учитывающая как базовые, так и новые условия экономического развития и мировой торговли.

Факторы, представленные в табл. 1, необходимо учитывать при оценке эффективного развития логистических комплексов предприятий горно-химической промышленности, где предопределяющим и обосновывающим этапом является проведение OTSW-анализа. Целью анализа является интерпретация стратегического положения логистического комплекса горно-химического предприятия на рынке и в отрасли с помощью определения факторов и степени их воздействия.

В рамках данного исследования предлагается использование OTSW-анализа, разработанного профессором В.Л. Квинтом [16]. Данный подход адаптивен к различным условиям и особенностям развития горно-химической промышленности, а также к процессам их логистической деятельности для каждого уровня мониторинга (рис. 3) [17; 18].

Таблица 1 / Table 1

Факторы развития логистических комплексов горно-химических предприятий
Factors of the development of the logistics complexes of the mining and chemical enterprises

Факторы	Конкретизация
Производственные	Объем производства, структура производства, востребованность ассортимента, местонахождения предприятия и др.
Технологические	Номенклатура перевозимых грузов, размер грузовой партии, время доставки и др.
Экономические	Тарифы, стоимость логистических услуг, эксплуатационные затраты, время доставки и др.
Инфраструктурные	Плотность инфраструктуры, пропускные способности морского, автомобильного и железнодорожного транспортных средств, энергетические мощности, склады, развитие порта, терминалы
Экологические	Предотвращение загрязнений почвы, защита водных ресурсов, защита воздушной среды, утилизация отходов и др.
Геоэкономические	Положение страны в мировом экономическом сообществе, торговая политика и др.
Геополитические	Безопасность международных транспортных коридоров, политические риски и др.
Социально-демографические	Плотность и численность населения, населенные пункты вблизи инфраструктуры и др.

Источник: составлено автором на основе работ [14; 15]
Source: compiled by the author based on [14; 15]

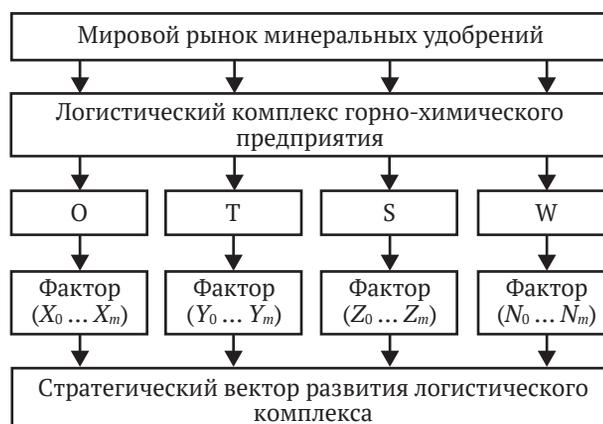


Рис. 3. Концепция OTSW-анализа стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий

Источник: составлено автором на основе [17; 18]
Fig. 3. The concept of OTSW-analysis of the strategic development of logistics complexes of mining and chemical enterprises
Source: compiled by the author based on [17; 18]

Важно отметить, что основополагающим фактором эффективного развития логистических комплексов горно-химических предприятий является своевременное использование предложенных информационных и методических инструментов, поэтому актуальным вопросом становится разработка удобного алгоритма обоснования требований к выбору направления их стратегического развития, связывающего систему факторов и этапы стратегического анализа логистических комплексов.

Алгоритмизация выбора направления стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий

Для выбора направления стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий предлагается использование разработанного автором алгоритма обоснования требований, включающего исследование базовых показателей развития выбранного горно-химического предприятия, анализ

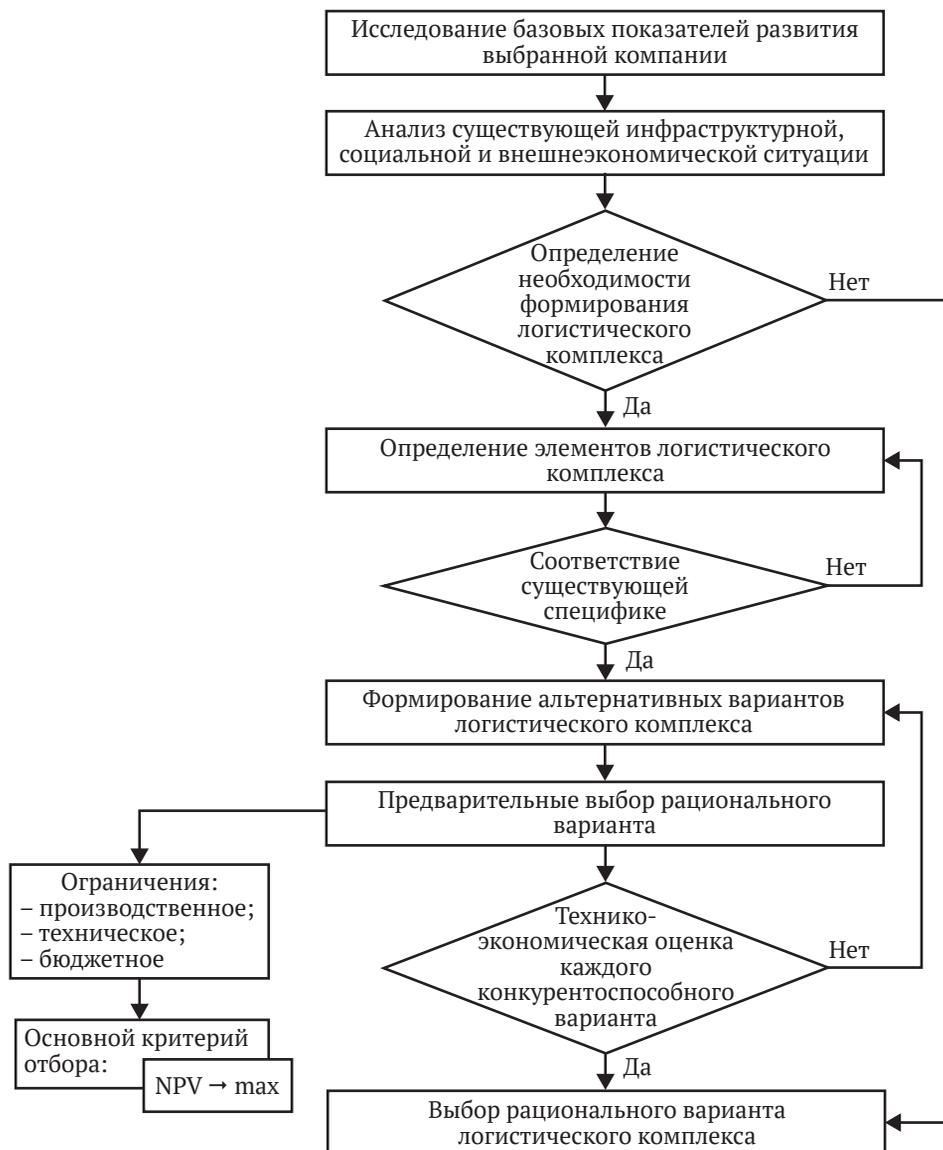


Рис. 4. Алгоритм обоснования требований к выбору направления стратегического развития логистического комплекса горно-химического предприятия

Источник: составлено автором на основе работ [19; 20]

Fig. 4. Algorithm for substantiating the requirements for choosing the direction of strategic development of the logistics complex of the mining and chemical enterprise

Source: compiled by the author based on [19; 20]

существующей инфраструктурной, социальной и внешнеэкономической ситуации, а также учитывающий критерии и ограничения в развитии горного предприятия (рис. 4).

Формальным основанием для принятия эффективных решений по вопросам стратегического развития логистических комплексов горно-химических предприятий является использование алгоритма, представленного на рис. 4.

Среди технико-экономических показателей важно отметить необходимость использования показателя срока доставки грузов как критерия затрат времени, рассчитываемого по формуле

$$T = \sum \frac{l_{\text{уч}}}{v_{\text{уч}}} + \sum T_{\text{тех}},$$

где $l_{\text{уч}}$ – расстояние, км; $v_{\text{уч}}$ – скорость доставки, км/ч; $T_{\text{тех}}$ – время техобслуживания, ч.

Заключение

Таким образом, учитывая стратегическую значимость и отраслевые особенности развития горно-химической промышленности, необходимо уже сейчас, в действующих условиях экономики и мирового рынка, использовать наиболее практико-ориентированные инструменты по анализу производственных и смежных процессов горно-химического производства для принятия тактических решений и обоснованию требований к выбору направления стратегического развития логистических комплексов горных предприятий.

Использование концепции OTSW-анализа текущего развития логистических комплексов, а также авторского алгоритма обоснования требований к выбору направления их стратегического развития, учитывающего влияние множества факторов, позволит провести стоимостную и количественную оценку для обоснования выбора рационального варианта развития логистической деятельности предприятия.

Список литературы

1. Волкова А.В. Рынок минеральных удобрений-2019. НИУ ВШЭ. Центр развития. М., 2019. 52 с. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323/Рынок%20минеральных%20удобрений-2019.pdf> (дата обращения: 06.05.2022).
2. Экспорт удобрений из России: краткий обзор рынка. 2020. URL: https://vvs-info.ru/helpful_information/poleznaya-informatsiya/eksport-udobreniy-iz-rossii/ (дата обращения: 06.05.2022).
3. Факторы размещения химической промышленности. URL: <https://obrazovaka.ru/geografiya/factory-razmescheniya-himicheskoy-promyshlennosti-tablica.html> (дата обращения: 06.05.2022).
4. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года. М., 2015. 284 p. URL: https://www.rosmorport.ru/media/File/seastrategy/strategy_150430.pdf (дата обращения: 06.05.2022).
5. Калачев А. Удобрения: дефицит важнее санкций. Финанс. Аналитика: обзор рынка и прогнозы. 26.07.2022. URL: <https://www.finam.ru/publications/item/udobreniya-deficit-vazhnee-sankcii-20220726-125522/>
6. Рынок минеральных удобрений в 2022 году: государственное регулирование и санкции. *Delovoy profil*. 14 июля 2022. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-2022-godu-gosudarstvennoe-regulirovanie-i-sanktsii/> (дата обращения: 06.08.2022).
7. Кручинина В.М., Рыжкова С.М. Рынок удобрений в России: состояние и направления развития. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021;83(1):375–384. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-375-384>
8. Зворыкина Ю.В., Тихонова А.А. Деятельность предприятий химической промышленности в современных рыночных условиях. *Российский внешнеэкономический вестник*. 2022;(6):90–98. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-6-90-98>
9. Гендон А.Л. Теория и методология формирования стратегий развития горно-химических холдингов. М.: ИНФРА-М; 2022. 360 с.
10. Гендон А.Л. К вопросу о трансформации традиционных конкурентных преимуществ горно-химических компаний в условиях зрелости отрасли. *Вестник Омского университета. Серия «Экономика»*. 2016;(2):17–25.
11. Макаренко М.В., Чмель С.Ю. Модернизация промышленности минеральных удобрений. *Экономический журнал*. 2014;(1(33)):92–103.
12. Рыжкова С.М., Кручинина В.М. Государственное регулирование рынка удобрений в России. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021;83(1):410–420. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-410-420>
13. Богачев А.И., Дорофеева Л.Н. Российский рынок минеральных удобрений: особенности функционирования в новых реалиях и метаморфозы развития. *Вестник аграрной науки*. 2022;3(96):78–92. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.78>
14. Чернопятков А.М. Экономика. М.: Директ-Медиа; 2022. 282 с.
15. Гаджинский А.М. Логистика. М.: Издательско-торговая корпорация Дашков и К°; 2017. 420 с.
16. Квинт В.Л. Концепция стратегирования. Кемерово: Кемеровский государственный университет; 2020. 170 с. <https://doi.org/10.21603/978-5-8353-2562-7>
17. Квинт В.Л. Концепция стратегирования. В 2-х т. СПб.: СЗИУ РАНХиГС; 2020. Т. 2. 164 с.

18. Kvint V. L. Strategy for the global market: Theory and practical applications. NY: Routledge Taylor and Francis Group; 2016. 519 p.

19. Левкин Г.Г. Логистика. М.; Берлин: Директ-Медиа; 2019. 267 с.

20. Оборин М.С. Перспективы развития сетевого взаимодействия в транспортно-логистическом комплексе региона. *Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика*. 2020;22(3):53–64. <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2020.3.5>

References

1. Volkova A.V. Market of mineral fertilizers-2019. National Research University Higher School of Economics. Development center. 2019. 52 p. (In Russ.). URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/12/26/1524652323/Рынок%20минеральных%20удобрений-2019.pdf> (accessed on 06.05.2022).

2. Export of fertilizers from Russia: a brief overview of the market. 2020. (In Russ.). URL: https://vvs-info.ru/helpful_information/poleznaya-informatsiya/eksport-udobreniy-iz-rossii/ (accessed on 06.05.2022).

3. Location factors of the chemical industry. (In Russ.). URL: <https://obrazovaka.ru/geografiya/factory-razmescheniya-himicheskoy-promyshlennosti-tablica.html> (accessed on 06.05.2022).

4. Strategy of Russian seaport infrastructure development until 2030. Moscow, 2015. 284 p. (In Russ.). URL: https://www.rosmorport.ru/media/File/seastrategy/strategy_150430.pdf (accessed on 06.05.2022).

5. Kalachev A. Fertilizers: deficit is more important than sanctions. Analytics: market overview and forecasts. 26.07.2022. (In Russ.). URL: <https://www.finam.ru/publications/item/udobreniya-deficit-vazhnee-sanktsiy-20220726-125522/> (accessed on 06.05.2022).

6. The mineral fertilizer market in 2022: government regulation and sanctions. *Delovoy profil*. July 14, 2022. (In Russ.). URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-2022-godu-gosudarstvennoe-regulirovanie-i-sanktsii/> (accessed on 06.08.2022).

7. Kruchinina V.M., Ryzhkova S.M. Fertilizer market in Russia: state and direction of development. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021;83(1):375–384. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-375-384>

8. Zvorykina Y.V., Tikhonova A.A. Chemical companies under current market conditions. *Russian Foreign Economic Journal*. 2022;(6):90–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2022-6-90-98>

9. Gendon A.L. Theory and methodology of formation of strategies for the development of mining

and chemical holdings. Moscow: INFRA-M; 2022. 360 p. (In Russ.)

10. Gendon A.L. To the question of transformation of traditional competitive advantages of mining and chemical companies in terms of the industry maturity. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*. 2016;(2):17–25. (In Russ.)

11. Makarenko M.V., Chmel S.Yu. The modernisation of chemical fertilisers industry. *Economic Journal*. 2014;(1(33)):92–103. (In Russ.)

12. Ryzhkova S.M., Kruchinina V.M. State regulations the market of fertilizers in Russia. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021;83(1):410–420. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-410-420>

13. Bogachev A.I., Dorofeeva L.N. The Russian market of mineral fertilizers: features of functioning in new realities and metamorphoses of development. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022;3(96):78–92. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.78>

14. Chernopyatov A.M. Economics. Moscow: Direct-Media; 2022. 282 p. (In Russ.)

15. Gadzhinsky A.M. Logistics. Moscow: Dashkov i K° Publ.; 2017. 420 p. (In Russ.)

16. Kvint V.L. The concept of strategizing. Kemerovo: KemSU; 2020. 170 p. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/978-5-8353-2562-7>

17. Kvint V.L. The concept of strategizing. In 2 vol. St. Petersburg: NWIM RANEPА; 2020. 164 p. (In Russ.)

18. Kvint V. L. Strategy for the global market: Theory and practical applications. NY: Routledge, Taylor and Francis Group; 2016. 519 p.

19. Levkin G.G. Logistics. Moscow; Berlin: Direct-Media; 2019. 267 p. (In Russ.)

20. Oborin M.S. Prospects for the development of network interaction in the transport and logistics complex of the region. *Journal of Volgograd State University. Economics*. 2020;22(3):53–64. (In Russ.). <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2020.3.5>

Информация об авторе

Домакина Юлия Андреевна – ассистент кафедры, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0063-640X>; e-mail: domaxina@yandex.ru

Information about author

Yulia A. Domaknina – Assistant of the Department, National University of Science and Technology MISiS, 4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0063-640X>; e-mail: domaxina@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.09.2022; поступила после доработки 07.12.2022; принята к публикации 12.12.2022
Received 07.09.2022; Revised 07.12.2022; Accepted 12.12.2022

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-473-487>

Секвестрация и использование углекислого газа: сущность технологий и подходы к классификации проектов

А.А. Череповицына^{1,2}  , И.П. Дорожкина¹, В.М. Костылева²

¹ Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра РАН,
184209, Мурманская обл., Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а, Российская Федерация

² Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»,
141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация

 iljinovaAA@mail.ru

Аннотация. Увеличение массы выбросов углекислого газа в настоящее время рассматривается как основной фактор усиления парникового эффекта, приводящего, по мнению ряда ученых, к глобальному потеплению. Данная проблема стала предпосылкой для развития и внедрения разных опций декарбонизации, в том числе, технологий секвестрации (улавливание и хранение) и использования CO₂ (технологии CC(U)S – carbon capture, utilization and storage). Технологии направлены на сокращение выбросов углекислого газа путем его улавливания на промышленных объектах (реже – из атмосферы) и могут рассматриваться как комплементарные и критически необходимые для движения к углеродной нейтральности, так как позволяют избежать радикальных изменений в энергетических и промышленных процессах. Исследование направлено на изучение мирового опыта и сущности инициатив CC(U)S с целью разработки комплексной классификации проектов секвестрации и использования CO₂ для систематизации существующих знаний и практических аспектов по теме. Авторами предложен вариант комплексной классификации проектов с группировкой признаков по базовым, технологическим и организационно-экономическим характеристикам и выделением разных видов проектов по предложенным признакам. Для апробации разработанной классификации представлен классификационный профиль по действующим проектам CC(U)S, реализуемым в США, Великобритании и Китае. Результаты исследования могут быть использованы для планирования деятельности в области развития технологий секвестрации и использования CO₂ в России, принятия решений по этим инициативам, в том числе касаясь финансирования и поддержки таких проектов на государственном уровне.

Ключевые слова: экономика природопользования, углекислый газ, секвестрация, использование, мировой опыт, классификация, технологии секвестрации, технологии CC(U)S, декарбонизация

Для цитирования: Череповицына А.А., Дорожкина И.П., Костылева В.М. Секвестрация и использование углекислого газа: сущность технологий и подходы к классификации проектов. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):473–487. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-473-487>

Sequestration and use of carbon dioxide: the essence of technology and approaches to the classification of the projects

A.A. Cherepovitsyna^{1,2}  , I.P. Dorozhkina¹, V.M. Kostyleva²

¹ Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”, 24a Fersmana Str, Apatity, Murmansk region, 184209, Russian Federation

² Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”,
42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation

 iljinovaAA@mail.ru

Abstract. Currently, increasing the mass of carbon dioxide emissions is regarded as the main factor of increasing the greenhouse effect that is considered by the scientists to be the cause of the global warming. The problem has stimulated the development and implementation of

various options of decarbonization including the sequestration technology (CCS – capture and storage) and carbon dioxide utilization (CC(U)S technology – carbon capture, utilization and storage). The technologies are aimed at reducing carbon dioxide emissions by capturing the gas at the industrial premises (rarely from the atmosphere) and can be regarded as complementary and crucially essential for achieving carbon neutrality as they allow avoiding radical transformations of energy and industrial processes. The study is directed towards analyzing the world experience and the essence of CC(U)S initiatives to develop complex classification of sequestration projects and use of CO₂ to systematize the existing knowledge and practical aspects on the subject. The authors suggest a variant of complex classification of the projects that involves grouping the features by basic, technological and organizational and economic characteristics and identifying different types of projects according to the suggested features. In order to test the classification the authors introduce a classification profile on the existing CC(U)S projects implemented in the USA, the UK and China. The findings can be used for planning the activities in the area of development of sequestration and carbon dioxide utilization technologies in Russia, for making decisions on these initiatives including those regarding financing and support of such projects at the government level.

Keywords: economics of environmental management, carbon dioxide, sequestration, utilization, world experience, classification, sequestration technologies, CC(U)S technologies, decarbonization

For citation: Cherepovitsyna A.A., Dorozhkina I.P., Kostyleva V.M. Sequestration and use of carbon dioxide: the essence of technology and approaches to the classification of the projects. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):473–487. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-473-487>

碳封存和利用：项目的技术本质和分类方法

A.A. Cherepovitsyna^{1,2}  , I.P. Dorozhkina¹, V.M. Kostyleva²

¹ 俄罗斯科学院科拉科学中心卢金经济问题研究所,
184209, 俄罗斯联邦摩尔曼斯克州阿帕季特市费尔斯曼街24a号

² “环境产业政策中心”研究所, 141006, 俄罗斯联邦莫斯科州梅季希市奥林匹克大街42号
 iljinovaAA@mail.ru

摘要：二氧化碳排放量的增加目前被认为是温室效应的主要因素，根据一些科学家的说法，这导致了全球气候变暖。这个问题成为开发和实施各种去碳化方案的前提，包括二氧化碳封存（捕集和封存）和利用技术（CC(U)S技术-- CC(U)S – carbon capture, utilization and storage）。CC(U)S技术旨在通过从工业碳排放源捕集二氧化碳（一小部分从大气中捕集）来减少二氧化碳的排放，是实现碳中和的关键核心技术，因为它们避免了能源和工业过程的彻底改变。该研究旨在研究CC(U)S项目的全球经验和CC(U)S倡议的精髓，以便对二氧化碳封存和利用项目进行全面分类，使与CC(U)S相关的现有知识和实践系统化。作者提出了一个项目综合分类方案，根据基本特征、技术特征、组织特征和经济特征进行分组，并根据提出的特征区分不同类型的项目。为了测试所开发的分类方案，介绍了在美国、英国和中国实施的现有CC(U)S项目的分类情况。研究结果可用于规划俄罗斯在发展二氧化碳封存和利用技术方面的活动，对CC(U)S倡议做出决策，包括在国家层面对此类项目提供资助和支持。

关键词：环境经济学，二氧化碳，封存，利用，全球经验，分类，封存技术，CC(U)S技术，去碳化

Введение

Проблема глобального потепления становится все более актуальной для мирового сообщества и требует принятия комплекса мер по ее решению. По мнению ученых, основной причиной изменения климата является парниковый эффект, на увеличение которого влияют выбросы парниковых газов, в том числе, углекислого газа (CO₂). Парниковый эффект образу-

ется как из природных источников, например, во время дыхания существ-аэробов, извержения вулканов, горения лесов, перегнивания органики, так и из техногенных, к которым относят сжигание ископаемого топлива для производства электроэнергии, транспорта, строительства и других отраслей [1]. Согласно отчету Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate

Change – IPCC) [2], масса глобальных выбросов парниковых газов продолжает увеличиваться ежегодно со средним темпом роста порядка 1,3 % за последнее десятилетие.

Данная проблема стала предпосылкой для разработки и принятия ряда соглашений, являющихся правовой основой международного взаимодействия по вопросам изменения климата, таких как Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992 г.) [3], Киотский протокол (1997 г.) [4], Парижское соглашение по климату (2015 г.) [5]. Россия является стороной всех перечисленных соглашений и занимает активную позицию по вопросам снижения выбросов парниковых газов.

Декарбонизация – сложный, комплексный процесс, реализация которого требует совместных скоординированных усилий на уровне отдельных стран, национальных экономик, отраслей и комплексов, промышленных компаний. К основным опциям декарбонизации в настоящее время относят повышение энергоэффективности, изменения в потребительском поведении (экологичное потребление), электрификацию, переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ), водород и топливо на его основе, биоэнергетику, а также внедрение технологий секвестрации (улавливание и хранение) и использования CO_2 (технологии CC(U)S – carbon capture, utilization and storage) [6]. Согласно заявлениям различных мировых агентств, технологии CC(U)S одни из немногих являются коммерчески доступными и могут служить не только для снижения массы выбросов парниковых газов. Они также позволяют «продлить жизнь» ископаемым видам топлива, полный отказ от которого не может быть осуществлен в краткосрочной перспективе [7; 8]. Эксперты сходятся во мнении, что инициативы CC(U)S займут устойчивые позиции и будут активно масштабироваться в секторах, в которых применение других опций декарбонизации затруднено [9].

На сегодняшний день развитие технологий и проектов секвестрации и использования CO_2 находится на начальных этапах. Согласно базе данных Глобального института CCS (Global CCS Institute) [10], являющейся основным источником информации по объектам CC(U)S, во всем мире на стадии эксплуатации находится 61 проект, тогда как в России действующие проекты отсутствуют (по состоянию на октябрь 2022 г.). В то же время комплекс технологий улавливания, использования и захоронения углекислого газа рассматривается как одно из направлений декарбонизации промышленного и энергетического сектора, что закреплено Стратегией социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. [11].

Существует множество причин отсутствия проектов CC(U)S в России. Вместе с тем этот комплекс технологий вызывает интерес как со стороны промышленного сектора, так и на государственном уровне. Известно об опыте реализации на территории России пилотных проектов CC(U)S на нефтегазовых месторождениях, где CO_2 использовался для увеличения нефтеотдачи пластов [12]. Кроме того, ПАО НК «Роснефть» рассматривает возможность использования подземных хранилищ и собственных выработанных месторождений для проектов улавливания и хранения CO_2 [13]. По оценкам Международного энергетического агентства (International Energy Agency – IEA), теоретическая емкость российских хранилищ углекислого газа значительно превышает потенциал остальных стран [14]. По мнению экспертов, России необходимо внедрять накопленный опыт других стран в области CC(U)S, а также сделать упор на хранении и использовании CO_2 в нефтегазовых пластах в целях увеличения нефтеотдачи на территориях, приближенных к крупным промышленным объектам, а также вблизи развитой инфраструктуры [15].

Сам комплекс CC(U)S – это укрупненное название набора технологий, которые обычно соединены в технологическую цепь и направлены на захват CO_2 , его очистку и подготовку, транспортировку, использование и/или захоронение. Такие цепи могут состоять из набора определенных этапов (например, только из захвата, транспортировки и захоронения газа), реализовываться в различных отраслях промышленности со своими особенностями (например, решения CO_2 -EOR (Enhanced Oil Recovery – увеличение нефтеотдачи пластов)). Улавливание газа может осуществляться как с промышленных источников, так и из атмосферы с использованием различных технологий. Технологии, решения и способы, применяемые на стадиях улавливания, транспортировки и захоронения газа, также различны в каждом конкретном случае. С научной точки зрения это является предпосылкой для разработки набора признаков, по которым такие проекты могут быть классифицированы.

Вопросы развития технологий и проектов секвестрации и использования CO_2 достаточно активно освещаются в современной научной литературе, а также в аналитических материалах различных организаций. Так, наряду с другими аспектами ученые представляют результаты ис-

следований в области применяемых технологий улавливания, транспортировки и хранения углекислого газа [16–19]. Существует ряд исследований, связанных с оценкой роли CC(U)S для социума, экологии, экономики [20; 21]. В научной литературе и аналитических материалах также предпринимаются попытки разделения проектов секвестрации и использования углекислого газа на типы, предлагаются некоторые классификационные признаки. Так, ученые используют типологию проектов с выделением CCS, CCU, CCUS [22], а различные агентства и институты предлагают подходы к классификации, основанные на отраслях-адаптерах технологий, методах транспортировки и хранения CO₂, объемах производственных мощностей и т.д. [6; 9; 14]. В ежегодном аналитическом отчете The Global Status of CCS, выпускаемом Глобальным институтом CCS, предпринимается попытка систематизации CC(U)S проектов по отраслям с указанием размеров (мощности) проектов, а также представлены результаты анализа проектов в виде таблиц по следующим критериям: мощность проекта, отрасль, способ транспортировки и хранения.

Таким образом, в существующей литературе по теме встречаются элементы классификации и типологии проектов CC(U)S, однако предложения по комплексному набору признаков, по которым могут быть классифицированы такие проекты, в научных трудах не отражены. Это определило цель настоящего исследования, которая заключается в разработке комплексной классификации проектов CC(U)S. Необходимо отметить, что в данной статье представлена первая попытка разработки такой классификации.

Результаты исследования структурированы в статье следующим образом: в первом разделе кратко представлена сущность технологий и мировой опыт реализации инициатив CC(U)S; второй раздел посвящен разработанной авторами классификации проектов CC(U)S; в третьем разделе представлены результаты апробации разработанной классификации на примере трех действующих проектов: Acorn в Великобритании, North Dakota Carbonsafe в США, Sinopec Zhongyuan в Китае.

Методы и материалы исследования

Работа выполнена посредством проведения кабинетного исследования и базируется на контент-анализе существующих материалов по теме.

Материалами исследования выступили аналитические отчеты различных организаций, таких как Глобальный институт CCS, Международное энергетическое агентство, Институт

энергетического перехода Керни (Kearney Energy Transition Institute), Межправительственная группа экспертов по изменению климата и других, а также научные статьи по исследуемой теме. В качестве информационной базы по мировому опыту реализации инициатив CC(U)S использовалась база данных Глобального института CCS.

Основные применяемые методы исследования – научный анализ и синтез, а также методы системного, сравнительного, критического, причинно-следственного анализа. В работе использованы методы классификации, систематизации, типологии, декомпозиции, группировки. Особое внимание уделено экспертной оценке – сбору и анализу мнений экспертов по исследуемым вопросам.

Результаты

Рассмотрим основные результаты проведенного исследования:

1. Технологии и проекты секвестрации и использования CO₂: сущность и мировой опыт реализации.

Как было отмечено выше, возможны различные варианты реализации инициатив CC(U)S. Укрупненная технологическая схема CC(U)S, разработанная Глобальным институтом CCS и отражающая основные источники выбросов, варианты транспортировки и хранения CO₂, представлена на **рис. 1**.

В общем виде технологическая схема CC(U)S включает три последовательных этапа: 1) улавливание углекислого газа из источника выбросов; 2) транспортировка одним из известных способов; 3) повторное полезное использование газа или его закачка в целях долгосрочного хранения под землей.

Основными источниками техногенного CO₂ являются объекты энергетики и промышленности. Основные известные и используемые в мировой практике способы транспортировки – трубопроводы и морские суда (последние – реже), способы захоронения – в отработанных нефтяных и газовых, а также соленосных пластах. Последний этап может включать не только хранение, но и использование CO₂ на разрабатываемых нефтегазовых месторождениях в целях увеличения нефтеотдачи пластов (CO₂-EOR). Комплекс таких технологических решений с разной комбинацией звеньев технологической цепи лежит в основе проектов CC(U)S.

По данным Глобального института CCS, по состоянию на сентябрь 2022 г. в мире на разных стадиях реализации находится 198 коммерческих проектов (**рис. 2**). Согласно информации,

представленной в отчете The Global Status of CCS 2021 [7], в 2021 г. насчитывалось 135 коммерческих проектов (темп роста 47 %). Почти вдвое увеличилось количество проектов на ранних этапах разработки, что указывает на активизацию развития этого направления. Число проектов в экс-

плуатации при этом выросло лишь на три единицы, что может быть обусловлено длительностью периода адаптации технологий и строительства мощностей. Стоит отметить, что по сравнению с 2019 г. количество проектов в 2022 г. увеличилось почти втрое.

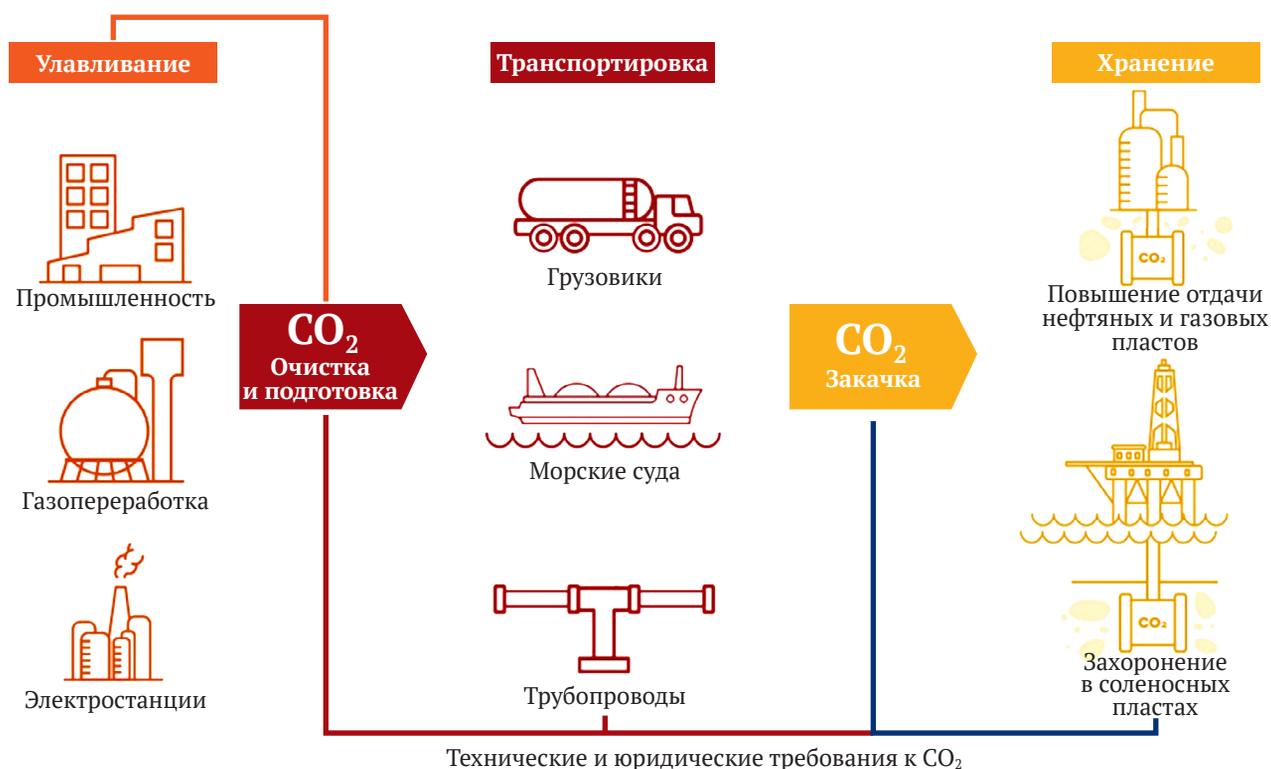


Рис. 1. Укрупненная схема технологического процесса секвестрации и использования CO₂ [23]

Fig. 1. Enlarged scheme of the technological process of sequestration and use of CO₂ [23]

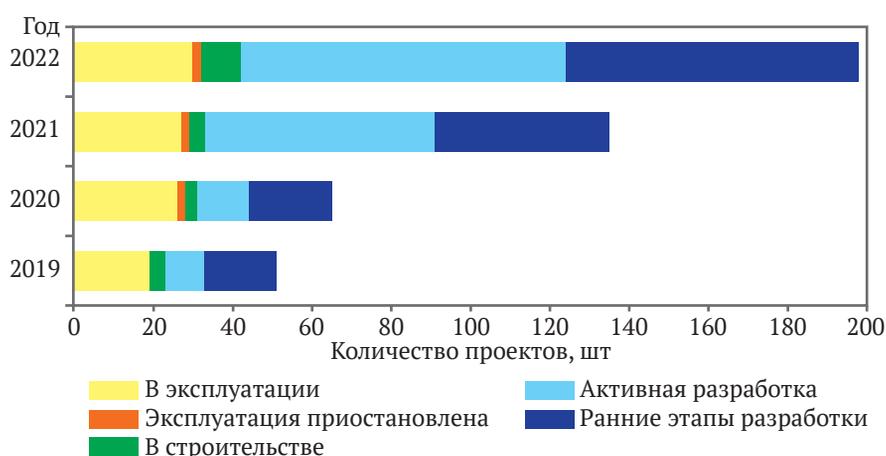


Рис. 2. Распределение мировых коммерческих проектов секвестрации и использования CO₂ по стадиям реализации в 2019–2022 гг.

Источник: составлено авторами на основании данных источника [7]

Fig. 2. Distribution of global commercial CO₂ sequestration and use projects by stage of implementation in 2019–2022

Source: compiled by the authors based on [7]

На сегодняшний день суммарная мощность коммерческих проектов на разных этапах составляет 149,3 Мт CO_2 в год. К 2050 г. для достижения целей Парижского соглашения по климату суммарная мощность проектов CC(U)S должна составлять не менее 5,6 Гт CO_2 в год, что подразумевает строительство от 70 до 100 объектов улавливания углекислого газа ежегодно [7].

База данных Глобального института CCS ранжирует проекты не только по стадиям реализации. Так, с помощью данного инструмента можно систематизировать проекты по регионам и странам. Было определено, что США лидируют по числу реализуемых коммерческих и пилотных проектов (152), другими ведущими странами являются Великобритания (34), Китай (21), Канада (20) и Австралия (15) [7]. Такое распределение объясняется тем, что именно в этих странах активно разрабатываются и реализуются меры государственной поддержки CC(U)S.

Также в базе данных можно ранжировать проекты по категории – коммерческие и пилотные (демонстрационные). В октябре 2022 г. в базе впервые появился новый подвид проектов – CCS Hubs. Объединение производственных мощностей в кластеры и хабы приводит к экономии затрат за счет эффекта масштаба [24]. Можно предположить, что курс развития мировых мощностей секвестрации и использования CO_2 в ближайшем будущем будет направлен именно на создание кластеров, а затем их объединение в хабы CC(U)S.

2. Классификация проектов CC(U)S.

Решения CC(U)S могут быть реализованы посредством различных комбинаций звеньев технологической цепи, при этом важной составляющей является то, где улавливается и на какие цели направляется уловленный CO_2 . Это определяет специфику реализации технологической цепи, необходимую инфраструктуру на всех стадиях, комплекс необходимых технологий и т.д. Стадии технологической цепи (улавливание, транспортировка, захоронение) также могут быть реализованы разными способами и с использованием отличных друг от друга технологий.

Очевидно, что проекты также будут различаться по целям реализации, объемам мощностей, стоимости адаптации технологий (прежде всего, улавливания) в каждом конкретном случае и другим факторам.

На **рис. 3** представлен разработанный авторами вариант классификации проектов секвестрации и использования CO_2 , который представляет собой набор классификационных признаков, разделенных на три группы – базовые, технологические и организационно-экономические,

а также разные виды проектов в рамках этих признаков. При разработке классификации авторы ориентировались на открытые источники данных, имеющиеся в научной литературе, работы по классификации проектов, материалы аналитических агентств по инициативам CC(U)S, накопленный мировой опыт реализации проектов, результаты анализа, проведенного в предыдущих исследованиях. В **табл. 1** представлена характеристика классификационных признаков.

Реализация разных комбинаций звеньев технологической цепи, улавливание техногенного CO_2 или из атмосферы позволяют выделить такие классификационные признаки, как тип проекта, источник выбросов, объемы мощностей. Последние могут быть определены по объемам улавливания газа на объекте и разделены на крупнейшие глобальные, крупные, средние и мелкие с ориентацией на подходы Глобального института CCS и Института энергетического перехода Керни. Так, определено, что проекты, мощность которых составляет более 5 Мт улавливаемого CO_2 в год, можно отнести к категории крупнейших глобальных, от 1 до 5 Мт – крупных, от 0,2 до 1 Мт – средних, менее 0,2 Мт – мелких проектов.

Группа технологических признаков отражает конкретные решения и технологии, применяемые на этапах улавливания, транспортировки и захоронения. Этап улавливания является самым дорогим и технологически сложным звеном. По оценкам экспертов, на него приходится до 75 % всех затрат [9], а сами технологии улавливания – самый сложный для исследования и реализации технологический процесс. Укрупненно можно выделить три группы технологий улавливания: 1) до сжигания топлива; 2) после сжигания и 3) кислородно-топливное сжигание. Уровень затрат на улавливание будет обратно пропорционален концентрации CO_2 в потоке отходящих газов – чем выше содержание CO_2 , тем ниже затраты [23]. Данный факт лежит в основе разделения отраслей-адаптеров CC(U)S на «дорогие» (с затратами на улавливание до 200–250 долл. США за 1 т углекислого газа) и «дешевые» (с затратами на улавливание порядка 15–50 долл. США за 1 т углекислого газа) [14].

Транспортировка и хранение углекислого газа (в отличие от улавливания) являются зрелыми производственными процессами, апробированными и широко используемыми на протяжении многих лет в нефтегазовой отрасли, что позволяет сделать вывод об отсутствии на этих этапах технологических проблем. Большая часть уловленного CO_2 при реализации инициатив CC(U)S транспортируется трубопроводами.

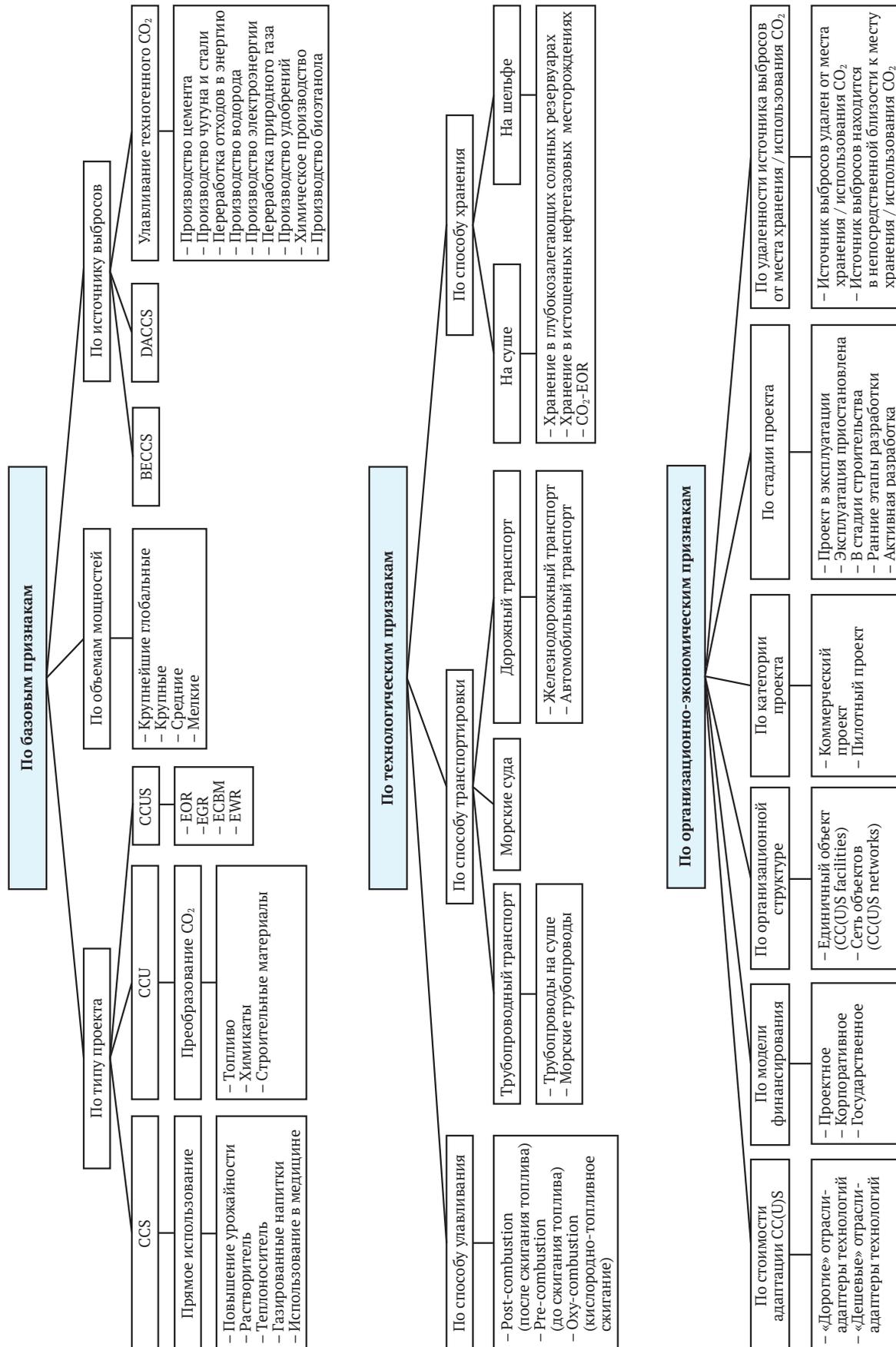


Рис. 3. Классификация проектов секвестрации и использования CO₂

Fig. 3. Classification of CO₂ sequestration and use projects

Таблица 1 / Table 1

Характеристика классификационных признаков проектов секвестрации и использования CO₂
 Characteristics of classification features of CO₂ sequestration and use projects

Признак	Виды проектов	Примечание	Источник данных
<i>Базовые признаки</i>			
По типу проекта	CCS (улавливание и хранение CO ₂)	CO ₂ улавливается и транспортируется для хранения под землей	[9; 22; 25]
	CCU (улавливание и использование CO ₂): – прямое использование CO ₂ (повышение урожайности, растворитель, теплоноситель, газированные напитки, использование в медицине); – преобразование CO ₂ (топливо, химикаты, строительные материалы)	CO ₂ улавливается и используется в исходном виде или с преобразованием для производства новых продуктов	
	CCUS (улавливание, хранение и использование CO ₂): – EOR (enhanced oil recovery – повышение нефтеотдачи пластов); – EGR (enhanced gas recovery – повышение газоотдачи пластов); – ECBM (enhanced coalbed methane recovery – повышение отдачи метана угольных пластов); – EWR (enhanced water recovery – повышение водоотдачи пластов)	EOR является самым распространенным вариантом использования CO ₂ ; EGR, ECBM, EWR находятся в стадии изучения и тестирования	
По объемам мощностей	Крупнейшие глобальные проекты (улавливание более 5 Мт CO ₂ в год)	Разделение основано на подходах Глобального института CCS (3 границы по объемам мощностей – более 1 Мт; 0,2–1 Мт; менее 0,2 Мт) и Института энергетического перехода Керни (выделяется мощность более 5 Мт). Примеры крупнейших глобальных проектов: North Dakota Carbonsafe в США, Zero Carbon Humber в Великобритании	[7; 9]
	Крупные проекты (улавливание 1–5 Мт CO ₂ в год)		
	Средние проекты (улавливание 0,2–1 Мт CO ₂ в год)		
	Мелкие проекты (улавливание менее 0,2 Мт CO ₂ в год)		
По источнику выбросов	DACCS (Direct Air Capture with Carbon Capture and Storage – прямое улавливание CO ₂ из атмосферы)	Существует только один коммерческий проект DACCS в стадии эксплуатации (Orca в Исландии)	[7; 14]
	BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage – улавливание CO ₂ , произведенного в процессе получения энергии из биомассы)	Известно о нескольких коммерческих проектах BECCS на стадиях активной и ранней разработки в США и Швеции	[9; 26]
	Улавливание техногенного CO ₂ по секторам: – производство цемента; чугуна и стали; – переработка отходов в энергию; – производство водорода; электроэнергии; – переработка природного газа; – производство удобрений; – химическое производство; – производство биоэтанола	Под сектором подразумевается та отрасль промышленности, в которой задействованы проектные производственные мощности, начиная от источника выброса, заканчивая закачкой и хранением	[2; 7; 9; 14]
<i>Технологические признаки</i>			
По способу улавливания CO ₂	Post-combustion (улавливание CO ₂ после сжигания топлива)	Улавливание в конечной фазе высвобождения газов сгорания; наиболее зрелая и экономически эффективная технология; активно применяется на объектах теплоэнергетики	[2; 9; 14; 18; 19; 27–29]
	Pre-combustion (улавливание CO ₂ до сжигания топлива)	Основано на процессе газификации, через который проходит топливо, и предназначено для получения синтез-газа; требует более высоких капитальных затрат; применяется на энергетических и промышленных объектах	

Признак	Виды проектов	Примечание	Источник данных
	Оxy-fuel combustion (кислородно-топливное сжигание)	Сжигание топлива в обогащенной кислородом среде; обеспечивает поток дымовых газов с высокой концентрацией CO ₂ ; менее зрелая технология; применяется на новых проектах	
По способу транспортировки CO ₂	Трубопроводный транспорт: – наземные трубопроводы; – трубопроводы на шельфе	Самый распространенный способ транспортировки CO ₂	[7; 9]
	Морские суда	Транспортировка CO ₂ в сжиженном состоянии (по аналогии с СПГ)	
	Дорожный транспорт: – автомобильный транспорт; – железнодорожный транспорт	Наименее распространенный способ транспортировки CO ₂	
	Смешанный тип	Комбинация способов	
По способу хранения CO ₂	Хранение в глубокозалегающих соляных резервуарах	Способы хранения могут быть реализованы на суше и шельфе	[2; 7; 9; 14; 29]
	Хранение в истощенных нефтегазовых месторождениях		
	Закачка CO ₂ в разрабатываемые нефтяные пласты в целях увеличения нефтеотдачи (CO ₂ -EOR)		
<i>Организационно-экономические признаки</i>			
По стоимости адаптации CC(U)S	Проекты, реализуемые в «дешевых» отраслях-адаптерах технологий	«Дешевые» отрасли: переработка природного газа, производство удобрений и др.	[7; 9; 23]
	Проекты, реализуемые в «дорогих» отраслях-адаптерах технологий	«Дорогие» отрасли: производство электроэнергии, производство чугуна и стали, производство цемента и др.	
По модели финансирования	Проектное	Затраты на реализацию CC(U)S высоки, поэтому инициативы обычно реализуются на базе/при участии крупных компаний; практически всегда сопровождаются мерами государственной поддержки	[7]
	Корпоративное		
	Государственное		
	Смешанное		
По организационной структуре	CC(U)S facility (единичный объект)	Самая распространенная структура	[7]
	CC(U)S network (сеть объектов)	Улавливание CO ₂ из нескольких источников, совместное использование инфраструктуры (как следствие – экономия затрат за счет эффекта масштаба)	
По категории проекта	Пилотный	Предназначены для тестовых и демонстрационных целей	[7]
	Коммерческий	Предназначены для коммерческой деятельности	
По стадии проекта	Проект в эксплуатации	Определяется как для коммерческих, так и для пилотных проектов	[7; 9; 14]
	Эксплуатация приостановлена		
	Проект в строительстве		
	Ранние этапы разработки		
	Активная разработка		
По удаленности источника выброса от места хранения / использования CO ₂	Источник выброса удален от места хранения / использования CO ₂	Характерно для CC(U)S networks (несколько источников выбросов, мест хранения)	[7]
	Источник выброса находится в непосредственной близости к месту хранения / использования CO ₂	Характерно для единичных объектов	

Решения по закачке, хранению и мониторингу углекислого газа в хранилищах достаточно давно и хорошо известны. При сравнении известных способов захоронения на основе мирового опыта и теоретического исследования [29] можно сделать следующие базовые выводы:

- захоронение газа на суше (onshore) дешевле, чем в море (offshore);
- захоронение газа в уже изученных пластах дешевле, чем в малоизученных;
- захоронение газа в истощенных нефтяных и газовых месторождениях дешевле, чем в соленосных формациях;
- захоронение в резервуарах, где уже есть существующая инфраструктура, дешевле, чем при полном ее отсутствии;
- захоронение в крупных хранилищах с более высокой скоростью закачки газа дешевле, чем в мелких.

Группа организационно-экономических признаков характеризует структуру, этапность и стоимость проектов секвестрации и использования CO₂. Она объединяет такие характеристики, как стоимость адаптации технологий, модель финансирования, организационная структура, категория и стадия проекта, а также удаленность источника выбросов от места хранения / использования CO₂. Несмотря на то, что основная часть затрат приходится на этап улавливания, последний признак также влияет на стоимость реализации проектов. Стоит отметить, что стоимость проектов является одним из главных факторов для принятия решений об их реализации. Будучи капиталоемкими, проекты CC(U)S обычно реализуются на базе / при участии крупных корпораций, однако также нуждаются в мерах государственной поддержки, что зачастую обуславливает применение смешанной модели финансирования [7].

Следует отметить, что авторами была предпринята попытка учесть максимальное количество классификационных признаков, определить их в группы, внести пояснения по видам проектов. Вместе с тем авторы допускают неполноту и дискуссионный характер классификации по ряду критериев (например, по модели финансирования, удаленности источника выбросов от мест хранения / использования газа и др.) в силу ограниченного доступа к информации по исследуемому вопросу и незначительному накопленному опыту по реализации таких инициатив.

3. Профиль проектов секвестрации и использования CO₂; апробация классификации.

Для апробации полученных результатов авторами был проведен анализ трех действующих

проектов CC(U)S; по анализируемым проектам представлен классификационный профиль проектов, включающий набор предложенных признаков классификации (табл. 2). Анализируемыми проектами выступили проект Acorn (Великобритания), относящийся к крупнейшим глобальным проектам и реализуемый в отрасли по производству водорода и химической отрасли [30], крупнейший глобальный проект North Dakota Carbonsafe (США), функционирующий в отрасли производства чугуна и стали [31], а также китайский проект Sinopec Zhongyuan, реализуемый в химической отрасли [32].

Стоит отметить, что в некоторых случаях отнесение проектов к определенным видам осложняется ввиду работы с открытыми источниками данных и ограниченности доступа к информации.

Выявлено, что два из трех анализируемых проекта относятся к типу CCS и группе крупнейших глобальных проектов. Во всех рассматриваемых проектах углекислый газ улавливается из техногенных источников, а на мощностях Acorn также используются технологии DACCS. На этапе улавливания применяются различные способы, на этапе транспортировки в двух из трех проектах используется трубопроводный транспорт. В рамках проекта North Dakota Carbonsafe реализуются различные способы хранения CO₂ и только в технологической цепочке проекта Sinopec Zhongyuan применяются технологии CO₂-EOR. В двух из трех проектов используется смешанная модель финансирования, а по организационной форме – CC(U)S networks. Рассматриваемые проекты находятся на различных стадиях реализации и относятся к разным категориям. В силу ограниченности информации анализируемые проекты не удалось отнести к определенным видам по признаку удаленности мощностей.

Заключение

Комплекс технологий секвестрации и использования углекислого газа (CC(U)S) можно назвать одним из доступных и необходимых для снижения углеродного «следа», прежде всего в промышленном и энергетическом секторах, и достижения целей декарбонизации к 2050 г. Существенным преимуществом технологий по сравнению с другими опциями декарбонизации является то, что они позволяют снижать выбросы углекислого газа без существенного изменения существующих энергетических и промышленных процессов. Данная мера может рассматриваться как комплементарная при движении к углеродной нейтральности.

Таблица 2 / Table 2

Классификационный профиль проектов секвестрации и использования CO₂Classification profile of CO₂ sequestration and use projects

Признак	Виды проектов	Проект 1 Ascorn (Велико- британия)	Проект 2 North Dakota Carbonsafe (США)	Проект 3 Sinopec Zhongyuan (Китай)
По типу проекта	CCS	✓	✓	
	CCU			
	CCUS			✓
По объемам мощностей	Крупнейшие глобальные проекты	✓	✓	
	Крупные проекты			
	Средние проекты			
	Мелкие проекты			✓
По источнику выбросов	DACCS	✓		
	BECCS			
	Улавливание техногенного CO ₂	✓	✓	✓
По способу улавливания CO ₂	Улавливание CO ₂ после сжигания топлива		Нет свед.	✓
	Улавливание CO ₂ до сжигания топлива			
	Кислородно-топливное сжигание	✓		
По способу транспортировки CO ₂	Трубопроводный транспорт	✓	✓	
	Морские суда			✓
	Дорожный транспорт			
	Смешанный тип			
По способу хранения CO ₂	Хранение в глубоководных соляных резервуарах	✓	✓	
	Хранение в истощенных нефтегазовых месторождениях		✓	
	Закачка CO ₂ в разрабатываемые нефтяные пласты с целью увеличения нефтеотдачи (CO ₂ -EOR)			✓
По стоимости адаптации CC(U)S	Проекты, реализуемые в «дешевых» отраслях-адаптерах технологий	✓		✓
	Проекты, реализуемые в «дорогих» отраслях-адаптерах технологий	✓	✓	
По модели финансирования	Проектное			Нет свед.
	Корпоративное			
	Государственное			
	Смешанное	✓	✓	
По организационной структуре	CC(U)S facility			✓
	CC(U)S network	✓	✓	
По категории проекта	Пилотный		Нет свед.	✓
	Коммерческий	✓		
По стадии проекта	Проект в эксплуатации		Нет свед.	
	Эксплуатация приостановлена			
	Проект в строительстве			
	Ранние этапы разработки	✓		
По удаленности источника выброса от места хранения / использования CO ₂	Источник выброса удален от места хранения / использования CO ₂	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
	Источник выброса находится в непосредственной близости к месту хранения / использования CO ₂			

Анализ мирового опыта применения технологий указывает на их активное развитие: ежегодно увеличивается количество коммерческих проектов, растут суммарные производственные мощности. Однако для того, чтобы данные технологии заняли свои уверенные позиции при движении к углеродной нейтральности, необходимо их существенное масштабирование (с существующих сегодня мощностей 149 Мт до 5,6 Гт улавливаемого CO₂ в год). В этой связи важным является поддержка таких инициатив на разных уровнях, развитие технологий улавливания, создание типовых установок улавливания, реализация проектов в рамках кластеров и хабов, что, в конечном счете, будет влиять на улучшение их экономических показателей. На сегодняшний день именно экономические причины являются основными препятствиями на пути активного масштабирования технологий.

С учетом того, что CC(U)S представляет собой комплекс технологий, которые могут реализовываться в различных вариантах (разные мощности, отрасли, цели, организационно-экономические и технологические параметры), в научной и аналитической литературе встречаются подходы к классификации этих инициатив. Предложен-

ная в данной работе классификация отличается комплексностью. Авторы предприняли попытку учесть максимальное количество признаков и определить их в три группы: базовые, технологические и организационно-экономические. Разработанная классификация представляет собой методическую основу, которая позволяет систематизировать проекты CC(U)S, определить особенности и характеристики отдельных проектов, сравнить их по конкретным признакам. С помощью разработанной классификации становится возможным в полном объеме структурировать реальную информацию и статистику по существующим проектам CC(U)S для принятия управленческих решений по ним на различных уровнях.

Разработанная классификация, по мнению авторов, в дальнейшем может служить основой для планирования деятельности в области секвестрации и использования CO₂ и принятия решений о финансировании конкретных инициатив CC(U)S. Дальнейшие исследования авторов будут направлены на доработку классификационных профилей проектов и совершенствование подходов к принятию решений по их финансированию в условиях России с использованием разработанной классификации.

Список литературы

1. Доброхотова М.В., Матушанский А.В. Применение концепции наилучших доступных технологий в целях технологической трансформации промышленности в условиях энергетического перехода. *Экономика устойчивого развития*. 2022;(2(50)):63–68.
2. *IPCC special report on carbon dioxide capture and storage*. Metz B., Davidson O., de Coninck H., Loos M., Meyer L., eds. 2005. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf (дата обращения: 05.09.2022).
3. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. 1992. URL: <https://goo.su/hdO5kz> (дата обращения: 19.06.2022).
4. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. 1998. URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf> (дата обращения: 19.06.2022).
5. Парижское соглашение. Организация Объединенных Наций. 2015. URL: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf (дата обращения: 19.06.2022).
6. *IEA. Net zero by 2050. A roadmap for the global energy sector*. Paris. May, 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (дата обращения: 11.09.2022).
7. *Global CCS Institute. Global status of CCS 2021*. URL: [https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/10/2021-Global-Status-of-CCS-](https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/10/2021-Global-Status-of-CCS-Report_Global_CCS_Institute.pdf)
8. *IEA. About CCUS. Technology report*. Paris. April, 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/about-ccus> (дата обращения: 06.07.2022).
9. *Carbon capture utilization and storage. Towards net-zero*. The Kearney Energy Transition Institute. 2021 URL: <https://www.kearney.com/documents/17779499/17781864/CCUS-2021+FactBook.pdf> (дата обращения: 15.07.2022).
10. *Facilities Database*. Global CCS Institute. URL: <https://co2re.co/FacilityData> (дата обращения: 29.06.2022).
11. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-П). URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения: 10.10.2022).
12. Сидорова К.И. Разработка технико-экономической модели улавливания CO₂ для энергетического сектора. *Экология и промышленность России*. 2014;(12):20–25. URL: https://www.ecology-kalvis.ru/jour/article/view/557?locale=ru_RU (дата обращения: 10.10.2022).
13. ПАО НК «Роснефть». Пресс-релизы. URL: <https://www.rosneft.ru/press/releases/item/204425/> (дата обращения: 18.10.2022).

14. IEA. *Levelised cost of CO₂ capture by sector and initial CO₂ concentration*, 2019. In: *CCUS in clean energy transitions*. 26 October 2022. Paris. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/levelised-cost-of-co2-capture-by-sector-and-initial-co2-concentration-2019> (дата обращения: 27.11.2022).

15. Vygon Consulting. *CCUS: монетизация выбросов CO₂*. URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/967/jzgy572b7ome167wi4dbao9fnsqsfj13/vygon_consulting_CCUS.pdf (дата обращения: 17.09.2022).

16. Hafez A., Fateen S.-E.K. CO₂ transport and storage technologies. In: *Carbon dioxide capture: processes, technology and environmental implications*. Nova Publ.; 2016. P. 257–276. URL: https://www.researchgate.net/publication/304251602_CO2_Transport_and_Storage_Technologies (дата обращения: 14.05.2022).

17. Gür T. M. Carbon dioxide emissions, capture, storage and utilization: Review of materials, processes and technologies. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2022;89(117074):100965. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2021.100965>

18. Mohammad M., Isaifan R., Weldu Y.W., Rahman M.A., Al-Ghamdier S.G. Progress on carbon dioxide capture, storage and utilization. *International Journal of Global Warming*. 2020;20(2):124–144. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2020.105386>

19. Vaz S., Rodrigues de Souza A.P., Lobo Baeta B.E. Technologies for carbon dioxide capture: A review applied to energy sectors. *Cleaner Engineering and Technology*. 2022;8:100456–100459. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100456>

20. Ilinova A., Romasheva N., Cherepovitsyn A. CC(U)S initiatives: public effects and “Combined Value” Performance. *Resources*. 2021;10(6):61–81. <https://doi.org/10.3390/resources10060061>

21. Karayannis V., Charalampides G., Lakioti E. Socio-economic aspects of CCS technologies. *Procedia Economics and Finance*. 2014;14:295–302. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00716-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00716-3)

22. Tsvetkov P., Cherepovitsyn A., Fedoseev S. The changing role of CO₂ in the transition to a circular economy: Review of carbon sequestration projects. *Sustainability*. 2019;11(20):5834–5853. <https://doi.org/10.3390/su11205834>

23. Kearns D., Liu H., Consoli C. *Technology readiness and costs of CCS*. March 2021. URL:

<https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/04/CCS-Tech-and-Costs.pdf> (дата обращения: 20.09.2022).

24. *Global CCS Institute: Special report. Understanding industrial CCS hubs and clusters*. 2016. URL: <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/08/Understanding-Industrial-CCS-hubs-and-clusters.pdf> (дата обращения: 08.10.2022).

25. Shi Y., Jia Y., Pan W., Huang L., Yan J., Zheng R. Potential evaluation on CO₂-EGR in tight and low-permeability reservoirs. *Natural Gas Industry B*. 2017;4(4):311–318. <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2017.08.013>

26. *Global CCS Institute. Bioenergy and carbon capture and storage. 2019 Perspective*. URL: https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/03/BECCS-Perspective_FINAL_18-March.pdf (дата обращения: 24.06.2022).

27. Koysoumpa E.I., Bergins C., Kakaras E. The CO₂ economy: Review of CO₂ capture and reuse technologies. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2018;132:3–16. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.07.029>

28. Zhi-wu Liang Zh., Rongwong W., Liu H., Fu K., Gao H., Cao F., Zhang R., Sema T., Henni A., Sumon K.Z., Nath D., don Gelowitz, Srisang W., Saiwan Ch., Benamor A., Al-Marri M.J., Shi H., Supap T., Chan Ch., Zhou Q., Abu Zahra M., Wilson M., Olson W., Idem R., Tontiwachwuthikul P. Recent progress and new developments in post-combustion carbon-capture technology with amine based solvents. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 2015;40:26–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2015.06.017>

29. *ZEP: The costs of CO₂ capture, transport and storage. Post-demonstration CCS in the EU*. URL: <https://zeroemissionsplatform.eu/wp-content/uploads/Overall-CO2-Costs-Report.pdf> (дата обращения: 11.10.2022).

30. *The Acorn project*. URL: <https://theacornproject.uk/about/> (дата обращения: 07.07.2022).

31. Peck W.D., Ayash S.C., Klapperich R., Gorecki Ch.D. The North Dakota integrated carbon storage complex feasibility study. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 2019;84:47–53. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2019.03.001>

32. Zhang T., Lin Q., Xue Zh., Munson R., Magnesschi G. Sinopec Zhongyuan oil field company refinery CCS-EOR project. *Energy Procedia*. 2017;114:5869–5873. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1724>

References

1. Dobrokhotova M.V., Matushanskii A.V. Applying the best available techniques concept for the technological transformation of industry under the energy transition conditions. *Economics of Sustainable Development*. 2022;(2(50)):63–68. (In Russ.)

2. Metz B., Davidson O., de Coninck H., Loos M., Meyer L., eds. *IPCC special report on carbon dioxide capture and storage*. 2005. URL: <https://www.ipcc.ch/>

[site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf](https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf) (accessed on 05.09.2022).

3. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. 1992. (In Russ.). URL: <https://goo.su/hdO5kz> (accessed on 19.06.2022).

4. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. 1998. (In Russ.). URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf> (accessed on 19.06.2022).

5. *The Paris Agreement. The United Nations*. 2015. (In Russ.). URL: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf (accessed on 19.06.2022).
6. *IEA. Net zero by 2050. A roadmap for the global energy sector*. Paris. May, 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (accessed on 11.09.2022).
7. *Global CCS Institute. Global status of CCS 2021*. URL: https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/10/2021-Global-Status-of-CCS-Report_Global_CCS_Institute.pdf (accessed on 24.06.2022).
8. *IEA. About CCUS. Technology report*. Paris. April, 2021. URL: <https://www.iea.org/reports/about-ccus> (accessed on 06.07.2022).
9. *Carbon capture utilization and storage. Towards net-zero*. The Kearney Energy Transition Institute. 2021 URL: <https://www.kearney.com/documents/17779499/17781864/CCUS-2021+FactBook.pdf> (accessed on 15.07.2022).
10. *Facilities Database. Global CCS Institute*. URL: <https://co2re.co/FacilityData> (accessed on 29.06.2022).
11. *Strategy for the socio-economic development of the Russian Federation with a low level of greenhouse gas emissions until 2050* (approved by the order of the Government of the Russian Federation of October 29, 2021 No. 3052-R). (In Russ.). URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (accessed on 10.10.2022).
12. Sidorova K.I. The development of technical and economic model of CO₂ capture for power-generating sector. *Ecology and Industry of Russia*. 2014;(12):20–25. (In Russ.). URL: https://www.ecology-kalvis.ru/jour/article/view/557?locale=ru_RU (accessed on 10.10.2022).
13. *Rosneft. Press Releases*. (In Russ.). URL: <https://www.rosneft.ru/press/releases/item/204425/> (accessed on 18.10.2022).
14. *IEA. Levelised cost of CO₂ capture by sector and initial CO₂ concentration, 2019. CCUS in clean energy transitions. Is carbon capture too expensive?* October 26, 2022. Paris. (In Russ.). URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/levelised-cost-of-co2-capture-by-sector-and-initial-co2-concentration-2019> (accessed on 27.11.2022).
15. *Vygon Consulting CCUS: Monetization of CO₂ emissions*. (In Russ.). URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/967/jzgy572b7ome167wi4dbao9fnsqsfj13/vygon_consulting_CCUS.pdf (accessed on 17.09.2022).
16. Hafez A., Fateen S.-E.K. CO₂ transport and storage technologies. In: *Carbon dioxide capture: processes, technology and environmental implications*. Nova Publ.; 2016. P. 257–276. URL: https://www.researchgate.net/publication/304251602_CO2_Transport_and_Storage_Technologies (accessed on 14.05.2022).
17. Gür T.M. Carbon dioxide emissions, capture, storage and utilization: Review of materials, processes and technologies. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2022;89(117074):100965. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2021.100965>
18. Mohammad M., Isaifan R., Weldu Y.W., Rahman M.A., Al-Ghamdiet S.G. Progress on carbon dioxide capture, storage and utilization. *International Journal of Global Warming*. 2020;20(2):124–144. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2020.105386>
19. Vaz S., Rodrigues de Souza A.P., Lobo Baeta B.E. Technologies for carbon dioxide capture: A review applied to energy sectors. *Cleaner Engineering and Technology*. 2022;8:100456–100459. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100456>
20. Ilinova A., Romasheva N., Cherepovitsyn A. CC(U)S initiatives: public effects and “Combined Value” Performance. *Resources*. 2021;10(6):61–81. <https://doi.org/10.3390/resources10060061>
21. Karayannis V., Charalampides G., Lakioti E. Socio-economic aspects of CCS technologies. *Procedia Economics and Finance*. 2014;14:295–302. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00716-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00716-3)
22. Tcvetkov P., Cherepovitsyn A., Fedoseev S. The changing role of CO₂ in the transition to a circular economy: Review of carbon sequestration projects. *Sustainability*. 2019;11(20):5834–5853. <https://doi.org/10.3390/su11205834>
23. Kearns D., Liu H., Consoli C. *Technology readiness and costs of CCS*. March 2021. URL: <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/04/CCS-Tech-and-Costs.pdf> (accessed on 20.09.2022).
24. *Global CCS Institute. Special report. Understanding industrial CCS hubs and clusters*. 2016. URL: <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/08/Understanding-Industrial-CCS-hubs-and-clusters.pdf> (accessed on 08.10.2022).
25. Shi Y., Jia Y., Pan W., Huang L., Yan J., Zheng R. Potential evaluation on CO₂-EGR in tight and low-permeability reservoirs. *Natural Gas Industry B*. 2017;4(4):311–318. <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2017.08.013>
26. *Global CCS Institute. Bioenergy and carbon capture and storage. 2019 Perspective*. URL: https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/03/BECCS-Perspective_FINAL_18-March.pdf (accessed on 24.06.2022).
27. Koysoumpa E.I., Bergins C., Kakaras E. The CO₂ economy: Review of CO₂ capture and reuse technologies. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2018;132:3–16. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.07.029>
28. Zhi-wu Liang Zh., Rongwong W., Liu H., Fu K., Gao H., Cao F., Zhang R., Sema T., Henni A., Sumon K.Z., Nath D., don Gelowitz, Srisang W., Saiwan Ch., Benamor A., Al-Marri M.J., Shi H., Supap T., Chan Ch., Zhou Q., Abu Zahra M., Wilson M., Olson W., Idem R., Tontiwachwuthikul P. Recent progress and new developments in post-combustion carbon-capture technology with amine based solvents. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 2015;40:26–54. <https://doi.org/10.1016/J.IJGGC.2015.06.017>

29. ZEP: *The costs of CO₂ capture, transport and storage. Post-demonstration CCS in the EU*. URL: <https://zeroemissionsplatform.eu/wp-content/uploads/Overall-CO2-Costs-Report.pdf> (accessed on 11.10.2022).

30. *The Acorn project*. URL: <https://theacornproject.uk/about/> (accessed on 07.07.2022).

31. Peck W.D., Ayash S.C., Klapperich R., Gorecki Ch.D. The North Dakota integrated carbon

storage complex feasibility study. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 2019;84:47–53. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2019.03.001>

32. Zhang T., Lin Q., Xue Zh., Munson R., Magneschi G. Sinopec Zhongyuan oil field company refinery CCS-EOR project. *Energy Procedia*. 2017;114:5869–5873. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1724>

Информация об авторах

Череповицына Алина Александровна – канд. экон. наук, доцент, заведующий Лабораторией управления устойчивым развитием промышленных и природных систем, старший научный сотрудник, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра РАН, 184209, Мурманская обл., Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а, Российская Федерация; главный научный сотрудник отдела промышленной экологии, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», 141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-0518>; e-mail: iljinovaAA@mail.ru

Дорожкина Ирина Петровна – стажер-исследователь, Лаборатория управления устойчивым развитием промышленных и природных систем, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра РАН, 184209, Мурманская обл., Апатиты, ул. Ферсмана, д. 24а, Российская Федерация; e-mail: irinadorozhkina.99@gmail.com

Костылева Вера Михайловна – начальник отдела химической и нефтехимической промышленности, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», 141006, Московская обл., Мытищи, Олимпийский просп., д. 42, Российская Федерация; e-mail: v.kostyleva@eipc.center

Information about the authors

Alina A. Cherepovitsyna – PhD (Econ.), Associate Professor, Head of the Laboratory for Management of the Sustainable Development of Industrial and Natural Systems, Senior researcher, Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», 24a Fersmana Str, Apatity, Murmansk region, 184209, Russian Federation; Chief Researcher of the Industrial Ecology Department, Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”, 42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-0518>; e-mail: iljinovaAA@mail.ru

Irina P. Dorozhkina – Trainee Researcher, Laboratory for Management of the Sustainable Development of Industrial and Natural Systems, senior researcher, Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», 24a Fersmana Str, Apatity, Murmansk region, 184209, Russian Federation; e-mail: irinadorozhkina.99@gmail.com

Vera N. Kostyleva – Head of the Department of Chemical and Oil and Chemical Industry, Industrial Ecology Department, Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy”, 42, Olympiyskiy Ave., Mytishchi, Moscow region, 141006, Russian Federation; e-mail: v.kostyleva@eipc.center

Поступила в редакцию 28.10.2022; поступила после доработки 12.12.2022; принята к публикации 16.12.2022
Received 28.10.2022; Revised 12.12.2022; Accepted 16.12.2022

К вопросу о парадигме менеджмента

В.К. Назимко¹ ✉, Е.В. Кудинова²

¹ Московский международный университет,
125040, Москва, Ленинградский просп., д. 17, Российская Федерация

² Контрольно-счетная палата Москвы,
121099, Москва, ул. Новый Арбат, д. 36, Российская Федерация

✉ nazimkovk@mail.ru

Аннотация. Актуальная парадигма конкретного знания, его квинтэссенция необходима специалистам и исследователям. В процессе промышленного развития мировой экономики в первой половине XX в. и становления менеджмента появилась потребность в формулировании и его парадигмы. К этому вопросу в неявной форме обращаются все исследователи менеджмента. Но только незначительная их часть уделяет парадигме менеджмента должное внимание. Отсутствие формализованной структуризации менеджмента как знания убеждает в том, что парадигма менеджмента еще находится на стадии формулирования. Данная причина и предопределила написание данной статьи. В статье обоснована актуальность формулирования парадигмы менеджмента, определены на главную причина наличия разнообразия в подходах к данному вопросу, перечислены объективные и специфические факторы, которые влияют на парадигму менеджмента и ее эволюцию. Центральное внимание в исследовании уделяется структуризации на системной основе базовых разделов менеджмента как знания для последующей унификации его как научной дисциплины. На этой основе проанализирована полнота парадигмы менеджмента, которая в начале XXI в. была подробно изложена известным зарубежным специалистом Питером Друкером. Обоснована целесообразность развития парадигмы менеджмента и ее адаптации к особенностям отдельных стран с учетом значительной специфики национальных экономик и практик управления. Дана характеристика основных представлений о менеджменте, которые характерны для России на современном этапе. Изложенная позиция авторов на формулирование и трактовку парадигмы менеджмента как научного знания может стать основой для выработки национальной парадигмы менеджмента, а также подготовки рубрикатора учебников по менеджменту. Необходимость и важность такой работы можно объяснить еще и тем, что в отношении понятия менеджмента как знания у Питера Друкера и Генри Минцберга, известных ученых и авторов книг в этой области, сложились противоположные взгляды.

Ключевые слова: менеджмент как знание, парадигма менеджмента, системный подход, модель системного исследования, национальная парадигма менеджмента, архитектура парадигмы знания

Для цитирования: Назимко В.К., Кудинова Е.В. К вопросу о парадигме менеджмента. *Экономика промышленности*. 2022;15(4):488–498. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-488-498>

On the issue of the management paradigm

V.K. Nazimko¹ ✉, E.V. Kudinova²

¹ Moscow International University, 17 Leningradsky Ave., Moscow 125040, Russian Federation

² Chamber of Control and Accounts of Moscow, 36 Noviy Arbat Str., Moscow 121099, Russian Federation

✉ nazimkovk@mail.ru

Abstract. The current paradigm of specific knowledge, its quintessence are essential for experts and researchers. The industrial development of the world economy in the first half of the 20th century and the emergence of management caused the need for establishing its paradigm as well. All the researchers of management implicitly turn to this issue. However, few of them pay due attention to the management paradigm. Lack of formalized structuring of management as a knowledge

prove that the management paradigm is still being formulated. That is the reason for writing this article. The article presents the justification of the topicality of establishing the management paradigm. The authors define the main cause of variety of approaches to this issue, list objective and specific factors that influence the management paradigm and its evolution. The core attention of the study is paid to system-based structuring of the basic sections of management as a knowledge for its further unification as a scientific discipline. On this basis, the authors analyze the completeness of the management paradigm presented by a foreign expert Peter Drucker at the beginning of the 21st century. They justify the expediency of the management paradigm development and its adaptation to the specific features of different countries with the consideration of significant specificity of national economies and management practices. The article contains the characteristics of the basic concepts of management peculiar for the contemporary Russia. The presented authors' viewpoint on the formulation and interpretation of the management paradigm as a scientific knowledge may become a basis for developing the national management paradigm and preparing a rubricator of textbooks on management. The necessity and significance of the work can be justified by the fact that Peter Drucker and Henry Mintzberg, two well-known researchers and authors, have opposite views on the concept of management as a knowledge.

Keywords: management as a knowledge, management paradigm, system approach, system research pattern, national management paradigm, architecture of the knowledge paradigm

For citation: Nazimko V.K., Kudinova E.V. On the issue of the management paradigm. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(4):488–498. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-4-488-498>

论管理范式

V.K. Nazimko¹ ✉, E.V. Kudinova²

¹ 莫斯科国际大学, 125040, 俄罗斯联邦莫斯科市列宁格勒大道17号

² 莫斯科监察审计局, 121099, 俄罗斯联邦莫斯科市新阿尔巴特街36号

✉ nazimkovk@mail.ru

摘要：具体知识的实际范式，其精髓是专家和研究人员的必需。在XX世纪上半叶世界经济领域的工业发展及管理学的形成过程中，出现了制定管理范式的需要。所有的管理学研究人员都以不明显的方式回答了这个问题。但只有一小部分人对管理范式给予了应有的关注。缺乏管理知识的结构化使我们相信，管理范式仍处于形成阶段。这就是写这篇论文的原因。文章论证了制定管理范式的相关性，确定了对这一问题采取不同方法的主要原因，并列出了影响管理范式及其演变的客观和具体因素。研究的重点是在系统的基础上，将管理学的基本部分作为知识进行结构化，以便随后将其统一为一门科学学科。在此基础上，分析了管理范式的完整性，在二十一世纪初国外著名专家彼得·德鲁克对此进行了详细描述。考虑到国民经济和管理实践的特殊性，论述了发展管理范式并使其适应各个国家具体情况的必要性。给出了现阶段俄罗斯典型的主要管理学概念的特点。作者对作为科学知识的管理范式的制定和解释的既定立场可以成为制定国家管理范式和编写管理学教科书的标准的基础。彼得·德鲁克和亨利·明茨伯格是该领域著名学者和书籍的作者，他们对管理是一门学问的概念持有相反的看法，这也可以解释该工作的必要性和重要性。

关键词：管理是一门学问、管理范式、系统方法、系统研究模型、国家管理范式、知识范式架构

Введение

Совокупность основных представлений о конкретном знании в литературе определяется как парадигма. Парадигма любого знания раскрывает его сущность, не вдаваясь в детали. Многие люди ориентируются лишь в парадигме отдельных знаний, чему особенно содействует школьное образование. Специалисты владеют конкретным знанием в деталях. Владение парадигмами разных знаний делает человека энциклопедистом.

Смена парадигмы любого знания объективно происходит в результате появления новых об-

стоятельств, возникающих при изучении знания. Для точных инженерных знаний таким обстоятельством, как правило, является новое открытие. Для экономических знаний – это выявление новых потребностей человека или организаций. Столь же верным является и другое наблюдение: использование знания в организации зависит от субъективного его восприятия высшим руководством. Мировая история богата такими примерами. Особенно, когда открытия ученых воспринимались властью как вредные. Именно так в средние века воспринималось открытие Нико-

лаем Коперником гелиоцентрической системы, а также идея Джордано Бруно о бесконечности Вселенной. А в середине XX в. в СССР отвергались открытия Н.В. Тимофеева-Ресовского в области генетики и Н.И. Вавилова в области селекции растений. В подобных случаях, к сожалению, происходит подмена парадигмы знания ложными представлениями.

Относительно парадигмы менеджмента и менеджмента как научного знания среди исследователей нет единодушия. Часть из них считают, что она имеет место и важна [1–4]. Большая их часть парадигму менеджмента в своих работах не формулируют, хотя в неявной форме ее представляют в оглавлениях своих книг [5–8]. Некоторые исследователи категоричны в своем убеждении, что парадигма этого знания отсутствует, поскольку менеджмент не является научным знанием [9; 10]. В частности, Томас Кун такую позицию аргументирует тем, что понятие менеджмента не имеет единого формализованного описания и трактуется практиками различным образом [9]. В свою очередь, Генри Минцберг просто заключает, что *«...пришло время признать, что менеджмент – это не наука и не профессия; это практика, которой можно научиться только на личном опыте и которая зависит от контекста...»* [10, с. 23].

Причину критического восприятия менеджмента как знания со стороны некоторых специалистов можно понять. Для этого достаточно рассмотреть рубрикаторы многочисленных российских монографий и учебников, изучить содержание одноименных глав, а также используемую терминологию. При определении менеджмента как знания и последующем раскрытии его содержания можно наблюдать великое разнообразие мнений и предпочтений авторов [8; 11–13]. Такого разнообразия не найти в учебниках и пособиях по математике, физике, химии и другим точным наукам. Это связано с отсутствием единого определения менеджмента как знания и единого подхода по структуризации его составных частей. Не случайно можно наблюдать не только разнообразные, но и противоречивые базисные определения, особенно в части характеристики труда менеджера, его компетенций и обязательств [2, с. 174–184]. Подобная ситуация очень опасна. Она позволяет трактовать основные положения и определения менеджмента различным образом, что вредит его восприятию и авторитету как знания.

В определенной степени сложившееся разнообразие в определении менеджмента, описании его положений спровоцировано многочисленными исследованиями зарубежных авторов в постперестроечное время. В их монографиях

превалирует свободное изложение знаний менеджмента и модных практик [14–17; 22; 23].

Понимание парадигмы менеджмента, основанное на логичном изложении знания о нем, представляет собой актуальную задачу. Политикам станет проще воспринимать рекомендации экономистов для совершенствования практик управления. Руководители предприятий получат возможность сравнивать свои представления об управлении с актуальными знаниями и на этой почве улучшать стратегию и тактику работы для более быстрого решения поставленных задач. Чиновники получат возможность готовить инициативы по совершенствованию правовых норм хозяйствования организаций. Формулировать парадигму менеджмента особенно важно в учебниках и познавательной литературе. От того, в какой степени она описана ясным и доступным языком, зависит появление интереса к менеджменту, а также последующее стремление молодежи заниматься исследовательской работой.

Восприятие менеджмента в качестве научного знания затруднено еще одним важным обстоятельством. Оно связано с отсутствием возможности оперативно доказать справедливость его многих неформализованных положений. То есть с отсутствием убедительных доказательств того, что внедрение конкретных практик управления в будущем обязательно приведет к успеху. Или, наоборот, с отсутствием убедительных аргументов в пользу того, что возникшая в организации проблема обусловлена игнорированием знаний теории управления. Действительно, ошибки в физических, химических и математических расчетах можно заметить достаточно быстро уже на стадии эксперимента. Последствия таких ошибок очень часто проявляются в виде явных разрушений, аварий и т.п. И причина каждой ошибки может быть относительно быстро конкретизирована. Последствия же игнорирования правил поведения, принципов и методов управления возникают не сразу. Могут пройти месяцы и годы. Поэтому неудачи в работе всегда могут трактоваться администрацией как не имеющие отношения к ее действиям. Особенно, если учесть, что оценку эффективности управленческих решений обычно дает сам руководитель, который заинтересован в сокрытии причин своих неудач, или когда он не понимает причинно-следственных связей между принятым решением и результатом работы. Однако, по нашему мнению, проблемы восприятия менеджмента как науки являются временными и решаемыми. Особенно, если учесть «молодой возраст» этого знания, которому исполнилось недавно всего сто лет.

Важно также выделить две особенности менеджмента, которые затрудняют формулирование ее парадигмы на глобальном уровне. Первая характеризуется сильной зависимостью практик управления и теоретических выводов от мнения политического руководства государства и конкретной организации. Особенно в экономиках, основанных на административных методах управления, то есть, когда власть предопределяет правила управления. Наиболее явно это проявляется в условиях тоталитарного управления, при котором минимизируется самостоятельность хозяйствующих субъектов. Как саркастически высказывался один из классиков юмора Михаил Жванецкий: «Партия учит, что при нагревании газы расширяются». Вторая особенность связана с зависимостью менеджмента от сложившегося экономического уклада. Более того, смена взглядов на управление может стать катализатором смены экономического уклада в государстве, что, в частности, имело место в России на разных этапах ее истории:

- 1) в 1917 г. после февральской и октябрьской революции;
- 2) 1987 г. после начала перестройки;
- 3) 1991 г. после распада СССР;
- 4) 2018 г. с изданием Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;
- 5) в 2022 г. после ввода антирыночных санкций против России и Беларуси со стороны США и других западных стран в связи с началом специальной военной операции России в Украине.

По этим же причинам парадигма менеджмента, в отличие от парадигмы точных знаний, не всегда характеризуется поступательным развитием [3; 4; 18–20]. Более того, может произойти откат к устаревшим представлениям (правилам, процедурам, практикам управления). Особенно это возможно при смене лидера.

Вместе с тем в пользу описания менеджмента как научного знания важно принять три весомых аргумента. Во-первых, очевидное признание работ Ф. Тейлора и А. Файоля в качестве фундамента теории менеджмента со стороны отечественных и зарубежных специалистов [1; 2; 6–8]. Во-вторых, успешный опыт использования практик менеджмента в гражданском и военном строительстве многих стран, начиная со второй половины XX в. В-третьих, растущее число публикуемых предложений по формализации процедур и правил управления [10; 21–25].

В целом, в процессе анализа различных взглядов на менеджмент можно сделать два важ-

ных выводов. Первый состоит в отсутствии единства среди исследователей в части характеристики менеджмента как науки. Вторым выводом связан с отсутствием ясно сформулированной (тем более общепринятой) парадигмы менеджмента.

Парадигма менеджмента по Питеру Друкеру

Значению парадигмы менеджмента особое внимание уделял П. Друкер [1; 22; 27]. В своей последней большой работе «Задачи менеджмента в XXI веке» он на примере экономик США и Западной Европы подробно описал парадигму менеджмента в ее эволюции до конца XX в. [1]. В книге отмечены три этапа эволюции основных представлений о менеджменте. Для первого этапа (с конца XVIII в. и до конца 30-х годов XX в.), по его мнению, были характерны два представления о менеджменте как о практической работе [1, с. 3]:

- 1) коллективный труд является единственно «правильным» принципом организации для выполнения любого задания;
- 2) в основу идеи коллективного труда должен быть положен один правильный вид организационной структуры.

На втором этапе эволюции (с 30-х годов и до 80-х годов XX в.) им отмечается существенное изменение практик управления, в том числе на основе научных исследований. По его мнению, в этот период менеджмент сформировался уже как научная дисциплина с двумя основными теоретическими воззрениями [1, с. 3–4]. С одной стороны, представлениями о том, что:

- 1) менеджмент – это менеджмент бизнеса;
 - 2) существует (должна существовать) одна правильная организационная структура;
 - 3) существует (должен существовать) один правильный способ управления персоналом.
- С другой стороны, представлениями, что:

- 1) технологии, рынки и конечное использование заданы;
- 2) область деятельности менеджмента определена юридически;
- 3) менеджмент сфокусирован на внутренней сфере организации;

4) экономика, существующая в пределах государственных границ, составляет «естественную экологическую среду» предпринимательства и менеджмента.

По мнению П. Друкера, оба взгляда на менеджмент с 80-х годов XX в. (третий этап) стали тормозить развитие теории менеджмента как науки и мешать практике. В связи с этим на третьем этапе он считал более актуальными следующие представления [1, с. 6–23]:

1) объектом изучения менеджмента являются не только коммерческие организации, но и некоммерческий сектор;

2) при построении организаций следует учитывать множество типов организационных структур;

3) людьми не надо управлять, их следует направлять;

4) следует отказаться от управления кадрами, управление должно быть ориентировано на производительность или определенный результат;

5) фундаментом менеджмента должны стать воспринимаемые потребителем ценности;

6) менеджмент должен быть оперативным и охватывать весь процесс в целом, то есть ориентироваться на результат и эффективность на всех этапах экономической цепочки;

7) границы менеджмента больше не совпадают с государственными границами и не определяются политическими решениями, а все больше определяются интересами компаний;

8) менеджмент существует ради результатов, которые организации достигают во внешней среде.

Предложенная П. Друкером парадигма современного менеджмента, как уже ранее отмечалось, базируется на изучении сложившихся практик управления и мнениях преимущественно американских экспертов. То есть она представляет собой классическое эмпирическое заключение, которое базируется на национальных практиках деятельности организаций США. В этой связи возникают естественные сомнения в том, что:

1) эмпирический путь формулирования основных представлений о менеджменте может служить доказательством их полноты;

2) перечисленные представления о менеджменте могут быть автоматически перенесены на деятельность организаций в других странах.

Вопросы методологии формулирования парадигмы менеджмента и пути их решения

Для объективного, научного исследования парадигмы менеджмента, по нашему мнению, изначально важно получить ответы на следующие принципиальные методологические вопросы:

1. Может ли парадигма управления быть одинаковой в одно и то же время для разных стран?

2. Какова конструкция парадигмы менеджмента? То есть какие составные части менеджмента как знания в полной мере отражают его парадигму?

3. Какой принцип лежит в основе отбора представлений для характеристики парадигмы?

Ответы на данные вопросы позволяют, в том числе, оценить полноту парадигмы менеджмента, описанной П. Друкером.

Ответ на первый вопрос является относительно более простым. По крайней мере, имеются следующие причины, по которым парадигма менеджмента не может быть единой для различных стран:

1. Одни и те же практики менеджмента в разных странах в одно и то же время воспринимаются совершенно по-разному в зависимости от сложившихся конкретных исторических условий, то есть в зависимости от уровня развития производительных сил и производственных отношений, централизации управления, других факторов. Вполне очевидно, что знания о целях, принципах и методах управления, стилях руководства в организациях с высокой долей ручного неквалифицированного труда принципиально будут отличаться от того, как они будут восприняты и востребованы (особенно бизнесом) на предприятиях с высоким уровнем автоматизации производства и, соответственно, квалификации персонала.

2. Представления о менеджменте предопределяются взглядами руководства конкретных стран (организаций) на управление экономикой. Данная причина в настоящее время особенно остро проявилась в условиях политического давления США на страны Западной Европы в целях сворачивания ими взаимовыгодных проектов сотрудничества с Россией. Это ярко иллюстрируют примеры по ограничению импорта российских энергоносителей, блокированию финансовых взаиморасчетов, закрытию морских портов и границ для российских грузоперевозок, закрытию иностранных компаний в России, конфискации активов российских компаний за границей и многое другое. Подобная санкционная политика наносит ущерб не только экономическим интересам западных стран. Она противоречит всем принципам глобальной экономической интеграции, теории рыночной экономики и теории управления, в том числе противоречит парадигме управления, у истоков которой стояли западные ученые.

Вопрос о конструкции парадигмы менеджмента требует отдельного исследования. В этой связи возникает необходимость теоретического обоснования исходных составных частей этого знания. В качестве варианта его решения предлагается воспользоваться моделью системного исследования менеджмента как знания, которая была предложена авторами в своих работах [2; 25; 26] и графически проиллюстрирована на **рис. 1**. На рисунке структурированы направления исследования менеджмента с учетом их иерархии. Это пять возможных целей управления, пять основных предметов изучения менеджмента и пять групп факторов внешней среды.

По нашему мнению, все эти пятнадцать направлений исследования и формируют исходную конструкцию парадигмы управления. С помощью этой конструкции можно определить первичные и производные направления поиска актуальных представлений о менеджменте. Соответственно первичными направлениями поиска становятся: предмет менеджмента, его цели и внешняя среда. Производные направления формируются в рамках первичных. Соответственно предмет менеджмента характеризует представления по пяти производным направлениям исследования:

- организация любого типа как объект исследования;
- производственные и управленческие процессы в организации, ее структурные подразделения, то есть система управления организации;
- труд руководителя;
- труд подчиненного;

– оценка эффективности менеджмента.

Дальнейшая сущностная характеристика каждого из пяти перечисленных направлений позволяет выявить представления о менеджменте в части его предмета. В конечном счете, общая характеристика парадигмы менеджмента как знания будет состоять из частных представлений о его предмете, целях и внешней среде.

На основе описанной на рис. 1 конструкции знания менеджмента может быть также решена и заключительная задача по отбору основных представлений, которые характеризуют его парадигму. Для этого по каждому производному направлению следует взять те представления о знании, которые раскрывают его основную суть на конкретном историческом этапе. В дальнейшем по всему перечню производных направлений можно подготовить сводную таблицу таких знаний. В заключение из этого перечня важно



Рис. 1. Модель системного исследования менеджмента как знания

Fig. 1. Model of system research of management as knowledge

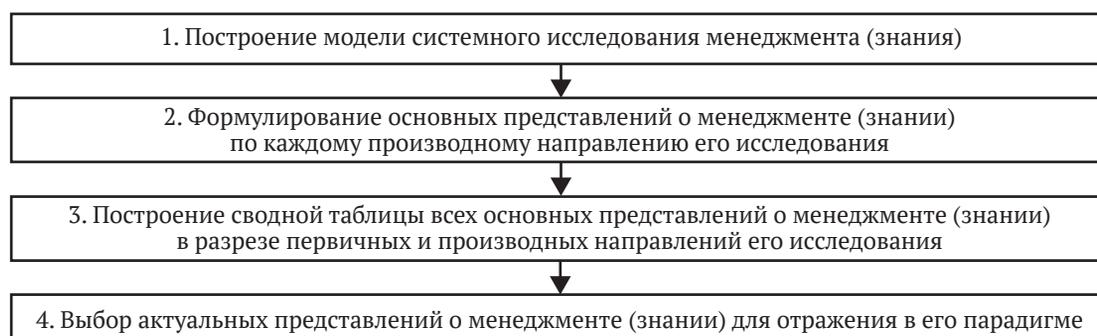


Рис. 2. Алгоритм формулирования парадигмы менеджмента

Fig. 2. Algorithm for formulating the management paradigm (knowledge)

отобрать те знания, которые будут отражать парадигму менеджмента. В целом искомый алгоритм формулирования парадигмы менеджмента представлен на рис. 2.

С помощью описанного формального алгоритма становится возможным для каждой страны раскрывать парадигму менеджмента на всех этапах ее развития с учетом национальных особенностей отдельных государств.

Предложенный алгоритм формирования парадигмы менеджмента, по нашему мнению, имеет универсальные черты. То есть он может быть использован также для формулирования основных представлений по любым знаниям. Это обусловлено тем, что в основе такого алгоритма лежит системный подход, позволяющий структурировать основные элементы знания.

Оценка полноты описания парадигмы менеджмента Питером Друкером

Для оценки полноты описания парадигмы менеджмента П. Друкером предлагается воспользоваться конструкцией знания менеджмента по первичным и производным направлениям исследования, которая представлена на рис. 1. С ее помощью последовательно решаются следующие задачи:

1) структурируются представления о менеджменте П. Друкера (далее по тексту они названы исходными);

2) структурируются современные представления о менеджменте, которые описаны авторами в своих работах [2; 25; 26];

3) выявляются отличия между двумя группами представлений.

Таблица 1 / Table 1

Структуризация представлений о менеджменте П. Друкера с позиции системного подхода
Structurization of P. Drucker ideas about management from the standpoint of a systematic approach

Направления исследования менеджмента с позиции системного подхода	Представления о менеджменте по П. Друкеру
I. Цели менеджмента	Цели не структурированы. Раскрывается только экономическая цель, связанная с тем, что управление должно быть ориентировано на производительность труда и получение прибыли
II. Предмет менеджмента	
1. Знания об организациях любого типа	1. Объектом изучения менеджмента будут не только коммерческие организации, но и некоммерческий сектор. 2. Фундаментом менеджмента должны стать воспринимаемые потребителем ценности. 3. Границы менеджмента больше не совпадают с государственными границами и не определяются политическими решениями, а все больше определяются интересами компаний
2. Знания о производственных и управленческих процессах в организации	При построении организаций следует учитывать множество типов организационных структур
3. Знания о труде руководителя (менеджера)	1. Людьюми не надо управлять, их следует направлять. 2. Следует отказаться от управления кадрами
4. Знания о труде подчиненных	Не описаны
5. Знания о методах количественной оценки эффективности менеджмента	1. Менеджмент должен быть оперативным и охватывать весь процесс в целом, то есть ориентироваться на результат и эффективность на всех этапах экономической цепочки. 2. Менеджмент существует ради результатов, которые организации достигают во внешней среде
III. Внешняя среда менеджмента (которая влияет на предмет знания)	
1. Космос	Не рассматривается влияние космических проектов на практику управления
2. Знания, в части использования новых смежных знаний, полученных ходе промышленной революции	Описаны
3. Природа	Не рассматривается влияние национальной специфики по обладанию природными богатствами на практику менеджмента
4. Организации	Не рассматривается растущее влияние глобальных, транснациональных союзов типа НАТО, Единой Европы и т.д. на национальную практику менеджмента их членов и внешних государств
5. Люди (ученые и практики), оказавшие влияние на развитие практик управления	Описаны

Соответствующая работа выполнена в **табл. 1**. Ее основные результаты сводятся к следующим выводам:

1. Исходные представления затрагивают только предмет менеджмента и его внешнюю среду, а цели менеджмента сводятся только к получению прибыли. Соответственно, иные цели (ценности) и, особенно духовные, социальные и нравственные, не приняты во внимание. Подобное обстоятельство могло способствовать формированию негативных тенденций в общественной жизни западных стран, упадку их культуры уже во второй половине XX в. [2; 20; 25; 26; 28], в том числе за счет формирования у населения потребительского отношения к жизни, снижения уровня образования, роста бездуховности, потери у большой части молодежи смысла жизни и т.д. Традиционные ценности основных религиозных конфессий

стали не актуальными. Создавшийся вакуум заполнили эгоистические, низменные ценности западного мира – нажива любой ценой, смена пола, смешанные браки, вседозволенность, обман и т.п.

2. Исходные представления не учитывают важные понятия о предмете современного менеджмента. В их числе:

1) множественность принципов и методов управления, концепций построения организаций, которую отмечают почти все современные авторы (в части знаний о производственных и управленческих процессах в организации);

2) тройственная природа труда руководителя как специалиста, управленца и человека (в части знания о труде руководителя) [2, с. 193–198];

3) двойственная природа труда подчиненного одновременно как специалиста и как человека [2, с. 193–198];

Таблица 2 / Table 2

Структуризация представлений о национальной парадигме менеджменте в России

Structuring ideas about the national management paradigm in Russia

Направления исследования менеджмента с позиции системного подхода	Представления о менеджменте
I. Цели менеджмента	1. Физиологическая – сохранение человека как биологического вида и объекта воспроизводства. 2. Экономическая – снижение потерь времени и других ресурсов, рост производительности труда, прибыли и заработной платы работников. 3. Социальная – обеспечение стабильности в обществе и организациях. 4. Нравственная – бережное отношение к окружающему миру. 5. Духовная – повышение образовательного и культурного уровня людей, обретение смысла жизни, веры в традиционные ценности
II. Предмет менеджмента	
1. Знания об организациях любого типа	Объектом изучения менеджмента являются любые организации и человек
2. Знания о производственных и управленческих процессах в организации	1. Наличие многих типов организационных структур 2. Разнообразие принципов и методов управления
3. Знания о труде руководителя (менеджера)	1. Менеджер не только управляет людьми, но и также непосредственно участвует в управленческих и производственных процессах. 2. Наличие нескольких моделей руководства. 3. Оценка эффективности руководителя с помощью индикатора качества труда
4. Знания о труде подчиненных	Двойственность рабочего самосознания как специалиста и как личности
5. Знания о методах количественной оценки эффективности менеджмента	1. Предметом изучения эффективности менеджмента являются: производимый продукт, работа организации, инвестиции, управленческий процесс. 2. Использование разных методик по каждому предмету изучения эффективности менеджмента
III. Внешняя среда менеджмента (которая влияет на предмет знания)	
1. Космос	Растущее влияние космических проектов на практику управления
2. Знания	Знания экономики в смежных областях
3. Природа	Влияние природных богатств на национальную специфику менеджмента
4. Организации	1. Границы национального менеджмента совпадают с государственными границами России. 2. Растет влияние глобальных, транснациональных союзов типа НАТО, Единой Европы и других на национальную практику менеджмента
5. Люди (ученые и практики), оказавшие влияние на развитие практик управления	Отечественные и зарубежные специалисты

4) разнообразие подходов и инструментов при оценке эффективности менеджмента в зависимости от предмета труда менеджера – производимая продукция, управленческий процесс, работа организации, инвестиции [2, с. 218–224].

Перечисленные представления оказывают существенное влияние на содержание многих разделов менеджмента как знания. Например, представление о тройственной природе труда менеджера оказывает существенное влияние на характеристику и оценку труда менеджера, методы управления, стили руководства, его роли и т.д.

3. Исходные представления не учитывают важные понятия о внешней среде современного менеджмента. В их числе, например:

1) существование большого пласта глобальных и национальных проектов по освоению космического пространства;

2) влияние природных особенностей (география и природные богатства) на национальную практику принятия управленческих решений;

На основе частных выводов можно сделать заключение, что предложенные П. Друкером представления о менеджменте конца XX в. являются не полными по всем основным составным частям этого знания.

Парадигма менеджмента для современной России

При ее разработке авторы руководствовались:

1) моделью системного исследования менеджмента как знания (см. рис. 1);

2) алгоритмом формулирования парадигмы менеджмента (см. рис. 2);

3) Конституцией Российской Федерации;

4) литературой по менеджменту конца XX в. – начала XXI в., которая использовалась авторами в своих исследованиях, в том числе при подготовке различных изданий книги «Менеджмент: сущность знания и практики» и своих статьях [2; 25; 26].

Полученный результат представлен в **табл. 2**.

Предлагаемое описание парадигмы менеджмента в России не претендует на истину в последней инстанции. Оно относится к разряду частного исследования авторов и может стать катализатором дискуссии по вопросу выработки национальной парадигмы менеджмента.

Заключение

Привлекательность и восприятие любого знания предопределяет его парадигма. В то же время до настоящего времени среди специалистов по менеджменту и авторов многочисленных монографий и учебников нет единодушия относительно формулировки этого знания, его

архитектуры и основных представлений. В том числе представления о том, кто такой современный менеджер. Проблема усугубляется тем, что единодушия нет и среди зарубежных гуру менеджмента. Такое состояние, безусловно, затрудняет восприятие знания практическими работниками и студентами. Как следствие снижается авторитет менеджмента как знания в обществе. По этим причинам растет число публикаций, где авторы делятся исключительно личным опытом по руководству организациями и персоналом. Предлагаемые ими практики не базируются на основных представлениях о менеджменте и поэтому часто являются спорными. В этих условиях возникает необходимость в рамках широкого обсуждения осмыслить парадигму менеджмента.

Авторами доказано, что формированию общепринятой на глобальном уровне парадигмы менеджмента объективно мешает зависимость практик управления и восприятие самого знания от мнения руководства организации и сложившегося в стране экономического уклада. Текущая ситуация дополнительно усугубляется санкционной политикой западных стран, которая разрушает рыночные отношения между хозяйствующими субъектами различных стран и установленные правила международной торговли. В связи с чем делается вывод о практической целесообразности формулирования, в первую очередь, национальной парадигмы этого знания.

В качестве ключевого положения при формировании парадигмы менеджмента рассматривается архитектура этого знания, которая была раскрыта авторами в их ранних работах с помощью системного подхода. Такой подход позволяет выявить составные части менеджмента как знания и определить первичные и производные направления его всестороннего исследования. Тем самым появляется возможность на научной основе структурировать содержание учебников по менеджменту. Решение этой задачи, в конечном счете, лишит главного аргумента тех исследователей, которые рассматривают менеджмент не как науку, а как совокупность практик управления.

На основе предложенного алгоритма в статье представлены решения еще двух важных задач. В частности:

1) доказана ограниченность основных представлений о менеджменте со стороны Питера Друкера;

2) сформулированы основные представления о менеджменте для современной России, то есть предложена национальная парадигма менеджмента.

Список литературы

1. Друкер П.Ф. Задачи менеджмента в XXI веке; пер. с англ. М.: Вильямс; 2004. 272 с. URL: https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9031/druker_managementXXI_ru.pdf (дата обращения: 18.01.2022).
2. Назимко В.К., Кудинова Е.В. Менеджмент: сущность знания и практики. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ОнтоПринт; 2020. 260 с.
3. Kim Y. Searching for newness in management paradigms: An analysis of intellectual history in U.S. public administration. *American Review of Public Administration*. 2021;51(2):79–106. <https://doi.org/10.1177/0275074020956678>
4. Olshanetskiy M.G., Otradnova L.N. Periodic table of management elements as a new management paradigm. *Espacios*. 2018;39(19):39–49.
5. Латфуллин Г.Р., Райченко А.В. Теория организации. СПб.: Питер; 2006. 395 с.
6. Румянцева З.П. Общее управление организацией: теория и практика. М.: ИНФРА-М; 2007. 304 с.
7. Казначевская Г.Б., Чуев И.Н., Матросова О.В. Менеджмент. Ростов н/Дону: Феникс; 2013. 366 с.
8. Веснин В.Р. Основы менеджмента. М.: Проспект; 2010. 320 с.
9. Кун Т. Структура научных революций; пер. с англ. М.: АСТ; 2009. 310 с.
10. Минцберг Г. Действуй эффективно! Лучшая практика менеджмента; пер. с англ. СПб.: Питер; 2011. 288 с.
11. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент. 5-е изд. М.: Магистр: ИНФРА-М; 2014. 576 с.
12. Маслова Е.Л. Менеджмент. 3-е изд. М.: Дашков и К; 2021. 332 с.
13. Современный менеджмент; под ред. проф. М.М. Максимцова. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М; 2012. 299 с.
14. Брайан Т. Менеджмент; пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер; 2016. 144 с.
15. Мацусита К. Философия менеджмента; пер. с япон. М.: Альпина Паблишер; 2018. 188 с.
16. Коттер Д. Впереди перемен: как успешно провести организационные преобразования; пер. с англ. М.: Альпина Паблишер; 2019. 260 с.
17. Веблен Т. Теория праздного класса; пер. с англ. М.: Прогресс; 1984. 367 с.
18. Dixon C., Vacek S., Grant T. Evolving management paradigms on U.S. fish and wildlife service lands in the prairie pothole region. *Rangelands*. 2019;41(1):36–43. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2018.12.004>
19. van Dijk M.P., Zhang M. Urban water management paradigms in Chinese cities. *Sustainability*. 2019;11(11):3001–3015. <https://doi.org/10.3390/su11113001>
20. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами; пер. с англ. 5-е изд. М.: Альпина Паблишер; 2012. 419 с.
21. Лалу Ф. Открывая организации будущего; пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер; 2016. 432 с.
22. Друкер П.Ф. Эффективный руководитель; пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер; 2019. 240 с.
23. Кеннеди Д. Жесткий менеджмент. Заставьте людей работать на результат; пер. с англ. М.: Альпина Паблишер; 2018. 332 с.
24. Квинт В.Л., Бодрунов С.Д. Стратегирование трансформации общества: знание, технологии, ноономика. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте; 2021. 351 с.
25. Назимко В.К., Цхададзе Н.В. Принципы управления организацией: прошлое, настоящее, будущее. *Вестник Академии экономической безопасности МВД России*. 2021;(2):313–318. <https://doi.org/10.24412/2414-3995-2021-2-313-318>
26. Назимко В.К., Кудинова Е.В. Основы менеджмента. Ростов н/Дону: Феникс; 2015. 255 с.
27. Друкер П.Ф. Энциклопедия менеджмента; пер. с англ. М.: Вильямс; 2007. 432 с.
28. García-De-La-Torre C.A., Arandia O., Maguirre M.V., eds. *Humanistic management in Latin America*. 1st ed. Routledge; 2021. 202 p.

References

1. Drucker P.F. *Challenges of management in the 21st century*. NY: HarperCollins Publishers LLC; 2001. 272 p. URL: https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9031/druker_managementXXI_ru.pdf (accessed on 18.01.2022). (Russ. transl.: Druker P.F. *Zadachi menedzhmenta v XXI veke*. Moscow: Vil'yams; 2004. 272 p.)
2. Nazimko V.K., Kudinova E.V. *Management: the essence of knowledge and practice*. Moscow: OntoPrint; 2020. 260 p. (In Russ.)
3. Kim Y. Searching for newness in management paradigms: An analysis of intellectual history in U.S. public administration. *American Review of Public Administration*. 2021;51(2):79–106. <https://doi.org/10.1177/0275074020956678>
4. Olshanetskiy M.G., Otradnova L.N. Periodic table of management elements as a new management paradigm. *Espacios*. 2018;39(19):39–49.
5. Latfullin G.R., Raichenko A.V. *Theory of organization*. St. Petersburg: Piter; 2006. 395 p. (In Russ.)
6. Rumyantseva Z.P. *General management of the organization: theory and practice*. Moscow: INFRA-M; 2007. 304 p. (In Russ.)
7. Kaznachevskaya G.B., Chuev I.N., Matrosov O.V. *Management*. Rostov on Don: Feniks; 2013. 366 p. (In Russ.)
8. Vesnin V.R. *Fundamentals of management*. Moscow: Prospect; 2010. 320 p. (In Russ.)
9. Kuhn T. *The structure of scientific revolutions*. USA: The University of Chicago Press, LTD.; 1962. 210 p.

(Russ. Transl.: Kuhn T. Struktura naychnix revoluchiy. Moscow: ACT; 2009. 310 p.)

10. Mintzberg H. Managing. USA, San Francisco: Berett Koehler; 2009. 306 p. (Russ. Transl.: Mintzberg H. Deystvuyi effektivno! Luchaya praktika menedzhmenta. St. Petersburg: Piter; 2011. 288 p.)

11. Vikhanskii O.S., Naumov A.I. Management. 5th ed. Moscow: Magistr: INFRA-M; 2006. 528 p. (In Russ.)

12. Maslova E.L. Management. 3th ed. Moscow: Dashkov&C; 2021. 332 p. (In Russ.)

13. Maksimov M.M., ed. Modern management. Moscow: Vuzovskii uchebnik: INFRA-M; 2012. 299 p. (In Russ.)

14. Tracy B. Management. American Management Association; 2016. 144 p. (Russ. Transl.: Tracy B. Menedzhment. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2016. 144 p.)

15. Matsushita K. The Heart of management. Tokyo: PHP Institute, Inc.; 2002. 188 p. (Russ. Transl.: Matsushita K. Filosofiya menedzhmenta. Moscow: Alpina Publisher; 2018. 188 p.)

16. Kotter D. Leading change. Harvard Business Review; 1996. 208 p. (Russ. Transl.: Kotter D. Vpered vremeni: Kak uspechno provesti organizatsionnye preobrazovaniya. Moscow: Alpina Publisher; 2019. 260 p.)

17. Veblen T. The theory of the leisure class. NY: A.M. Kelley; 1965. 367 p. (Russ. Transl.: Veblen T. Teoriya prazdnogo klassa. Moscow: Progress; 1984. 367 p.)

18. Dixon C., Vacek S., Grant T. Evolving management paradigms on U.S. fish and wildlife service lands in the prairie pothole region. *Rangelands*. 2019;41(1):36–43. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2018.12.004>

19. van Dijk M.P., Zhang M. Urban water management paradigms in Chinese cities. *Sustainability*. 2019;11(11):3001–3015. <https://doi.org/10.3390/su11113001>

20. Deming E. Out of the crisis. England, London; Massachusetts: The MIT Press Cambridge; 1986. 524 p. (Russ. Transl.: Deming E. Vykход iz krizisa: Novaya paradigma upravleniya lyud'mi, sistemami i protsessami. Moscow: Alpina Publisher; 2012. 419 p.)

21. Lalu F. Discovering the organizations of the future. Kindle Edition; 2014. 567 p. (Russ. Transl.: Lalu F. Otkryvaya organizatsii budushchego. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2016. 432 p.)

22. Drucker P.F. The effective executive. USA: HarperCollins Publishers; 2006. 175 p. (Russ. Transl.: Drucker P.F. Effektivnyi rukovoditel'. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2019. 240 p.)

23. Kennedy D. Tough management. Make people work for the result. USA: Entrepreneur Media Inc., 2008. 332 p. (Russ. Transl.: Kennedy D. Zhestkii menedzhment. Zastav'te lyudei rabotat' na rezultat. Moscow: Alpina Publisher; 2018. 332 p.)

24. Kvint V.L., Bodrunov S.D. Strategic transformation of society: knowledge, technology, noonomy. St. Petersburg: INIR im. S.Yu. Vitte; 2021. 351 p. (In Russ.)

25. Nazimko V.K., Tskhadadze N.V. Organization governance principles: Past, present, future. *Vestnik of Academy of economic security of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2021;(2):313–318. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2414-3995-2021-2-313-318>

26. Nazimko V.K., Kudinova E.V. Fundamentals of Management. Rostov on Don: Feniks; 2015. 255 p. (In Russ.)

27. Druker P.F. Encyclopedia of management. NY: HarperCollins Publishers LLC; 2004. 432 p. (Russ. Transl.: Druker P.F. Entsiklopediya menedzhmenta Moscow: Vil'yams; 2007. 432 p.)

28. García-De-La-Torre C.A., Arandia O., Maguirre M.V., eds. Humanistic management in Latin America. 1st ed. Routledge; 2021. 202 p.

Информация об авторах

Назимко Владимир Константинович – д-р экон. наук, профессор, эксперт-консультант, Московский международный университет, 125040, Москва, Ленинградский просп., д. 17, Российская Федерация; e-mail: nazimkovk@mail.ru

Кудинова Елена Викторовна – канд. экон. наук, советник председателя, Контрольно-счетная палата Москвы, 121099, Москва, ул. Новый Арбат, д. 36, Российская Федерация; e-mail: kudinova@ksp.mos.ru

Information about the authors

Vladimir K. Nazimko – Dr.Sci (Econ.), Professor, Expert Consultant, Moscow International University, 17 Leningradsky Ave., Moscow 125040, Russian Federation; e-mail: nazimkovk@mail.ru

Elena V. Kudinova – PhD (Econ.), Advisor to the Chairman, Chamber of Control and Accounts of Moscow, 36 Noviy Arbat Str., Moscow 121099, Russian Federation; e-mail: kudinova@ksp.mos.ru

Поступила в редакцию 19.09.2022; поступила после доработки 05.12.2022; принята к публикации 12.12.2022
Received 19.09.2022; Revised 05.12.2022; Accepted 12.12.2022