

ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)



Том 20, 2023, № 2
Vol. 20, 2023, No. 2

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Главная тема номера:

Социально-экономическая безопасность
регионов

Volume Headline:

Socio-economic security of the regions

Том 20, 2023, № 2
Vol. 20, 2023, No.2

ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Периодичность 6 выпусков в год
Frequency of 6 releases in a year

Основан в 2004 г.
Founded in 2004



ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)

"All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations" of EMERCOM of Russia



Ассоциация риск-менеджмента
«Русское общество управления рисками»

*Association of a risk management
"Russian risk management society"*



Издательский дом
«Деловой экспресс»

*Financial publishing house
"Business Express"*

Проблемы анализа риска

Problemy analiza riska

Цели и задачи журнала

Цель: способствовать становлению культуры управления рисками, обобщению опыта исследований риска, внедрению инновационных подходов, созданию баз знаний и данных, информационного пространства по риску, сопровождению научных проектов, созданию и внедрению профессиональных и образовательных стандартов и программ, координации деятельности специалистов по анализу и управлению рисками, разработке нормативных показателей допустимого (приемлемого) риска, законодательного и правового обеспечения.

Задача: дать информацию о результатах последних научных исследований в области анализа и управления рисками, что помогает специалистам по управлению рисками решать насущные проблемы, внедрять инновационные научные разработки и применять научный опыт в практической деятельности управления рисками в чрезвычайных ситуациях, обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, глобальной и региональной безопасности, защите окружающей среды, построения и совершенствования систем управления рисками в организациях и на предприятиях различных отраслей экономики.

Aims and Scope of the journal

Aim: to promote formation of culture of risk management, synthesis of experience of researches of risk, introduction of innovative approaches, creation of knowledge bases and data, information space on risk, support of scientific projects, creation and introduction of professional and educational standards and programs, coordination of activity of specialists in the analysis and risk management, development of standard indicators of admissible (acceptable) risk, legislative and legal support.

Scope: to give information on results of the last scientific research in the field of the analysis and risk management that helps specialists in risk management to solve pressing problems, to introduce innovative scientific developments and to apply scientific experience in practical activities of risk management in emergency situations, safety of activity of the population, global and regional security, environment protection, construction and improvement of risk management systems in the organizations and at the enterprises of various sectors of the economy.

Учредители *Founders*

1. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7
2. Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»
125167, г. Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6а
3. Ассоциация риск-менеджмента «Русское общество управления рисками»
107076, г. Москва, Колодезный пер., д. 14, эт. 6, пом. XIII, комн. 22А (PM4)
1. "All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations" of EMERCOM of Russia
7, St. Davydkovskaya, Moscow, 121352
2. Financial Publishing House "Business Express"
6a, 4th St. 8 March, Moscow, 125167
3. Association of a risk management "Russian risk management society"
et. 6, pom. XIII, room 22A (PM4), 14, Kolodezny per., Moscow, 107076

Издатель и редакция журнала *Publisher and Editorial Office of the Journal*

Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»
Адрес: 125167, г. Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6а
Тел.: +7 (495) 787-52-26

Financial Publishing House "Business Express"
Address: 6a, 4th St. 8 March, Moscow, 125167
Tel: +7 (495) 787-52-26

Главный редактор:
Быков Андрей Александрович,
д.ф.-м.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, г. Москва, Россия
E-mail: journal@dex.ru

Editor-in-Chief:
Bykov Andrey A.,
Doctor of physics and mathematics, Professor, honored scientist of Russia Federation, Moscow, Russia
E-mail: journal@dex.ru

Ответственный секретарь:
Виноградова Лилия Владимировна,
руководитель отдела ведомственных изданий АО ФИД «Деловой экспресс», г. Москва, Россия
E-mail: journal@dex.ru

Responsible secretary:
Vinogradova Lyliya V.,
Head of Departmental Publications Department Financial Publishing house "Business express", Moscow, Russia
E-mail: journal@dex.ru

Верстка:
Луговой Александр Вячеславович,
Столбова Марина Сергеевна

Imposition:
Lugovoi Alexander V.
Stolbova Marina S.

Корректурa:
Легостаева Инна Леонидовна,
Синаюк Рива Моисеевна,
Шольчева Янина Геннадьевна

Updates:
Legostayeva Inna L.
Sinajuc Riva M.
Sholcheva Yanina G.

Журнал издается с 2004 года
Периодичность: 6 номеров в год
Префикс DOI: 10.32686
ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77-61704 от 25.05.2015

The journal is issued since 2004
Frequency: 6 numbers a year
Prefix DOI: 10.32686
ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)
Certificate of registration of mass media ПИ № ФС 77-61704
from 25.05.2015

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России (ВАК) для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Журнал индексируется РИНЦ, INDEX COPERNICUS, Science Index, Ulrich's

The journal is included in the list of the leading reviewed scientific journals and editions recommended by the Highest certifying commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (VAK) for publication of the main scientific results of theses for a competition of academic degrees of the doctor and candidate of science.

The journal is indexed RINTS, INDEX COPERNICUS, Science Index, Ulrich's

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал «Проблемы анализа риска» обязательна. Присланные в редакцию материалы рецензируются и не возвращаются. Статьи, не оформленные в соответствии с Инструкцией для авторов, к рассмотрению не принимаются.

At a reprint and citing the reference to the "Issues of Risk Analysis" journal is obligatory. The materials sent to edition are reviewed and are not returned. Articles which are not issued according to the Instruction for authors are not taken cognizance.

Формат 60 × 84 1/8. Объем 12 печ. л. Печать офсетная.
Тираж 1000 экз.

Подписано в печать: 25.04.2023

Цена свободная

© Проблемы анализа риска, 2023

Отпечатано в типографии ООО «Белый ветер»,
115054, г. Москва, ул. Щипок, д. 28

Format 60 × 84 1/8. Volume is 12 print. pages. Offset printing.
Circulation is 1000 copies.

It is sent for the press: 25.04.2023

Free price

© Issues of Risk Analysis, 2023

It is printed in LLC Bely veter printing house,
28, Shchipok St., Moscow, 115054

Распространяется по подписке
Отдел подписки:
Тел.: +7 (495) 787-52-26
E-mail: journal@dex.ru

Подписной индекс:
Каталог «Пресса России» 15704

Extends on a subscription
Department of a subscription:
Tel: +7 (495) 787-52-26
E-mail: journal@dex.ru

Subscription index:
Press of Russia catalog 15704

<http://www.risk-journal.com>

 <https://vk.com/parjournal>

Наблюдательный совет

Махутов Николай Андреевич (председатель)

Член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, председатель Комиссии РАН по техногенной безопасности, г. Москва, Россия

Акимов Валерий Александрович (заместитель председателя)

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ), главный научный сотрудник, г. Москва, Россия

Верещагин Виктор Владимирович

Кандидат исторических наук, член Совета директоров Международной ассоциации федераций риск-менеджмента (IFRIMA), Президент Русского общества управления рисками (РусРиск), г. Москва, Россия

Шарков Андрей Валентинович

Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», генеральный директор, г. Москва, Россия

Редакционная коллегия

Быков Андрей Александрович (Главный редактор)

Доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, действительный член Русского общества управления рисками, г. Москва, Россия

Порфирьев Борис Николаевич (заместитель Главного редактора)

Доктор экономических наук, профессор, академик РАН, член Президиума РАН, научный руководитель, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Россия

Башкин Владимир Николаевич

Доктор биологических наук, профессор, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, главный научный сотрудник, г. Пушкино, Россия

Гианнопулос Костас

Доктор экономических наук (PhD), профессор, Университет Неаполиса, г. Пафос, Кипр

Голембиовский Дмитрий Юрьевич

Доктор технических наук, профессор, МГУ им. М. В. Ломоносова, профессор кафедры исследования операций факультета вычислительной математики и кибернетики, г. Москва, Россия

Грабуст Петерис

Доктор инженерных наук (PhD), профессор, Резекненская академия технологий, г. Резекне, Латвия

Елохин Андрей Николаевич

Доктор технических наук, член-корреспондент РАЕН, действительный член Академии геополитических проблем, Ассоциация риск-менеджмента «Русское общество управления рисками», первый вице-президент, г. Москва, Россия

Каранина Елена Валерьевна

Доктор экономических наук, доцент, член-корреспондент Российской академии естественных наук, ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», заведующий кафедрой финансов и экономической безопасности, г. Киров, Россия

Колесников Евгений Юрьевич

Доктор технических наук, доцент, профессор Высшей школы техносферной безопасности, СПбПУ им. Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Луцци Хорхе Даниэль

Доктор экономических наук, RCG (Herco), генеральный директор. APOGERIS, Президент. г. Лиссабон, Португалия

Supervisory Council

Makhutov Nikolay Andreevich (Chairman)

Corresponding member of RAS, Doctor of technical Sciences, Professor, Chairman of the RAS Commission on Technogenic Safety, Moscow, Russia

Akimov Valery Aleksandrovich (Deputy Chairman)

Doctor of technical Sciences, Professor, honored scientist of Russia, All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia, Chief researcher, Moscow, Russia

Vereshchagin Victor Vladimirovich

Candidate of Historical Sciences, President of the Russian Risk Management Society (RusRisk), member of the Board of Directors of the International Association of Risk Management Federations (IFRIMA), Moscow, Russia

Sharkov Andrey Valentinovich

Joint stock company "Financial publishing house "Business Express", General Director, Moscow, Russia

Editorial Board

Bykov Andrey Aleksandrovich (Editor-in-Chief)

Doctor of physics and mathematics, Professor, honored scientist of Russia Federation, full member of the Russian Risk Management Society, Moscow, Russia

Porfiriev Boris Nikolayevich

(Deputy Editor-in-Chief)

Doctor of Economics, Professor, Academician of RAS, Member Presidium of the RAS, scientific director, Institute of economic forecasting of RAS, Moscow, Russia

Bashkin Vladimir Nikolaevich

Doctor of biological Sciences, Professor, Institute of physico-chemical and biological problems of soil science RAS, Pushchino, Russia

Giannopoulos Kostas (PhD)

Doctor of Economics, professor, Neapolis University, Paphos, Cyprus

Golembiovsky Dmitry Yuryevich

Doctor of technical Sciences, Professor, MSU named after M. V. Lomonosov, Professor, Department of operations research Faculty of computational mathematics and cybernetics, Moscow, Russia

Grabusts Peter

Professor, Dr. sc. ing. (PhD), Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia

Elokhin Andrey Nikolaevich

Doctor of technical Sciences, corresponding member of RAS, full member of the Academy of Geopolitical Problems, Risk Management Association "Russian Risk Management Society", First Vice President, Moscow, Russia

Karanina Elena Valerevna

Doctor of Economics, Associate Professor, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, Vyatka state University, head of the Department of finance and economic security, Kirov, Russia

Kolesnikov Evgeny Yuryevich

Doctor of technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Higher School of Technosphere safety, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Luzzi Jorge Daniel

Doctor of Economics, RCG (Herco), CEO. APOGERIS, President. Lisbon, Portugal

Макашина Ольга Владиленовна

Доктор экономических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве РФ, профессор Департамента общественных финансов, г. Москва, Россия

Малышев Владлен Платонович

Доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ), главный научный сотрудник, г. Москва, Россия

Мельников Александр Викторович

Доктор физико-математических наук, профессор, Университет провинции Альберта, профессор факультета математических и статистических наук, г. Эдмонтон, Канада

Морозко Нина Иосифовна

Доктор экономических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве РФ, профессор кафедры «Денежно-кредитные отношения и монетарная политика», г. Москва, Россия

Помазанов Михаил Вячеславович

Кандидат физико-математических наук, Руководитель подразделения валидации. ПАО Промсвязьбанк, Дирекция «Риски», г. Москва, Россия

Ревич Борис Александрович

Доктор медицинских наук, профессор, нобелевский лауреат в составе Межправительственной группы экспертов по изменению климата, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, руководитель лаборатории прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения, г. Москва, Россия

Ротштейн Александр

Доктор технических наук, профессор кафедры промышленного машиностроения и Управления, Иерусалимский технологический колледж, г. Иерусалим, Израиль

Сорогин Алексей Анатольевич

Кандидат технических наук, Акционерное общество «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», директор по специальным проектам, г. Москва, Россия

Сосунов Игорь Владимирович

Кандидат технических наук, доцент, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ), заместитель начальника, г. Москва, Россия

Фалеев Михаил Иванович

Кандидат политических наук, помощник начальника отряда ФГКУ «Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд», г. Жуковский, Россия

Шевченко Андрей Владимирович

Доктор технических наук, профессор, Главный научный сотрудник лаборатории управления рисками и страхования, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва, Россия

Makashina Olga Vladilenovna

Doctor of Economics, Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Professor, Department of public Finance, Moscow, Russia

Malyshev Vladlen Platonovich

Doctor of chemical Sciences, Professor, honored scientist of Russia Federation, All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia, Chief researcher, Moscow, Russia

Melnikov Alexander Viktorovich

Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, Professor of the faculty of mathematical and statistical Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada

Morozko Nina Iosifovna

Doctor of Economics, Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Professor of the Department "Monetary relations and monetary policy", Moscow, Russia

Pomazanov Mikhail Vyacheslavovich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of Validation Unit, PJSC Promsvyazbank, Management "Risks", Moscow, Russia

Revich Boris Aleksandrovich

Doctor of medicine, Professor, Nobel Laureate in the Intergovernmental Panel on Climate Chang, Institute of economic forecasting of RAS, Head of the laboratory of environmental and public health forecasting, Moscow, Russia

Rotshtein Alexander

Doctor of technical science, Professor of Dept. of Industrial Engineering and Management, Jerusalem, Israel

Sorogin Alexey Anatolievich

Candidate of technical Sciences, Joint stock company "Financial publishing house "Business Express", Director of special projects, Moscow, Russia

Sosunov Igor Vladimirovich

Candidate of technical Sciences, Associate Professor, All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia, Deputy chief, Moscow, Russia

Faleev Mihail Ivanovich

Candidate of political Sciences, assistant to the chief of group Federal public treasury institution "State central airmobile rescue group". Zhukovsky, Russia

Shevchenko Andrey Vladimirovich

Doctor of Engineering, Professor, Chief researcher of laboratory of risk management and insurance, LLC Gazprom VNIIGAZ, Moscow, Russia

Content

Editor's Column

- 8 Social and Economic Security
Elena V. Karanina, Associate Editor

Socio-Economic Security of the Regions

- 10 Impact of International Sanctions on the Socio-Economic Security of Regions
Elena V. Karanina, Ekaterina Yu. Selezneva, Vyatka State University, Kirov, Russia
- 26 Analysis and Assessment of the State of Economic Security of the Sughd Region
Tokhirzhon I. Tokhirov, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University, Khujand, Tajikistan

Risk Forecasting

- 42 Methodical Aspects of Risk Analysis of Target Underachievement in Forming the Mid-Term
Forecasts of Development of Structurally Complex Systems
Alexander V. Bochkov, NIIS, Moscow, Russia
Vladimir S. Safonov, Gazprom VNIIGAZ, Razvilka, Moscow region, Russia

Natural and Environmental Risk

- 68 Management of Natural and Environmental Risks in the Context of Increasing Continentality of the
Climate
*Vladimir N. Bashkin, Irina V. Pripulina, Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science,
Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region, Russia*
*Rosa A. Galiulina, Institute for Fundamental Problems of Biology, Russian Academy of Sciences, Pushchino,
Moscow region, Russia*

Design Risk

- 86 Use of Risk Analysis Tools in Investment Construction Project Cost Management
Tatyana Yu. Shemyakina, Anastasia S. Smotrova, State University of Management, Moscow, Russia

Содержание

Колонка редактора

- 8 Социально-экономическая безопасность
Каранина Е. В., член редколлегии

Социально-экономическая безопасность регионов

- 10 Влияние международных санкций на социально-экономическую безопасность регионов
Каранина Е. В., Селезнева Е. Ю., Вятский государственный университет, Россия, г. Киров
- 26 Анализ и оценка состояния экономической безопасности Согдийской области
Тохилов Т. И., Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими, Таджикистан, г. Худжанд

Прогнозирование рисков

- 42 Методические аспекты анализа риска недостижения цели при формировании среднесрочных прогнозов развития структурно сложных систем
Бочков А. В., НИИАС, Россия, г. Москва
Сафонов В. С., Газпром ВНИИГАЗ, Россия, Московская обл., пос. Развилка

Риск природный и экологический

- 68 Управление природными и экологическими рисками при усилении континентальности климата
Башкин В. Н., Припутина И. В., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения, ФИЦ ПНЦБИ РАН, Россия, Московская обл., г. Пушкино
Галиулина Р. А., Институт фундаментальных проблем биологии, Россия, Московская обл., г. Пушкино

Риск проектный

- 86 Применение инструментов анализа рисков в управлении стоимостью инвестиционно-строительного проекта
Шемякина Т. Ю., Смотров А. С., Государственный университет управления, Россия, г. Москва

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-8-9>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2023

Социально-экономическая безопасность

Каранина Е. В.,
член редколлегии

Для цитирования: Каранина Е. В. Социально-экономическая безопасность // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 2. С. 8—9, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-8-9>

Social and Economic Security

Elena V. Karanina,
Associate Editor

For citation: Karanina E. V. Social and economic security // Issues of Risk Analysis. 2023;20(2):8-9 (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-8-9>

Дорогие читатели!

В данном номере журнала «Проблемы анализа риска» большое внимание уделено теоретико-методологическим аспектам социально-экономической безопасности регионов. В современных условиях риск-ориентированный подход, в особенности на государственном и региональном уровнях, важен в реализации задач регулирования и мониторинга угроз как важнейших экономических направлений (промышленность, сельское хозяйство, отраслевые рынки, торгово-экономические отношения), так и социальной сферы (благополучие граждан, развитие культуры, здравоохранения, рынка труда).

Регионы сегодня развиваются в разных экономических и территориальных условиях, перестраиваются логистические цепочки, внешнеэкономические связи, пересматриваются приоритеты развития, но все же сформированный региональный социально-экономический потенциал является отправной точкой обеспечения развития даже в ситуации воздействия сложных и негативных факторов.

В качестве существенных факторов выступают климатические, природные и экологические риски. Данным проблемам посвящена статья «Управление природными и экологическими рисками при усилении континентальности климата» (В. Н. Башкин, И. В. Припутина, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения, ФИЦ ПНЦБИ РАН; Р. А. Галиулина, Институт фундаментальных проблем биологии). Авторами рассмотрены приемы управления природными и экологическими рисками в условиях усиления континентально-

сти климата в полярных регионах газодобычи, выделены ведущие факторы проявления природных, экологических и климатических рисков. Представленные результаты исследований являются особо актуальными в изменяющихся и подверженных высоким рискам природно-климатических условиях Крайнего Севера.

Вопросам анализа инвестиционных рисков посвящена статья «Применение инструментов анализа рисков в управлении стоимостью инвестиционно-строительного проекта» (Т. Ю. Шемякина, А. С. Смотров, Государственный университет управления). В статье исследованы возможности повышения точности оценки стоимости инвестиционно-строительного проекта на основе различных инструментов анализа, оценки и моделирования стоимости проекта на всех этапах жизненного цикла проекта, с позиции распределения затрат по отдельным элементам и видам работ, применения различных подходов к оценке на различных этапах. Отметим, что широкое понимание методов диагностики инвестиционных рисков с учетом применения различных подходов на разных проектных стадиях играет роль в повышении точности и объективности оценки эффективности проекта, в принятии решений аналитического и управленческого характера в зависимости от факторов разного уровня и элементов строительных работ.

Особое внимание в номере уделено вопросам региональной социально-экономической безопасности. Так, в статье «Влияние международных санкций на социально-экономическую безопасность регионов» (Е. В. Каранина, Е. Ю. Селезнева, Вятский государственный университет) поднимается актуальная проблема влияния антироссийских санкций на экономику страны с позиции оценки уровня социально-экономической безопасности регионов (на примере Приволжского федерального округа). В результате исследования представлен анализ степени влияния санкционного давления на пока-

затели внешнеторговых операций, доступности технологий, уровня просроченных кредитов, финансовых результатов деятельности региональных компаний. Представлен комплекс методов, позволяющих определять факторы, которые в большей степени влияют на состояние региональной экономики, а также формировать эффективные направления снижения влияния санкций на социально-экономическую безопасность регионов.

Статья «Анализ и оценка состояния экономической безопасности Согдийской области» (Т. И. Тохилов, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими) посвящена методам оценки уровня экономической безопасности региона на основе расчета интегральных коэффициентов и проведения многомерного сравнительного анализа с учетом эталонных значений в разрезе групп показателей: макроэкономическое развитие, социальное развитие, финансовая безопасность, экологическая безопасность, кадровая безопасность.

Методологические подходы с позиции нового содержания, применимые в процессе прогнозирования рисков, раскрываются в статье «Методические аспекты анализа риска недостижения цели при формировании среднесрочных прогнозов развития структурно сложных систем» (А. В. Бочков, НИИАС; В. С. Сафонов, Газпром ВНИИГАЗ). Предлагаемый авторами подход позволяет определить коридор прогнозирования на заданном для достижения целевого состояния показателей временном промежутке с учетом существующего качества развивающейся системы и позволяет более точно спрогнозировать кризисные явления в экономике.

Надеемся, что представленные материалы будут полезны практикующим риск-менеджерам и аналитикам, специалистам в сфере экономической безопасности на различных уровнях систем управления.

УДК 338.12

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-10-25>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2023

Влияние международных санкций на социально-экономическую безопасность регионов¹

Каранина Е. В.*,**Селезнева Е. Ю.,**

Вятский государственный
университет,
610000, Россия, г. Киров,
ул. Московская, д. 36

Аннотация

С 2014 г. тема санкций и контрсанкций не сходит с первых страниц популярных и научных изданий и большинства информационных ресурсов. Большое количество работ отечественных и зарубежных авторов, консалтинговых агентств давали как позитивные, так и негативные прогнозы влияния антироссийских санкций на экономику страны в целом. На протяжении 8 лет были введены разные виды санкций, которые наносили экономический удар как по частным лицам, так и по секторам экономики и конкретным корпорациям, которые представлены в разных регионах страны, что, несомненно, несет риски и для социально-экономической безопасности субъектов РФ. Субъекты РФ имеют разную структуру экономики и уровень социально-экономического развития, при этом влияние санкций на уровень социально-экономической безопасности отдельных регионов и возможности их нивелирования пока недостаточно исследованы, что придает этой теме высокую актуальность. Целью исследования является оценка природы санкций и их влияния на социально-экономическую безопасность регионов. В работе использованы библиографический, аналитические, статистико-математические методы исследования, анализируются открытые статистические данные в разрезе регионов Приволжского федерального округа (ПФО). В результате проведенного исследования представлен анализ степени влияния санкционного давления на показатели внешнеторговых операций, доступности технологий, уровня просроченных кредитов, финансовых результатов деятельности компаний. В результате исследования обозначены факторы, которые в большей степени влияют на состояние региональной экономики, показатели, индикаторы, и определены направления снижения влияния санкций на социально-экономическую безопасность регионов ПФО.

Ключевые слова: регион; санкции; социально-экономическая безопасность; индикаторы; влияние; нивелирование.

Для цитирования: Каранина Е. В., Селезнева Е. Ю. Влияние международных санкций на социально-экономическую безопасность регионов // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 2. С. 10—25, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-10-25>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта Президента Российской Федерации НШ-5187.2022.2 для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации в рамках темы исследования «Разработка и обоснование концепции, комплексной модели резилиенс-диагностики рисков и угроз безопасности региональных экосистем и технологии ее применения на основе цифрового двойника».

Impact of International Sanctions on the Socio-Economic Security of Regions²

Elena V. Karanina*,
Ekaterina Yu. Selezneva,
Vyatka State University,
Moskovskaya str., 36, Kirov,
610000, Russia

Abstract

Since 2014, the problem of sanctions and counter-sanctions has not left the front pages of popular and scientific publications and most information resources. A large number of works by domestic and foreign authors, consulting agencies gave both positive and negative forecasts of the impact of anti-Russian sanctions on the country's economy as a whole. Over the course of 8 years, various types of sanctions were introduced that dealt an economic blow to both individuals and sectors of the economy and specific corporations that are represented in different regions of the country, which undoubtedly carries risks for the socio-economic security of the constituent entities of the Russian Federation. The subjects of the Russian Federation have a different structure of the economy and the level of socio-economic development, while the impact of sanctions on the level of socio-economic security of individual regions and the possibilities of leveling them have not yet been sufficiently investigated, which gives this topic high relevance. The purpose of the study is to assess the nature of the sanctions and their impact on the socio-economic security of the regions. The work uses bibliographic, analytical, statistical and mathematical research methods, analyzes open statistical data in the context of the regions of the Volga Federal District (VFD). As a result of the study, an analysis of the degree of influence of sanctions pressure on the indicators of foreign trade operations, the availability of technologies, the level of overdue loans, and the financial results of companies' activities was presented. As a result of the study, factors were identified that have a greater impact on the state of the regional economy, indicators, indicators and directions for reducing the impact of sanctions on the socio-economic security of the Volga Federal District regions.

Keywords: region; sanctions; social and economic security; indicators; influence; leveling.

For citation: Karanina E.V., Selezneva E. Yu. Impact of international sanctions on the socio-economic security of region// Issues of Risk Analysis. 2023;20(2):10-25, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-10-25>

The authors declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Исследование санкционной политики в разрезе стран

2. Результаты исследования влияния санкций на социально-экономическую безопасность регионов (на примере ПФО)

Заключение

Литература

² The article was prepared with the support of a grant from the President of the Russian Federation NSH-5187.2022.2 for state support of leading scientific schools of the Russian Federation within the framework of the research topic "Development and substantiation of the concept, integrated model of resonance diagnostics of risks and threats to the security of regional ecosystems and technology for its application based on a digital twin".

Введение

История санкций для РФ не нова, санкциям подвергались и отдельные города Древней Руси, например Великий Новгород (1137 г. — хлебная блокада): Ганза — торгово-экономический союз Северо-Западной Европы — наложила запрет для новгородцев ходить в Балтийском море. Ограничениям подвергались и некоторые сектора экономики и территории во время Ивана Грозного, так, порт Нарва фактически находился в блокаде со стороны Польши и Швеции. Таможенная война XVII—XIX вв. против Российской империи принимала разнообразные формы и методы [7]. Советский Союз находился под давлением постоянных санкций на протяжении всего своего существования, при этом значительное количество ограничений было введено после Генуэзской конференции в 1922 г. [3, с. 152—156] и ряда других конференций, когда своими решениями советская делегация закрыла возможность через инструменты внешней торговли для утечки капиталов за рубеж из Советского Союза, а также был принят ряд протекционистских мер. Значительное давление оказывалось и в 30-е годы, и вплоть до распада СССР, при этом противники прибегали к откровенным провокациям, таким как история с корейским «Боингом-747» южнокорейских авиалиний в 1983 г. [4, с. 185—196].

Российская Федерация испытывала постоянное влияние латентной «торгово-экономической войны». Открытое экономическое противостояние началось с 2014 г. из-за присоединения Крыма и Севастополя, поддержки ЛНР и ДНР, из-за провокаций опять же с «Боингом МН17», но уже майяйзийским [6]. Но с 22.02.2022 санкционное давление оказалось беспрецедентным. Так, до данной даты количество санкций составляло 2754, а после (на 15.08.2022) общее число составило уже более 10 000³. Такое значение торгово-экономических ограничений делает Российскую Федерацию лидером санкционного давления, до этого первое место принадлежало Ирану.

Дискуссии вокруг экономических санкций в основном сводятся к оценке их влияния на эконо-

мику страны в целом, при этом все же недостаточно внимания уделяется вопросам социально-экономической безопасности регионов, которые имеют свою отраслевую специфику, внешние экономические связи, социальный состав населения, а также проблемам реализации механизмов применения на уровне регионов действия санкций и ответственности за несоблюдение ограничительных мер.

Экономические санкции — это инструмент «торгово-экономических войн», совокупность ограничений или полного прекращения торговых и финансовых операций для достижения целей безопасности или внешней политики зарубежной страны или союзов стран, международных объединений [5]. Необходимо выделить следующие виды санкций.

1. По субъекту применения:

1.1 всеобъемлющие, например, полное эмбарго США в отношении Республики Куба;

1.2 секторальные санкции, например, санкции в отношении нефтегазовой, энергетической, металлургической отраслей РФ;

1.3 адресные санкции, например, арест имущества и средств в зарубежных банках, запрет на въезд [21].

2. По сфере применения:

2.1 торговые ограничения;

2.2 финансовые ограничения;

2.3 дипломатические блокады;

2.4 процессуальные санкции;

2.5 спортивные и культурные запреты;

2.6 технологические и информационные;

2.7 образовательные и научные [14].

Меры воздействия на объект санкций включают:

- заморозку активов государства, физического или юридического лица;

- запрет на экспорт и импорт товаров, работ, услуг конкретному государству или его резидентам;

- запрет на экспорт и импорт вооружений и военной техники;

- запрет на перемещение граждан;

- ограничение доступа на финансовый рынок;

- запрет для компаний вступать в определенные виды экономических отношений с объектами санкций;

- ограничение научной деятельности;

- ограничение предоставления помощи развитию и др. [11].

³ Russia Sanctions Dashboard. Castellum.AI Automate Compliance Screening // URL: <https://www.castellum.ai/russia-sanctions-dashboard>

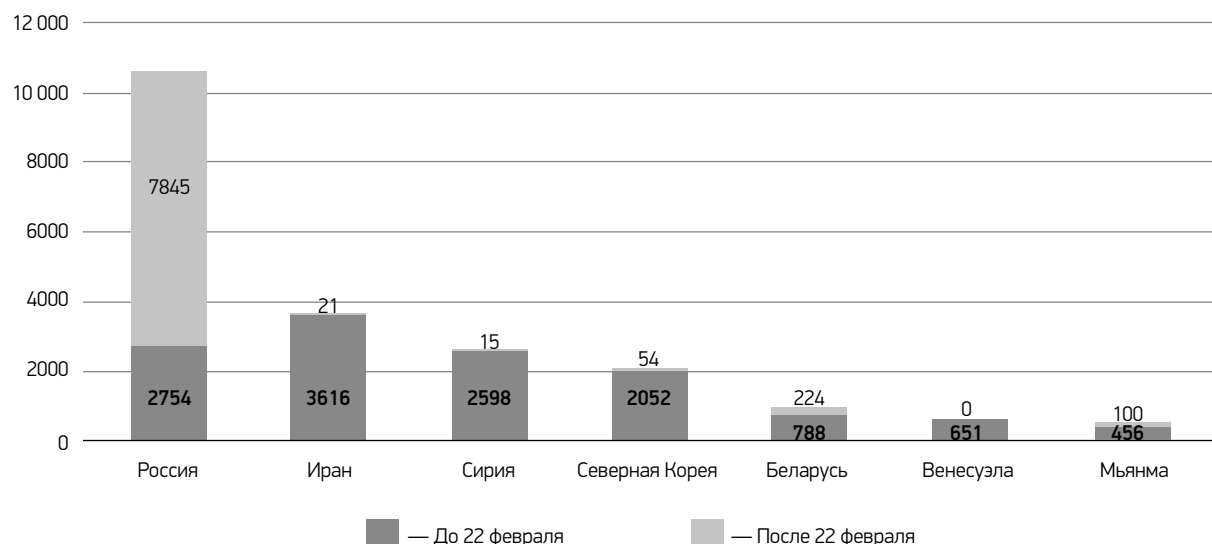


Рис 1. Количество санкций в разрезе стран

Figure 1. Number of sanctions by country

Источник: Russia Sanctions Dashboard. Castellum.AI Automate Compliance Screening // URL: <https://www.castellum.ai/russia-sanctions-dashboard>

Показательно, что к санкциям в публичных и научных дискуссиях не относят торговые барьеры и режимы экспортного контроля, что, по мнению авторов, неверно, так как некоторые барьеры, ограничения и ответные меры наносят серьезный урон экономике зависимых от внешней торговли стран и регионов [2].

1. Исследование санкционной политики в разрезе стран

На основе статистической информации известной интернет-платформы Castellum.AI⁴, на которую часто ссылается известное агентство Bloomberg⁵, представим данные по санкциям от недружественных стран против РФ в сравнении с другими государствами (рис. 1).

В совокупности с 2014 г. Россия стала самой санкционированной страной, опережая Иран и Северную Корею. В совокупности все недружественные

страны и их объединения, международные организации наложили на РФ более 10 тыс. санкций. При этом РФ ввела в отношении недружественных стран 7845 ответных санкций. Количество санкций в отношении РФ в разрезе стран представлено на рис. 2.

Основная доля санкций исходит от США, Евросоюза, Канады и Швейцарии, соответственно, эти страны можно назвать основными «недружественными государствами». В итоге за 3,5 месяца на РФ было наложено 6 пакетов санкций, многие исследователи и аналитики утверждают, что как минимум 4 пакета были готовы заранее и были бы реализованы при любом течении событий. Подозрение вызывает скорость и подготовленность санкционных пакетов, так как уже к 23 февраля был введен первый пакет санкций ЕС, в начале марта второй, уже 9 марта — третий, 15 марта — четвертый, 5 апреля — пятый и 3 июня — шестой.

Каждая группа санкций преследует определенные политические и экономические цели:

- подрыв или ограничение потенциала страны, региона, сокращение экономической базы для производства;
- создание социальной напряженности в обществе;

⁴ Russia Sanctions Dashboard. Castellum.AI Automate Compliance Screening // URL: <https://www.castellum.ai/russia-sanctions-dashboard>

⁵ Bloomberg назвал Россию мировым лидером по количеству санкций // URL: <https://www.rbc.ru/economics/08/03/2022/6226867a9a7947db2e9e223b>

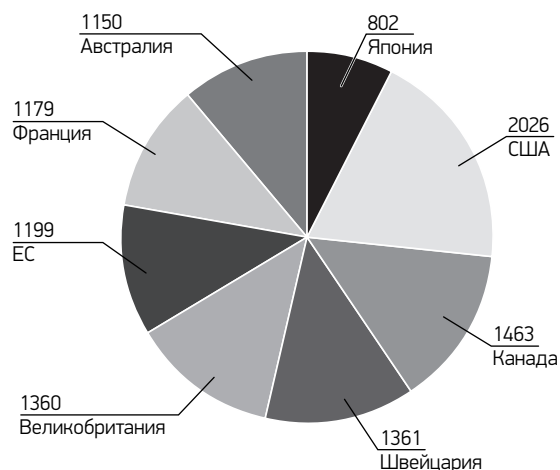


Рис. 2. Количество санкций по странам в отношении РФ с 2014 г.

Figure 2. Number of sanctions by countries against the Russian Federation since 2014

Источник: Russia Sanctions Dashboard. Castellum.AI Automate Compliance Screening // URL: <https://www.castellum.ai/russia-sanctions-dashboard>

- предотвращение военных действий или сдерживание наступательных действий;
- смену политического режима и дестабилизацию политической системы;
- умеренное изменение экономического и политического курса в стране, регионе [20].

Как утверждают известные аналитики и ученые, проблема неэффективности влияния западных санкций и ведения торгово-экономической войны в 2022 г. заключается в том, что все санкции были введены быстро и на малом промежутке времени, что позволило быстро сориентироваться и перестроить каналы поставок и сбыта, при этом других инструментов без ущерба странам, объединению стран уже не остается. Примером может служить ограничительный перечень товаров для продажи резидентам РФ более чем на 200 позиций. РФ в ответ разрешила параллельный импорт и, по сути, отказалась признавать авторские права стран — обладательниц патентов.

Нормативно-правовая база международных санкций определена в соответствии со ст. 39, 41 главы VII Устава Организации Объединенных Наций.

Совет Безопасности вправе ввести ограничительные меры в отношении отдельных стран и незаконных объединений [1]. Также в разных странах применялись отдельные законы, которые актуальны и до сих пор, например, Закон о торговле с враждебными государствами США (Trading with the Enemy Act, 1917 г.), Закон об иностранной помощи США (Foreign Assistance Act, 1961 г.), Закон о чрезвычайных положениях (National Emergencies Act, 1976 г.) и еще более 10 нормативно-правовых актов и большое количество поправок, последние были приняты уже в 2022 г. Данные нормативно-правовые акты предоставляют президенту США возможность объявить чрезвычайное положение в качестве ответа на действия государства или негосударственного актора, которые могут представлять угрозу для интересов или безопасности США [9].

Европейский союз (ЕС) активно использует механизм санкций как для защиты собственных интересов, так и для политического и экономического давления. В настоящий момент ЕС установлено 38 режимов ограничительных мер [10]. Возможность наложения ограничительных мер закреплена в ст. 215 Договора о функционировании Европейского союза. Принятые санкционные мероприятия публикуются в Официальном журнале Европейского союза [12].

В Российской Федерации основным законом, который регламентирует применение санкций, является Федеральный закон «О специальных экономических мерах» (№ 281-ФЗ от 30.12.2006). Решение о проведении санкционных мероприятий принимается Президентом Российской Федерации по представлению либо Совета Безопасности, либо Правительства, либо обеих палат Федерального Собрания РФ [22].

2. Результаты исследования влияния санкций на социально-экономическую безопасность регионов (на примере ПФО)

С целью исследования влияния санкций на социально-экономическую безопасность региона представим перечень основных индикаторов социально-экономического развития регионов в динамике с 2012 г. Данный год следует принять за базовый, так как его можно считать последним относительно

Таблица 1. Средний курс доллара США, руб.

Table 1. Average US dollar exchange rate, rub

Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Курс доллара США, руб.	31,08	31,85	38,61	61,07	66,08	58,29	62,69	64,73	72,13

Источник: Динамика курса доллара за последние 20 лет. График и таблица по годам // URL: <https://gidfinance.ru/analytics/investment/dinamika-kursa-dollar-a-za-20-let>

спокойным годом в торгово-экономических отношениях со странами дальнего зарубежья. Основной показатель, который определяет развитие экономики региона, — это валовой региональный продукт, с целью сопоставимости с показателями экспорта и импорта пересчитан по среднему курсу долл. США за год [16].

Так, исходя из данных по курсу официальной валюты, чаще всего используемой в международных расчетах, ВРП (внутренний региональный продукт) имеет следующую динамику, представленную на рис. 3.

По всем без исключения регионам наблюдается снижение ВРП, средний темп минус 23,36%, что может быть связано не только с реальным падением экономики, но и с недооцененностью рубля. Первый сектор, который получает удар от санкций, — это внешнеэкономическая деятельность регионов, выражающаяся в показателях экспорта и импорта товаров, работ, услуг [17]. Для определения взаимосвязи внешнеэкономической деятельности и значения ВРП необходимо соотнести экспорт и импорт с ВРП, результаты представлены в табл. 2.

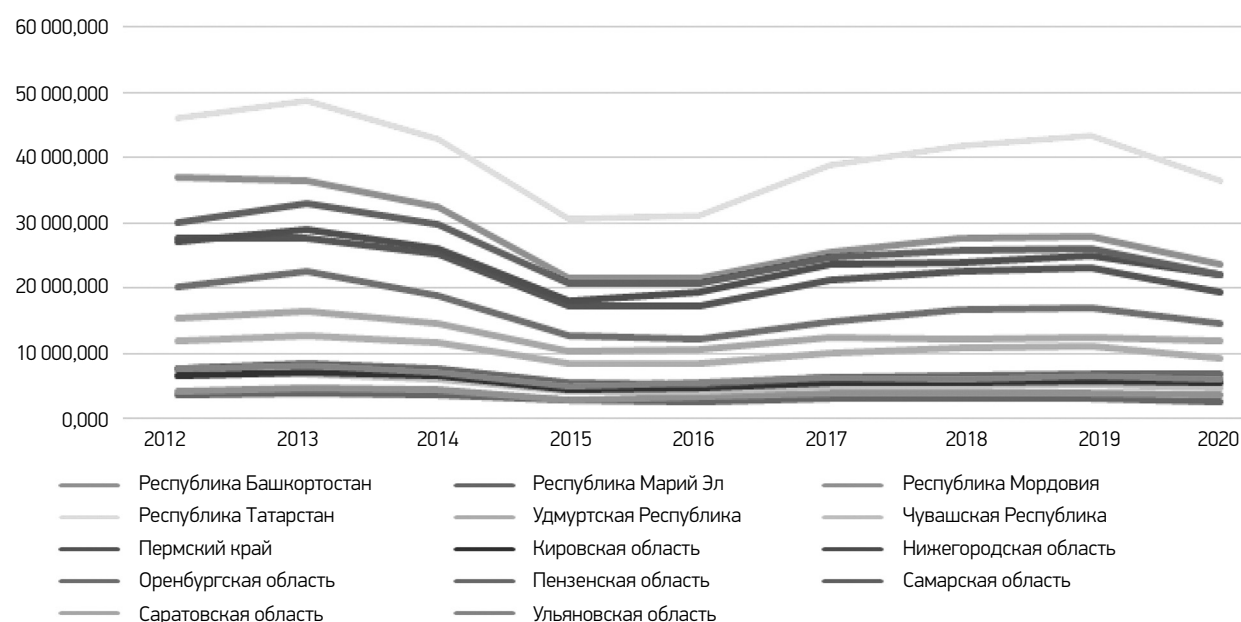
**Рис. 3. Динамика ВРП по регионам ПФО в млн долл. США**

Figure 3. Dynamics of GRP by regions of the Volga Federal District in millions of dollars USA

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

Таблица 2. Показатели динамики и значения внешнеэкономической деятельности для ВРП регионов*Table 2. Indicators of dynamics and significance of foreign economic activity for DRP of regions*

	Темп прироста ВРП	Темп прироста экспорта	Темп прироста импорта	Темп прироста соотношения экспорта к ВРП	Темп прироста соотношения импорта к ВРП
Республика Башкортостан	–35,83	–76,4	–23,8	–63,29	18,70
Республика Марий Эл	–27,58	–83,9	–1,7	–77,72	35,68
Республика Мордовия	–13,72	146,2	–0,1	185,32	15,83
Республика Татарстан	–21,02	–62,6	13,1	–52,61	43,15
Удмуртская Республика	–21,87	–61,7	44,2	–51,01	84,52
Чувашская Республика	–31,09	41,0	–26,6	104,58	6,52
Пермский край	–29,72	–48,4	–12,7	–26,58	24,27
Кировская область	–18,18	–22,4	16,5	–5,14	42,33
Нижегородская область	–18,82	–28,5	–20,1	–11,86	–1,63
Оренбургская область	–27,96	–59,5	–44,4	–43,83	–22,80
Пензенская область	–11,46	111,5	37,8	138,89	55,63
Самарская область	–26,48	–42,7	–6,1	–22,03	27,71
Саратовская область	–22,21	–71,0	13,2	–62,71	45,54
Ульяновская область	–21,04	14,3	37,3	44,79	73,83
Среднее значение	–23,36	–17,4	1,9	4,06	32,09
Корреляция темпа прироста ВРП с соответствующим показателем		0,6207	0,6192	0,5389	0,3553

Рассчитано по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

На основании представленных данных отрицательная динамика экспорта и импорта имеет среднюю взаимосвязь с темпами снижения ВРП субъектов ПФО.

Оценка изменений экспортно-импортных операций со странами дальнего зарубежья представлена исходя из источников санкций и по причине того, что 65% экспорта и 73% импорта в среднем по регионам ПФО приходится на данные страны. Динамика экспорта представлена на рис. 4.

Динамика вывоза товаров с территории регионов ПФО Российской Федерации практически для всех регионов за 9 лет имела отрицательные значения, самые большие негативные изменения фиксируются по ведущим регионам ПФО или регионам, которые имеют значительный сырьевой экспорт. Положительную динамику экспортных операций имеют только четыре региона — это Республи-

ка Мордовия, Чувашская Республика, Пензенская и Ульяновская области.

Динамика импорта товаров в разрезе регионов ПФО отражена на рис. 5.

Динамика ввоза товаров на территорию Российской Федерации показывает также отрицательный тренд, при этом сумма ввозимых товаров на территорию регионов ПФО значительно (в несколько раз) ниже, чем вывозимых. Но в данном случае 6 регионов показали положительную динамику, это Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Кировская, Пензенская, Саратовская и Ульяновская области, но необходимо отметить, что значения импорта данных регионов невелики.

Далее представлены результаты оценки динамики соотношения экспорта и импорта товаров (рис. 6).

Динамика свидетельствует о более существенном снижении экспорта по отношению к импорту

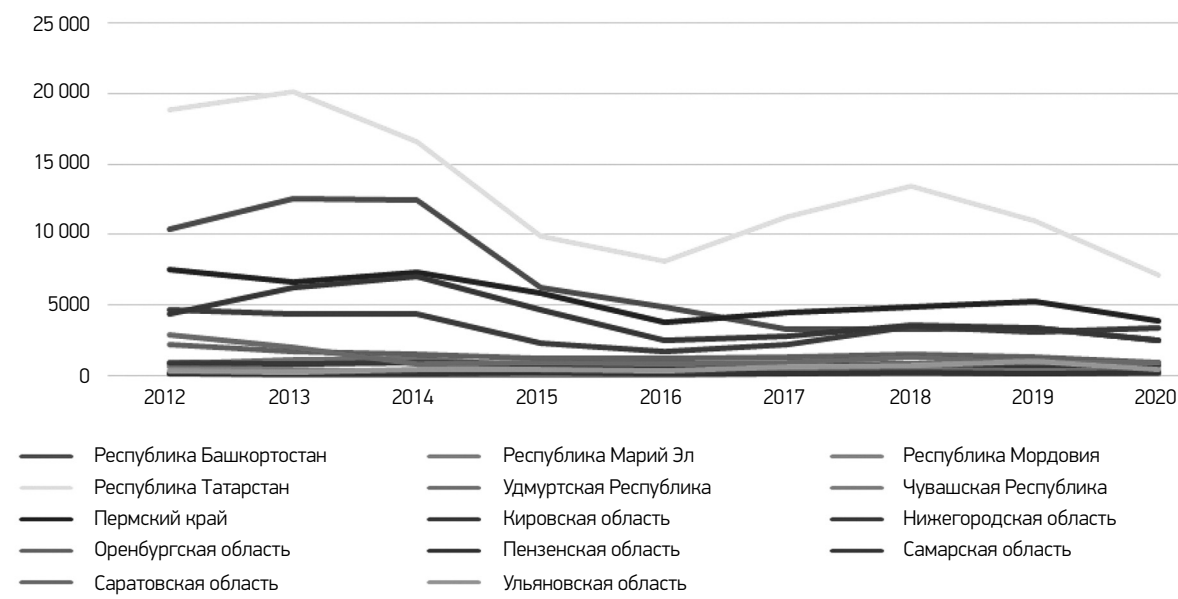


Рис. 4. Динамика экспорта товаров со странами дальнего зарубежья по регионам ПФО, млн долл.

Figure 4. Dynamics of export of goods with non-CIS countries by Volga Federal District regions, million dollars

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

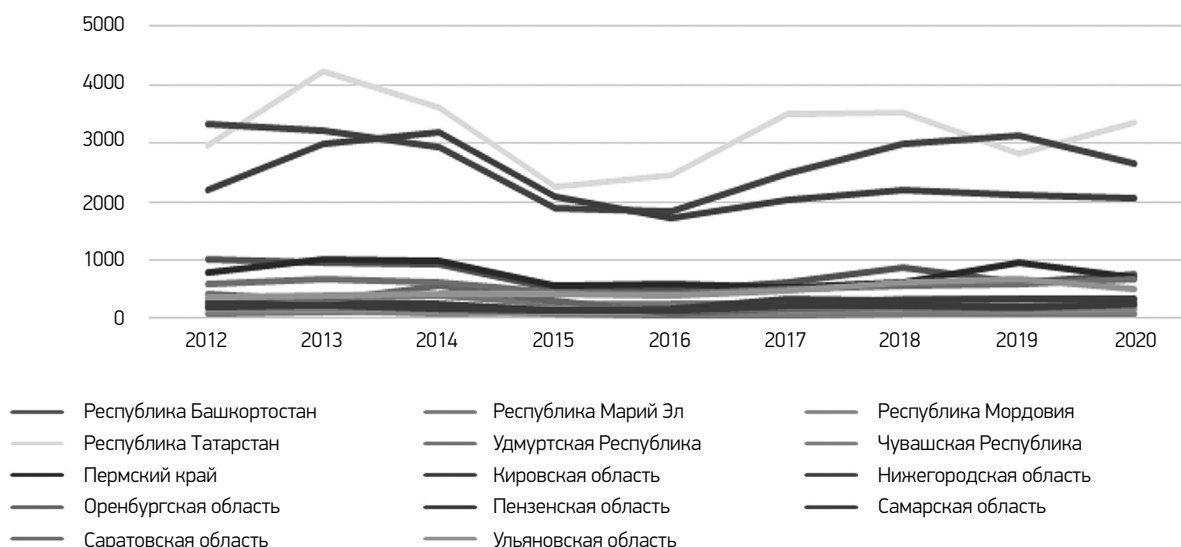


Рис. 5. Динамика импорта товаров со странами дальнего зарубежья по регионам ПФО, млн долл.

Figure 5. Dynamics of imports of goods with non-CIS countries by Volga Federal District regions, million dollars

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

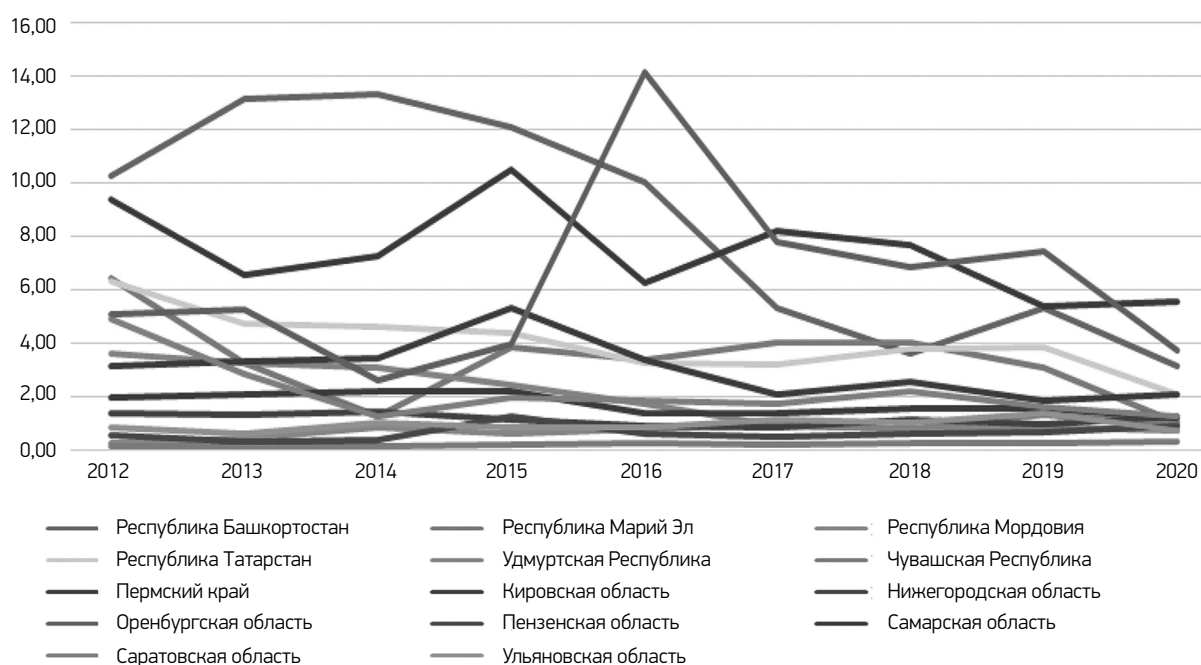


Рис. 6. Динамика коэффициента соотношения экспорта и импорта со странами дальнего зарубежья по регионам ПФО, раз

Figure 6. Dynamics of the ratio of exports and imports with non-CIS countries by regions of the Volga Federal District, times

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

практически по всем регионам ПФО, только в трех регионах экспорт преобладает над импортом, и это значение возрастает (Мордовия, Чувашия и Пензенская область). Все три показателя могут говорить о постепенном «выдавливании» предприятий регионов с зарубежных рынков и из мировой системы разделения труда. Но необходимо учитывать и общий мировой тренд на деглобализацию, создание валютных зон или пан-регионов и рост протекционистских мер во всех странах [18]. Данный факт достаточно долго отрицался в международном экономическом дискурсе, но 14 апреля 2022 г. глава МВФ Кристалинка Георгиева подтвердила возможность «появления конкурирующих систем с разными стандартами торговли и технологий, платежными системами и резервными валютами»⁶.

⁶ IWF-Chefin Georgiewa warnt vor Spaltung der Weltwirtschaft // URL: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/corona-und-krieg-in-der-ukraine-iwf-chefin-warnt-vor-spaltung-der-weltwirtschaft-a-94b715d9-2483-4fbb-a81d-45618705c27a>

Помимо ВРП одним из основополагающих показателей развития региона является сальдированный финансовый результат (прибыль минус убытки) деятельности организаций региона (СФР), его динамика позволяет оценить отрицательное или положительное значение прибавочного продукта, создаваемого в регионе (рис. 7).

По большинству регионов наблюдается снижение сальдированного финансового результата с 2012 г., но значительный прирост зафиксирован в Республике Мордовия (более чем в пять раз) и Пензенской области (в четыре раза), незначительный прирост отмечается в Кировской, Нижегородской областях и Удмуртской Республике.

В процессе исследования был проведен корреляционный анализ взаимосвязи сальдированного финансового результата деятельности организаций региона с объемом экспорта и импорта. Результаты представлены в табл. 3.

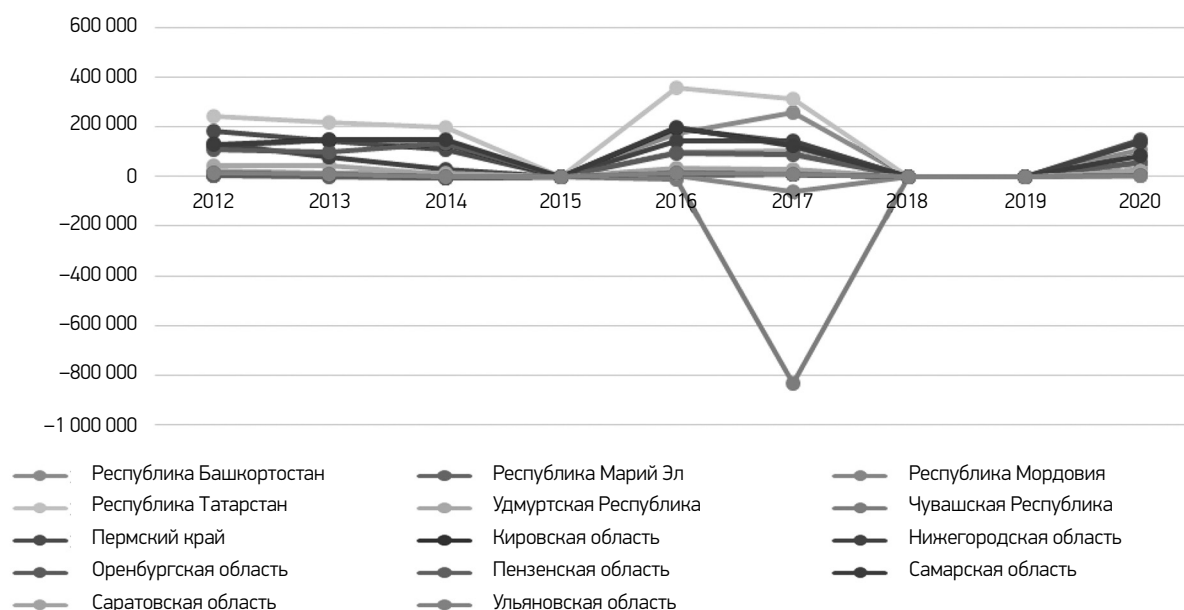


Рис. 7. Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убытки) деятельности организаций региона (СФР)

Figure 7. Consolidated financial result (profit minus losses) of regional organizations (CFR)

Составлено по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

Таблица 3. Взаимосвязь сальдированного финансового результата деятельности организаций региона с объемом экспорта и импорта

Table 3. Correlation of the balanced financial result of the activities of organizations in the region with the volume of exports and imports

Регионы / показатели взаимосвязи с:	Объемом экспорта	Объемом импорта	Рейтинг региона по влиянию экспорта	Рейтинг региона по влиянию импорта
Корреляция по всему массиву данных ПФО	0,506	0,449		
Республика Башкортостан	-0,427	-0,618	12	12
Республика Марий Эл	0,321	-0,453	3	9
Республика Мордовия	-0,360	0,174	11	3
Республика Татарстан	0,119	-0,359	6	8
Удмуртская Республика	-0,791	-0,672	14	13
Чувашская Республика	-0,017	-0,205	7	7
Пермский край	-0,260	-0,489	10	11
Кировская область	0,292	-0,010	4	5
Нижегородская область	-0,610	-0,459	13	10
Оренбургская область	0,611	0,722	2	1
Пензенская область	0,782	0,211	1	2
Самарская область	0,152	-0,005	5	4
Саратовская область	-0,141	-0,823	8	14
Ульяновская область	-0,173	-0,173	9	6

Рассчитано по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

Так, в большинстве регионов между сальдированным финансовым результатом и экспортом/импортом наблюдается отрицательная взаимосвязь. Положительная сильная линейная зависимость наблюдается только в Оренбургской и Пензенской областях по импорту. Отрицательная сильная линейная зависимость наблюдается в Удмуртской Республике по экспорту и Саратовской области по импорту. Наилучшие рейтинги по влиянию импорта и экспорта на положительную динамику сальдированного финансового результата имеют Оренбургская и Пензенская области.

Помимо показателей внешнеторгового оборота динамику социально-экономического развития региона и влияния санкций можно выявить через следующие показатели:

- поступление в регион иностранных инвестиций (ИИ);
- задолженности по кредитам, предоставленным кредитными организациями в иностранной валюте юридическим лицам (ЗКюл);

• величина средств, выплачиваемых за год за импорт технологий и услуг технического характера (ОИт) [13].

При равных условиях опасность тем больше, чем выше значимость факторов, способных причинить ущерб социально-экономическому развитию региона. В качестве показателя значимости необходимо принять отношение рассматриваемых величин к объему валового регионального продукта [23]. Чем больше значения этих относительных к ВРП показателей, тем серьезнее была потенциальная опасность того, что уменьшение оборота внешней торговли, сокращение притока иностранных инвестиций, рост задолженности по кредитам отрицательно скажутся на экономическом развитии регионов в текущем и будущем периодах [15].

Представим данные по субъектам ПФО Российской Федерации по индикатору поступления в регион иностранных инвестиций (ИИ) к ВРП в табл. 4.

Наиболее существенное влияние поступлений иностранных инвестиций на экономику региона

Таблица 4. Поступление в регион иностранных инвестиций (ИИ), млн долл. США к ВРП, %

Table 4. Receipt of foreign investment (FI) to the region, million dollars United States to DRP, %

Регионы ПФО	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Откл., +-
Республика Башкортостан	0,5	0,8	1,2	1,0	0,6	1,0	0,8	1,2	1,7	1,3
Республика Марий Эл	1,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	-1,3
Республика Мордовия	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	-0,2
Республика Татарстан	1,7	0,9	1,3	4,3	2,6	1,7	1,4	4,2	1,8	0,2
Удмуртская Республика	4,9	6,2	3,0	2,9	3,9	2,0	2,8	0,0	0,3	-4,6
Чувашская Республика	0,3	2,3	0,9	1,0	0,8	0,4	2,5	0,1	0,2	0,0
Пермский край	3,5	4,8	4,0	17,3	3,4	2,2	13,1	4,9	2,8	-0,7
Кировская область	0,3	0,2	0,1	1,0	0,4	1,3	1,1	0,1	0,9	0,7
Нижегородская область	3,6	3,6	4,7	5,4	3,7	3,0	3,1	2,0	5,2	1,6
Оренбургская область	1,2	1,3	0,7	0,4	0,9	0,3	0,1	0,9	1,2	0,0
Пензенская область	1,3	0,6	0,6	0,4	1,4	0,9	0,9	1,6	0,8	-0,5
Самарская область	3,8	4,2	2,8	1,3	1,3	1,5	5,1	2,7	2,3	-1,5
Саратовская область	0,3	0,4	1,2	0,8	1,2	1,0	0,4	0,6	0,8	0,4
Ульяновская область	1,4	0,8	3,0	5,3	2,7	2,5	5,0	2,0	1,4	0,0

Рассчитано по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

в разрезе лет отмечено в Удмуртской Республике, Пермском крае, Нижегородской, Саратовской и Ульяновской областях. При этом динамика отклонений показателя незначительна.

Уровень задолженности по кредитам, предоставленным кредитными организациями в иностранной валюте юридическим лицам, к ВРП характеризует снижение деловой активности и нехватку валюты, а также рост курса доллара (табл. 5).

Высокое значение этого обратного показателя социально-экономического развития региона наблюдалось в Республиках Башкортостан и Татарстан, Оренбургской и Ульяновской областях. Лидерами по данному показателю стали Удмуртская Республика и Пермский край.

Величина средств, выплачиваемых за год за импорт технологий и услуг технического характера, может показать риски зависимости региона от высокотехнологичной продукции внешнего рынка (табл. 6).

Наиболее существенные результаты по данному показателю имеют Республика Татарстан, Нижегородская и Самарская области, что также может быть связано с реализацией крупных международных и федеральных проектов на территории регионов.

Таким образом, субъекты ПФО, экономика которых больше ориентирована на внешние рынки сбыта и импорта продукции и услуг, больше подвержены влиянию внешней конъюнктуры и введенных рядом стран против РФ различных видов санкций. Также внешнеторговая деятельность требует свободных и дешевых заемных средств [19]. Снижение объемов внешней торговли регионов, снижение поступления в страну иностранных инвестиций, рост задолженности хозяйствующих субъектов в иностранной валюте представляют значительную угрозу для социально-экономического развития регионов как ПФО, так и всей РФ [8]. В 2014—2022 гг. такая угроза реализовалась.

Таблица 5. Задолженности по кредитам, предоставленным кредитными организациями в иностранной валюте юридическим лицам (ЗКЮл), млн руб. к ВРП, %

Table 5. Debt on loans provided by credit institutions in foreign currency to legal entities (DLle), rub million to DRP, %

Регионы ПФО	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Откл., +—
Республика Башкортостан	4	4	7	9	8	7	4	3	3	–1
Республика Марий Эл	2	1	2	2	3	3	0	1	1	–1
Республика Мордовия	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Республика Татарстан	4	4	4	7	11	10	7	8	7	3
Удмуртская Республика	1	0	17	29	32	31	24	34	32	31
Чувашская Республика	3	1	1	2	2	2	1	1	1	–2
Пермский край	7	5	6	20	23	21	16	9	6	–2
Кировская область	4	1	1	1	1	1	1	2	2	–3
Нижегородская область	2	2	3	4	4	3	1	3	4	2
Оренбургская область	2	2	3	6	7	7	5	6	5	3
Пензенская область	1	1	0	5	6	6	1	0	0	–1
Самарская область	2	1	1	1	1	1	0	0	1	–2
Саратовская область	1	1	1	1	1	1	1	3	1	0
Ульяновская область	4	8	12	18	8	8	8	5	3	–1

Рассчитано по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

Таблица 6. Величина средств, выплачиваемых за год за импорт технологий и услуг технического характера (ОИТ), млн долл. к ВРП, %*Table 6. The amount of funds paid for the year for the import of technologies and services of a technical nature (PTi), million dollars to DRP, %*

Показатели	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Откл., +/-
Республика Башкортостан	10,3	10,6	81,6	4,8	5,2	4,9	0,4	3,6	4,7	-5,7
Республика Марий Эл	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Республика Мордовия	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	2,8	28,4	5,2	1,4	1,4
Республика Татарстан	18,3	64,1	38,4	30,6	21,1	34,6	47,7	26,3	28,9	10,6
Удмуртская Республика	0,0	0,0	4,1	4,7	1,8	1,2	3,5	1,2	2,2	2,2
Чувашская Республика	0,8	0,0	0,0	2,0	0,0	3,7	3,2	0,9	0,0	-0,8
Пермский край	13,3	14,2	11,2	6,8	14,6	13,5	4,6	4,1	9,4	-3,9
Кировская область	0,1	0,2	3,1	3,5	4,9	4,9	5,3	8,9	9,3	9,2
Нижегородская область	19,4	10,0	12,8	10,7	15,3	40,7	36,4	97,2	15,3	-4,1
Оренбургская область	11,7	9,6	4,9	2,6	3,6	5,1	5,2	7,5	2,7	-9,0
Пензенская область	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,6	0,6
Самарская область	13,9	40,5	40,8	33,8	38,4	25,0	30,8	38,7	34,5	20,5
Саратовская область	42,4	9,2	26,9	7,3	8,1	8,9	9,4	6,6	7,4	-35,0
Ульяновская область	2,4	4,1	2,4	14,3	20,7	11,0	9,6	4,3	7,0	4,6

Рассчитано по: Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021 г. // URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm

Под влиянием названных и ряда других факторов экономическое развитие регионов РФ замедлилось, социально-экономическое положение большинства регионов ухудшилось.

Заключение

Исходя из проведенного исследования, можно выделить следующие последствия санкций для социально-экономического развития регионов.

1. Сокращение экспорта региональных товаров и услуг приводит к падению доходов регионального бюджета и экспортно ориентированных предприятий, а следовательно, и возможным социальным проблемам.

2. Сокращение объемов производства работающих на экспорт предприятий и их доходов вызывает увеличение безработицы, сокращение налоговых поступлений в федеральный и региональный бюджет.

3. Из стран дальнего зарубежья в значительных объемах поступают машины, оборудование и транспортные средства, продукция химической промышленности, продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье. Остается значительной зависимость от программного обеспечения и наукоемких изделий. Показательно, что первые пакеты санкций были связаны с запретом на продажу именно этих категорий товаров, что указано в Регламентах ЕС. Всего к ввозу в РФ запрещено около 200 видов товарной продукции согласно ТНВЭД. Санкции США после 22.02.2022 в большей степени были связаны со сферой финансовых и логистических ограничений, что, несомненно, вызывает риски замедления развития технологий ряда производств регионов, особенно наукоемких и оборонных, риски снижения поступлений в бюджет, платежеспособного спроса, роста цен.

4. Антироссийские санкции также вызвали ограничение доступности хозяйствующих субъектов регионов к дешевым кредитам. Недоступность внешних источников инвестиций при отсутствии равноценной внутренней замены сдерживает развитие производства и технологического прогресса на региональных предприятиях.

5. Антироссийские санкции привели к блокировке финансовых операций, попавших в санкционные списки физических и юридических лиц, которые представлены в том числе и на территории ПФО.

Администрацией Президента, Правительством РФ и Центробанком предпринимались шаги по снижению влияния санкций на экономику страны, и в том числе регионов, в первые же дни беспрецедентного санкционного давления были приняты указы и постановления, в том числе Указ Президента Российской Федерации от 05.03.2022 № 95 (с изм. от 22.06.2022, 05.07.2022) «О временном порядке исполнения обязательств перед некоторыми иностранными кредиторами», Указ Президента Российской Федерации от 01.03.2022 № 81 (с изм. от 27.05.2022, 05.07.2022) «О дополнительных временных мерах экономического характера по обеспечению финансовой стабильности Российской Федерации», Постановление Правительства Российской Федерации от 12.03.2022 № 353 (ред. от 01.07.2022) «Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации в 2022 году», Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2022 № 506 «О товарах (группах товаров), в отношении которых не могут применяться отдельные положения Гражданского кодекса Российской Федерации о защите исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности, выраженные в таких товарах, и средства индивидуализации, которыми такие товары маркированы».

Согласно последнему Постановлению к параллельному импорту разрешено около 100 товаров стратегического назначения, что позволило сохранить на российском рынке продукцию зарубежных высокотехнологичных компаний.

Также необходимо отметить, что санкции оказали более существенное отрицательное влияние и на экономику стран, которые их ввели, что привело к увеличению инфляции, росту цен, социально-экономическому напряжению, так как в одной

пока еще системе разделения труда удары взаимны и достаточно болезненны для всех сторон торгово-экономической войны. Поэтому часть санкций пришлось снимать и, очевидно, многие санкции еще будут отменены или найдутся способы их обхода для субъектов международного рынка, но уже без громкого информационного сопровождения.

Литература [References]

1. Казанцев С. В. Оценка влияния экономического спада и антироссийских санкций на регионы РФ // ЭКО. 2016. № 5(503). С. 55—70. [Kazantsev S. V. Estimation of an economic downturn and the anti-russian sanctions impact on the regions of Russia // ECO. 2016;(5):55-70, (In Russ.)]
2. Капогузов Е. А., Чупин Р. И. «Санкции 2022»: возможности и ограничения реакционного регулирования со стороны российского государства // Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики). 2022. Т. 13. № 1. С. 67—74, <https://doi.org/10.17835/2078-5429.2022.13.1.067-074> [Kapoguzov E. A., Chupin R. I. (2022). "Sanctions 2022": The impossibility and ban on regulation by the Russian state in a blow // Journal of Economic Regulation 2022;13(1):67-74, (In Russ.), <https://doi.org/10.17835/2078-5429.2022.13.1.067-074>]
3. Катасонов В. Ю. Генуэзская конференция в контексте мировой и российской истории. М.: Кислород. 2015. 240 с. [Katasonov V. Yu. Genoa Conference in the context of world and Russian history. M.: Oxygen. 2015. 240 p., (In Russ.)]
4. Мухин Ю. И., Брюн М. Третья мировая над Сахалином, или кто сбил корейский лайнер? М.: Алгоритм-Книга. 2008. 365 с. [Mukhin Y. I., Brun M. World War III over Sakhalin, or Who shot down a Korean liner? M.: Algorithm-Book. 2008. 365 p., (In Russ.)]
5. Нуреев Р. М., Бусыгин Е. Г. Экономические санкции: издержки и выгоды конфронтации // Terra Economicus. 2017. Т. 15. № 3. С. 56—74. <https://doi.org/10.23683/2073-6606-2017-15-3-56-74> [Nureev R. M., Busygin E. G. Economic sanctions: costs and benefits of confrontation// Terra Economicus. 2017;15(3):56-74, (In Russ.), <https://doi.org/10.23683/2073-6606-2017-15-3-56-74>]
6. Фурсов А. И. Крушение «Боинга» было провокацией / Официальный сайт Фурсова А. И., 19 июня 2014 г. http://andreyfursov.ru/news/krushenie_boinga_bylo_

- provokaciej/2014-07-19-349 (Дата обращения: 15.09.2022) [Fursov A.I. The crash of the Boeing was a provocation / The official website of Fursov A.I., June 19, 2014 http://andreyfursov.ru/news/krushenie_boinga_bylo_provokaciej/2014-07-19-349 (Accessed: 15.09.2022), (In Russ.)]
7. Юрченко О.А., Краснослободцева Ю.С. Россия и санкции: история экономического влияния // Вопросы устойчивого развития общества. 2020. № 8. С. 99—110, <https://doi.org/10.34755/irok.2020.67.43.029> [Yurchenko O.A., Krasnoslobodtseva Y.S. Russia and sanctions: History of economic impact // Issues of sustainable development of society. 2020;(8):99-110, (In Russ.), <https://doi.org/10.34755/irok.2020.67.43.029>]
8. Afanasyev D.O., Fedorova E., Ledyeva S. Strength of words: Donald Trump's tweets, sanctions and Russia's ruble // Journal of Economic Behavior & Organization. 2021;184:253-277. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.02.002>
9. Afesorgbor S.K. (2019). The impact of economic sanctions on international trade: how do threatened sanctions compare with imposed sanctions? // European Journal of Political Economy. 2016;56:11-26. <https://doi.org/10.1016/j.ejpolco.2018.06.002>
10. Bali M., Rapelanoro N. How to simulate international economic sanctions: a multipurpose index modelling illustrated with EU sanctions against Russia // International Economics. 2021. Vol. 168. P. 25—39. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2021.06.004>
11. Belozyorov S.A., Sokolovska O. Economic sanctions against Russia: assessing the policies to overcome their impact // Economy of Regions. 2020;16(4):1115-1131, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-8>
12. Early B.R. Making sanctions work: promoting compliance, punishing violations, and discouraging sanctions busting // Research Handbook on Economic Sanctions. 2021. P. 167—186. <https://doi.org/10.4337/9781839102721.00015>
13. Kazantsev S.V. Evaluation of the Sanctions Impact on Sanctioning Countries' trade with Russia // Finance: theory and practice. 2019;23(3):6-15. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-3-6-15>
14. Kazantsev S.V. Russia's Foreign Trade under the Anti-Russian Sanctions // Review of Business and Economics Studies. 2018;6(3):44-56, <https://doi.org/10.26794/2308-944X.2018-6-2-44-56>
15. Kapustin N.O., Grushevenko D.A., Grushevenko E.V. Russian oil industry under sanctions: analysis of long-term implications and adaptation strategies // International Journal of Energy Technology and Policy. 2021;1(3):299-322. <https://doi.org/10.1504/IJETP.2021.116331>
16. Karanina E.V., Ostrovskaya V.N., Usonov M.M., Erokhina E.A. The Sufficiency of Circular Practices in Agriculture to Fight Global Hunger and Ensure Food Security // Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. 2022. P. 181—190. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1125-5_21
17. Karanina E.V., Skudnova I.A., Selivanova M.A. Diagnostics of economic security risks as a manifestation of management quality in the global financial markets: factors, threats, criteria and indicators of industrial and manufacturing engineering // International Journal for Quality Research. 2021;15(3): 941-960. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.03-16>
18. Karanina E.V., Selezneva E.Yu., Chuchkalova S.V. Improving the national logistics model on an international scale in the context of the economic crisis // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. VIII International Scientific Conference Transport of Siberia. 2020. P. 012041. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012041>
19. Krasnokutskiy P., Tkacheva O., Burianova N., Yarovaya N., Kazakova A. (2021) Development of the regional agro-industrial complex in case of economic sanctions // E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, Interagromash, 2021. Rostov-on-Don, 2021. P. 08024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127308024>
20. Nguyen T.T., Do M.H. Impact of economic sanctions and counter-sanctions on the Russian Federation's trade // Economic Analysis and Policy. 2021;71:267-278. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.05.004>
21. Peksen D., Jeong J.M. Coercive diplomacy and economic sanctions reciprocity: explaining targets' counter-sanctions // Defence and Peace Economics. 2021. <https://doi.org/10.1080/10242694.2021.1919831>
22. Shilov G.M. Countries' sanctions policies: sanctions practices and current trends // World economy and world finance: problems and prospects. 2021. P. 243—250.
23. Timofeeva R.A., Aksenov I.A. Foreign trade potential of Vladimir region under sanctions // Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR). Proceedings of International Scientific and Practical Conference "Russia 2020 — a new reality: economy and society". 2021. P. 260—263. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210222.051>

Сведения об авторах

Каранина Елена Валерьевна: доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой финансов и экономической безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ)

Количество публикаций: более 350

Область научных интересов: экономическая безопасность региона, оценка рисков, резилиенс-диагностика безопасности и устойчивости региональных экосистем

ResearcherID: L-1395-2016

Scopus Author ID: 57192661919

ORCID: 0000-0002-5439-5912

Контактная информация:

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

Karanina@vyatsu.ru

Селезнева Екатерина Юрьевна: кандидат экономических наук, преподаватель кафедры финансов и экономической безопасности, Вятский государственный университет (ВятГУ)

Количество публикаций: более 15, в т. ч. монографий, учебных изданий

Область научных интересов: экономика, управление рисками, экономическая безопасность, финансовая безопасность, региональная экономика

Scopus Author ID: 57214088196

Контактная информация:

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

usr21500@vyatsu.ru

Статья поступила в редакцию: 03.02.2023

Одобрена после рецензирования: 07.03.2023

Принята к публикации: 20.03.2023

Дата публикации: 28.04.2023

The article was submitted: 03.02.2023

Approved after reviewing: 07.03.2023

Accepted for publication: 20.03.2023

Date of publication: 28.04.2023

УДК 338.47:656(575.3)

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-26-40>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2023

Анализ и оценка состояния экономической безопасности Согдийской области

Тохилов Т. И.,

Политехнический институт
Таджикского технического
университета имени
академика М. С. Осими,
735700, Таджикистан,
г. Худжанд, ул. Ленина, д. 226

Аннотация

В статье предложен метод оценки уровня экономической безопасности региона, которая опирается на исследование значения базовых показателей, с расчетом интегральных показателей. Разработка методических положений по оценке экономической безопасности региона является актуальной с точки зрения необходимости принятия эффективных управленческих решений по своевременному обнаружению и ликвидации возможных опасностей и угроз, снижению рисков экономической безопасности в стране и ее регионах.

В последние годы экономическая безопасность претерпела ряд серьезных изменений. Экономическая война и суверенитет проникли в стратегическое мышление и политический дискурс наряду со свободной торговлей и протекционизмом, которые до сих пор были основными направлениями экономической политики большинства стран. Беспрецедентная поляризация глобальных геополитических отношений, повышенные ставки на технологическое превосходство вокруг новых поколений телекоммуникационных сетей и обработка данных стали катализатором этого сдвига парадигмы. В этой новой ситуации сильные стороны региональной экономики также являются активами, которые могут быть использованы крупными конкурирующими силами, зачастую лучше подготовленными для этой цели.

Базовые показатели экономической безопасности отдельного региона приведены в сопоставимый вид путем их нормирования относительно средних значений по всем территориям страны. Предложено нормирование базовых показателей оценки состояния экономической безопасности региона. Экономическая безопасность оценена путем расчета интегрального коэффициента, методом многомерного сравнительного анализа. Для оценки экономической безопасности региона использована группа показателей: макроэкономическое развитие, социальное развитие, финансовая безопасность, экологическая безопасность, кадровая безопасность, позволяющие получить представление об экономической безопасности в целом. Предложено для каждого показателя безопасности определить наилучшее (эталонное) значение, которое принимается за единицу, далее осуществляется сравнение показателей по каждой составляющей безопасности с эталоном.

Ключевые слова: макроэкономическое развитие; социальное развитие; финансовая безопасность; экологическая безопасность; кадровая безопасность; экономическая безопасность региона.

Для цитирования: Тохилов Т.И. Анализ и оценка состояния экономической безопасности Согдийской области // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 2. С. 26—40, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-26-40>

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Analysis and Assessment of the State of Economic Security of the Sughd Region

Tokhirzhon I. Tokhirov,

Khujand Polytechnic Institute of
Tajik Technical University,
Lenin str., 226, Khujand,
735700, Tajikistan

Abstract

The article proposed a method for assessing the level of economic security of the region, which relies on the study of the value of basic indicators, with the calculation of integral indicators. The development of methodological provisions for assessing the economic security of the region is relevant from the point of view of the need to make effective management decisions for the timely detection and elimination of possible dangers and threats, and to reduce the risks of economic security in the country and its regions.

In recent years, economic security has undergone a number of major changes. Economic warfare and sovereignty have infiltrated strategic thinking and political discourse, along with free trade and attractiveness, which have so far been the main economic policies of most countries. The unprecedented polarization of global geopolitical relations and the increased stakes in technological superiority around new generations of telecommunications networks and data processing have been the catalyst for this paradigm shift. In this new situation, the strengths of the regional economy are also assets that can be used by large competing forces, often better equipped for this purpose.

Bringing the basic indicators of the economic security of a particular region into a comparable form by normalizing them relative to the average values for all territories of the country. A rationing of basic indicators for assessing the state of economic security of the region is proposed. Economic security was assessed by calculating the integral coefficient, using the method of multivariate comparative analysis. To assess the economic security of the region, a group of indicators of macroeconomic development, social development, financial security, environmental security, personnel security was used, allowing to get an idea of economic security in general. It is proposed for each safety indicator to determine the best (reference) value, which is taken as a unit, then the indicators are compared for each safety component with the standard.

Keywords: macroeconomic development; social development; financial security; environmental security; personnel security; economic security of the region.

For citation: Tokhirov T. I. Analysis and assessment of the state of economic security of the Sughd region // *Issues of Risk Analysis*. 2023;20(2):26-40, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-26-40>

The author declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Анализ состояния экономики Согдийской области
2. Методика оценки уровня экономической безопасности региона
3. Расчет интегрального индекса экономической безопасности

Заключение

Литература

Введение

Одна из задач обеспечения экономической безопасности основывается на анализе состояния социально-экономических систем региона. В силу того, что экономики регионов принадлежат разным экономическим уровням развития, соответственно, и источники возникновения угроз будут различны. Поэтому значимость оценки экономической безопасности заключается в определении возможных и существующих угроз с последующей целью нахождения инструментов, направленных на их предотвращение.

Экономическая безопасность — это бесперебойное функционирование экономик и поддержание сравнительного баланса с экономиками других стран. Оценка уровня экономической безопасности региона состоит в анализе основных показателей развития, таких как национальный доход, национальный доход на душу населения, покупательная способность — на неизменном или более высоком уровне и участие в мировой покупательной способности. Финансовое измерение экономической безопасности является одним из четырех измерений экономической безопасности, таких как измерение сырья и энергии, измерение продовольствия и доступ к чистой воде. Оценка уровня экономической безопасности региона логически связана с другими сферами безопасности, что позволяет проводить всесторонний анализ экономической безопасности любого региона.

Угрозы экономической безопасности появляются в результате процесса обеспечения экономической безопасности, приводящего к нестандартным действиям, таким как замораживание частных активов или ограничение конвертируемости валюты. Отсутствие мер по обеспечению экономической безопасности регионов приводит к угрозе суверенитета и территориальной целостности государства.

Одной из основных функций государства является стремление обеспечить (как на международном, так и на региональном уровне) безопасность своих граждан и организаций, действующих на его территории. Обеспечение экономической безопасности региона — это долгосрочный процесс изменений, происходящих в экономике, он включает количественные изменения в экономике (то есть увеличение производства, занятости, потребления,

капитала и других экономических ценностей), а также качественные изменения. Качественные изменения включают, например, повышение квалификации рабочей силы, технический и технологический прогресс, модернизацию структуры экономики, повышение уровня эффективности управления, улучшение структуры товаров и услуг, производимых в данном регионе.

Для оценки уровня экономической безопасности региона необходимо дать наиболее точное определение понятию и определить его состав. За последнее время в отечественной и международной практике исследований сформировалось множество подходов к рассмотрению понятия «экономическая безопасность региона», его сущности и состава.

При анализе понятия «экономическая безопасность» следует рассмотреть, как трактуется само понятие «безопасность» в науке. Слово «безопасность» означает, прежде всего, отсутствие опасности, то есть внутреннее или внешнее состояние какого-либо элемента или объекта, и заключается в невозможности причинения ему вреда извне.

1. Анализ состояния экономики Согдийской области

Территория Северного Таджикистана, представленная Согдийской областью, состоит из 14 сельских районов, 10 городов, 20 поселков городского типа, 93 джамаатов (джамаат — местный орган самоуправления). Общие контуры развития северного региона характеризуются следующим [3, 4]:

- смещением индустриального центра к Худжанду, Бустону и Гулистону;
- частичное промышленное развитие в Пенджикенте и Исфаре;
- приоритет агропромышленного развития в Б. Гафуровском и остальных районах Согдийской области.

Согдийская область, где проживают 29% населения страны, расположена на севере страны, граничит с Ташкентской, Джизакской, Самаркандской, Наманганской и Ферганской областями Республики Узбекистан, а также Баткенской областью Республики Кыргызстан, и является относительно развитым промышленным регионом.

В то же время регион, как система в условиях малой национальной экономики — Республика Тад-

жикистан, является сложным социально-экономическим комплексом со специфическими условиями и связями. Состояние экономики региона не может быть characterized одинаково, т.е. с позиции единой отрасли или потенциала, а комплексно с учетом анализа среды, развитости институтов, тенденций во всех сферах народного хозяйства, действующих на определенной территории.

Здесь необходимо отметить, что наиболее комплексным индикатором развития регионов является показатель валового регионального продукта (далее — ВРП), позволяющий произвести оценку состояния и уровня вовлеченности природных и экономических ресурсов региона в производственный процесс.

Трансформационный спад, продолжавшийся с 1991 по 1996 г., оставил свои глубокие отпечатки в развитии отечественного производства. Начиная с 2000 г. экономика Республики Таджикистан показывает положительную динамику, несмотря на то, что объем производства валового внутреннего продукта (далее — ВВП) в 2013 г. достиг уровня 1991 г. (рис. 1). Ежегодный прирост ВВП в республике в основном происходит за счет сферы услуг, особенно торгово-посреднических.

Графический анализ рис. 1 показывает, что ВВП Республики Таджикистан в 2020 г. составил

82 543,1 сомони, а ВРП Согдийской области составил 21 621,9 сомони, или 26,2% от ВВП страны, по сравнению с 2008 г. ВРП Согдийской области (4 037,7 млн сомони) возрос в 5,3 раза. По объему ВВП на душу населения и производству товаров народного потребления мы еще не достигли уровня начала трансформационного кризиса.

Графический анализ рис. 2 показывает, что ВВП Республики Таджикистан и ВРП Согдийской области на душу населения ежегодно увеличивались и в 2020 г. достигли уровня 8788,9 сомони по Республике Таджикистан и 7853,6 сомони по Согдийской области. Приведенная характеристика отражает положительную динамику роста показателя ВРП Согдийской области. Однако показатели анализируемых годов показывают, что доля ВРП Согдийской области в ВВП Республики Таджикистан остается низкой (табл. 1).

Приведенные табличные данные отражают не столь высокую долю ВРП Согдийской области в показателях Республики Таджикистан в целом и составляют более 25% от общей суммы. Так, в 2000 г. объем ВРП по показателю ВВП страны составил 27,2%, а в 2020 г. — 26,2%. И если проследить динамику данного показателя, то он остается более или менее стабильным и развивается с определенным колебанием. Несмотря на это, в Согдийской

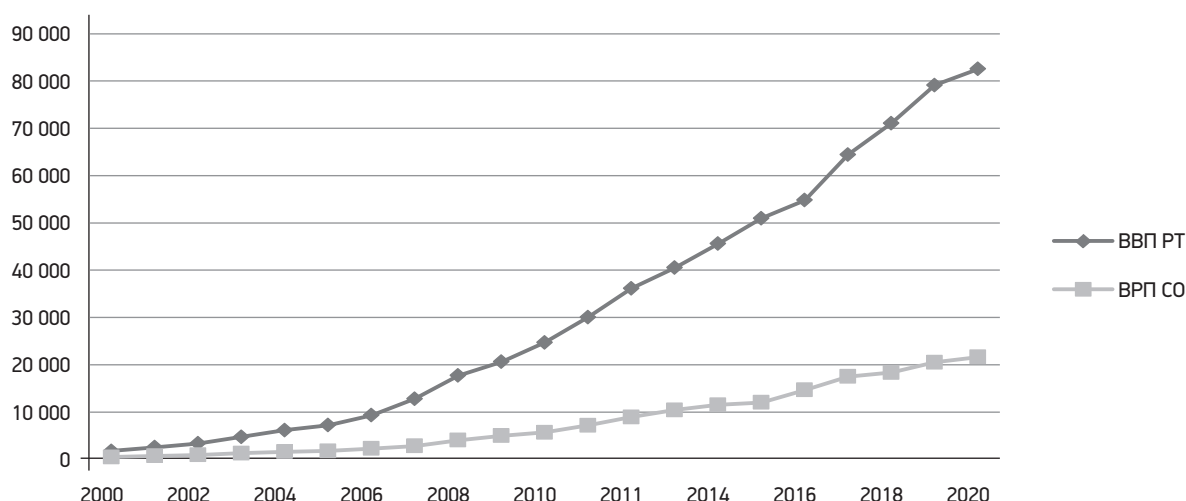


Рис. 1. Динамика физического объема ВВП Республики Таджикистан и ВРП Согдийской области, 2000—2020 гг., в ценах соответствующих лет, сомони [3, 4]

Figure 1. Dynamics of the physical volume of GDP of the Republic of Tajikistan and GRP of the Sogd region, 2000—2020 at the prices of the respective years, somoni

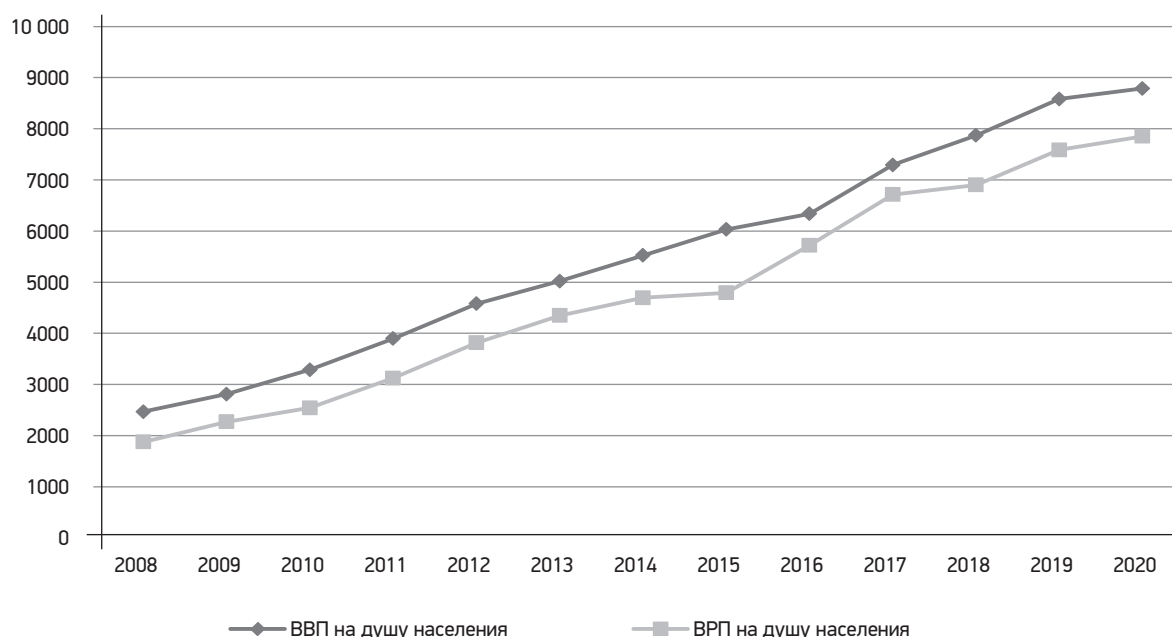


Рис. 2. Динамика ВВП Республики Таджикистан и ВРП Согдийской области на душу населения в 2008—2020 гг., млн сомони [3, 4]

Figure 2. Dynamics of GDP of the Republic of Tajikistan and GRP of the Sogdi region per capita in 2008—2020, million somoni

Таблица 1. Доля показателя ВРП Согдийской области в общем объеме ВВП Республики Таджикистан [3, 4]

Table 1. Share of GRP indicator of the Sogd region in the total volume of GDP production of the Republic of Tajikistan

Показатели	Годы								
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВВП РТ, млн сомони	1786,8	7206,6	24 707,1	50 977,8	54 790,3	64 434,3	71 059,2	79 109,8	82 543,1
ВРП по Согдийской области, млн сомони	486,8	1764,5	5716,2	12 036,9	14 654,8	17 510,7	18 343,8	20 537,1	21 621,9
Доля ВРП в показателях ВВП по РТ, %	27,2	24,5	23,1	23,6	26,7	27,2	25,8	26	26,2

области в последние годы можно заметить развитие различных отраслей народного хозяйства [3, 4].

Согдийская область рассматривается как интенсивно развивающийся регион Республики Таджикистан, она богата как трудовым, так и природным потенциалом, и отличается хорошим климатом.

Доля Согдийской области в показателях Республики Таджикистан в объеме промышленной продукции составляет 50%, в валовой продукции сельского хозяйства 31,3%, в общем объеме розничного

товарооборота по всем каналам реализации 35,6%, в общем объеме платных услуг 24,9%, во внешне-торговом обороте 36,6%.

Промышленность Согдийской области представлена 693 предприятиями. За 2020 г. промышленными предприятиями произведено продукции на сумму 15 573,2 млн сомони. Объем промышленного производства к соответствующему периоду 2019 г. с учетом индекса производства промышленной продукции составил 116,1%. Рост объема

промышленной продукции в 2020 г. по сравнению с 2019 г. обусловлен значительным его приростом в производстве пищевых продуктов [3, 4].

Согласно данным табл. 2, количество промышленных предприятий в Согдийской области к концу 2020 г. составило 693 ед., что на 36 предприятий (или на 5,4%) больше по отношению к 2019 г. Объем промышленной продукции на конец 2020 г. составил 15 573,2 млн сомони, что на 9,1 млрд сомони больше, чем в 2015 г. (в три раза).

Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала в 2020 г. составила более 33 236 чел. — по отношению к 2015 г. больше на 15,6% (4490 чел.). Таким образом, можно говорить о росте производительности труда в промышленности Согдийской области: если в 2015 г. производительность труда составляла 222,7 тыс. сомони (6402,1/28 746), то в 2020 г. показатель составляет почти 468,5 тыс. сомони (15 573,2/33 236). Рост производительности в промышленности в течение пяти лет составляет 47,5%. Это объясняется тем, что на предприятиях промышленности наблюдается сокращение административно-хозяйственного персонала [3, 4].

Анализируя структуру промышленности за 2020 г. в Согдийской области по количеству промышленных предприятий, можно выделить подотрасли промышленности, где функционирует большинство предприятий. Такими подотраслями можно считать производство пищевых продуктов (34%), текстильное и швейное производство (21%) и производство прочих неметаллических продуктов (20%).

Целлюлозно-бумажное производство, издательство и полиграфическая деятельность занимают 5% от общего количества предприятий, металлургия доходит до 8%. Другие подотрасли занимают менее 3% от общего количества. Таким образом, в Согдийской области сконцентрирована обрабатывающая промышленность и, в частности, производство пищевых продуктов.

Минерально-добывающая промышленность — 56 ед., обрабатывающая промышленность — 594, из них:

- производство пищевых продуктов, включая напитки и табак, — 198 ед.;
- текстильное и швейное производство — 113 ед.;

Таблица 2. Динамика показателей промышленной отрасли Согдийской области [4]

Table 2. Dynamics of industrial industry indicators of Sogdi region

Годы	Число предприятий, ед.	Объем промышленной продукции (в ценах 2020 г.), млн сомони	Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала, человек
2008	233	2780,2	21 059
2009	464	2713,5	18 058
2010	461	3299,6	18 895
2011	470	3910	26 118
2012	459	4594,3	27 270
2013	550	4966,4	26 600
2014	566	5393,5	22 500
2015	698	6402,1	28 746
2016	604	8662	30 156
2017	597	11 390,6	32 068
2018	633	12 062,6	28 286
2019	657	13 413,6	35 091
2020	693	15 573,2	33 236

- производство кожи, изделий из кожи, производство обуви — 9 ед.;
- обработка древесины, производство изделий из дерева — 8 ед.;
- целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность — 23 ед.;
- производство резиновых и пластмассовых изделий — 28 ед.;
- производство нефтепродуктов — 8 ед.;
- химическое производство — 15 ед.;
- производство прочих неметаллических минеральных продуктов — 118 ед.;
- металлургическое производство и производство готовых металлических изделий — 41 ед.;
- машиностроение — 13 ед. [3, 4].

В структуре производства промышленной продукции обычно выделяются три подотрасли: добывающая, обрабатывающая и производство/распределение электроэнергии, газа и воды (рис. 3).



Рис. 3. Структура отраслей промышленности Согдийской области за 2020 г.

Figure 3. Structure of industries of the Sogdi region for 2020

Распределение обрабатывающей промышленности по регионам республики неравномерно, почти половина всего производства относится к Согдийской области, около 30% к Хатлонской области, 10% по г. Душанбе и 8,5% по районам республиканского подчинения (далее — РРП). Таким образом, Согдийская область является основной в развитии добы-

вающей и обрабатывающей промышленности в Республике Таджикистан.

Начиная с 2000 г. производство промышленной продукции показывает положительную тенденцию.

За период 2000—2020 гг. доля промышленной продукции Согдийской области в общем объеме промышленности Республики Таджикистан увеличилась на 21,2% (с 29,2 до 50,4%) (табл. 3).

Удельный вес производства сельскохозяйственной продукции Согдийской области в общем объеме производства по Республике Таджикистан за период 2000—2020 гг. снизился с 47,1 до 31,3%. Начиная с 2015 г. он имеет положительную тенденцию и колеблется в пределах 30%. Сельское хозяйство в регионе имеет устойчивую тенденцию к увеличению объемов производства, в основном связанному с освоением новых земель, повышением урожайности культур, внедрением инновационных технологий по рациональному использованию земельных и водных ресурсов и др.

Отрасль сельского хозяйства направлена на обеспечение населения продовольствием и получение сырья для ряда отраслей промышленности. Агропромышленный комплекс Согдийской обла-

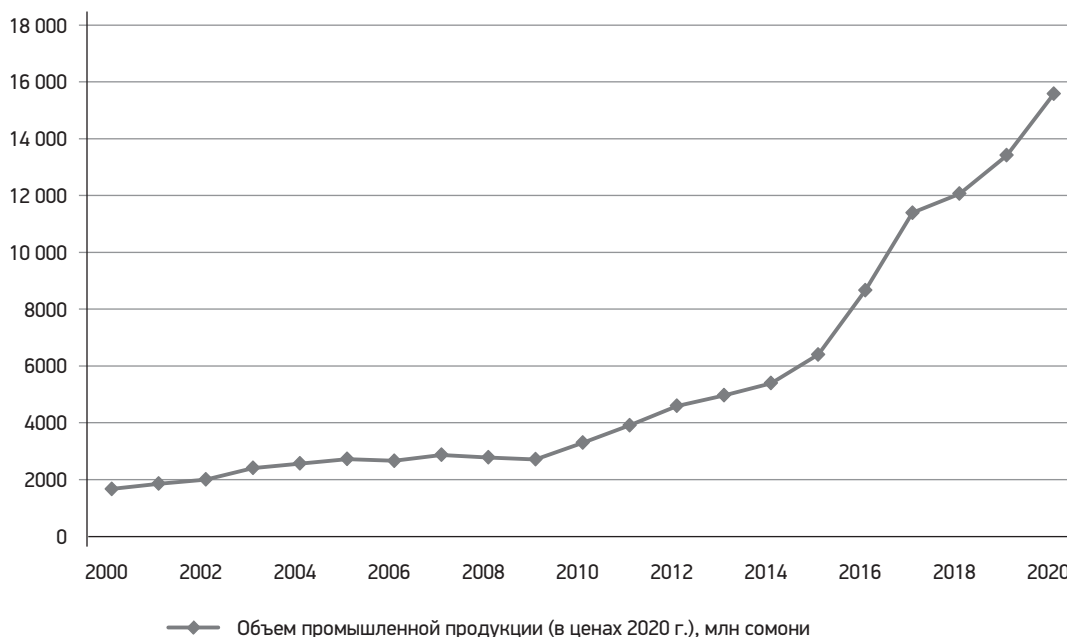


Рис. 4. Динамика изменения объема промышленной продукции Согдийской области за 2000—2020 гг., млн сомони

Figure 4. Dynamics of changes in the volume of industrial production of the Sogdi region in 2000—2020, mln somoni

Таблица 3. Доля показателя промышленной отрасли Согдийской области в общем объеме промышленности Республики Таджикистан [3, 4]*Table 3. Share of the industrial sector of the Sogd region in the total volume of industry of the Republic of Tajikistan*

Показатели	Годы								
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Промышленная продукция РТ, млн сомони	5704	9930	11 344	16 116	18 695	22 677	25 080	28 391	30 890
Промышленная продукция СО, млн сомони	1668,1	2721,2	3299,6	6402,1	8662,0	11 390,6	12 062,6	13 413,6	15 573,2
Доля СО в показателях РТ, %	29,2	27,4	29,1	39,7	46,3	50,2	48,1	47,2	50,4

сти вносит весомый вклад в валовой региональный продукт, тем самым значительно укрепляет экономику области и обеспечивает продовольственную независимость региона. Ведущей отраслью специализации сельского хозяйства Согдийской области является мясо-молочное животноводство, большое значение имеет также выращивание зерновых и овощных культур для создания местной продовольственной базы.

Производство сельскохозяйственной продукции носит, в целом, региональную направленность, хотя

в небольших объемах наблюдается выход и на внешний рынок.

Объем валовой продукции сельского хозяйства в 2020 г. составил 11 790,9 млн сомони, в т. ч. растениеводства — 8704,5 млн сомони, животноводства — 3086,4 тыс. сомони и рыбоводства — 18 353,2 млн сомони. Валовая продукция сельского хозяйства Согдийской области в 2020 г. составила от валовой продукции сельского хозяйства Республики Таджикистан 31,3%, данная тенденция из года в год идет к понижению [3, 4].

Таблица 4. Внешнеторговый оборот Согдийской области в показателях внешнеторгового оборота Республики Таджикистан [3, 4]*Table 4. Foreign trade turnover of the Sogd region in terms of foreign trade turnover of the Republic of Tajikistan*

Показатели	Годы								
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Внешнеторговый оборот РТ, млн долларов	1459,3	2238,8	3851,6	4326,2	3929,9	3972,9	4224,3	4523,7	4557,8
Экспорт РТ, млн сомони	784,3	908,7	1194,7	890,6	898,7	1198,0	1073,3	1174,4	1406,8
Импорт РТ, млн сомони	675,0	1330,1	2656,9	3435,6	3031,2	2774,9	3151,0	3349,3	3150,9
Внешнеторговый оборот СО, млн долларов	417,5	388,6	944,6	2150,8	1870,9	2050,1	2015,6	2042,7	1667,6
Экспорт СО, млн сомони	126,2	139,4	207,8	468,0	446,3	505,0	559,7	471,1	353,8
Импорт СО, млн сомони	291,3	249,3	736,8	1682,8	1424,6	1545,1	1455,9	1571,6	1313,8
Соотношение с внешнеторговым оборотом СО с РТ, %	28,6	17,4	24,5	49,7	47,6	51,6	47,7	45,2	36,6
Соотношение экспорта СО с РТ, %	16,1	15,3	17,4	52,5	49,7	42,2	52,1	40,1	25,1
Соотношение импорта СО с РТ, %	43,2	18,7	27,7	49	47	55,7	46,2	46,9	41,7

За 2000—2020 гг. общий объем розничного товарооборота имеет тенденцию к росту, с 1197,8 млн сомони в 2000 г. до 9618,9 млн сомони за 2020 г.; по сравнению с 2019 г. (10 082 млн сомони) объем уменьшился на 4,5%. Повышение уровня доходов населения способствовало росту спроса на товары быта и домашнего обихода. Улучшение условий жизни населения привело к росту спроса на культурно-оздоровительные услуги (рестораны, санатории, дома отдыха и т. д.). В свою очередь, инвестиции в санаторно-оздоровительные комплексы способствуют улучшению качества и спектра услуг в этой сфере, что повлияло на рост притока туристов — как зарубежных, так и внутренних (из других регионов страны), это обосновывает тенденцию роста объема торговли и платных услуг населению.

Доля внешнеторгового оборота Согдийской области в общем объеме по Республике Таджикистан за 2000—2015 гг. увеличилась на 21,1%, за 2015—2017 гг. наблюдается увеличение доли до 51,6%, и начиная с 2018 г. — снижение до 36,6%.

2. Методика оценки уровня экономической безопасности региона

Методика позволяет выявлять и учитывать комплексное влияние различных факторов на экономическую безопасность региона с целью принятия обоснованных управленческих решений. Влияние факторов отражается через показатели, которые должны быть выявлены и систематизированы с учетом статистических данных и административно-территориальных особенностей регионов страны. Целесообразно рассчитывать индекс региональной экономической безопасности как интегральный показатель экономической безопасности [1, 9, с. 54, 12].

Оценка уровня экономической безопасности региона рассчитывается по следующим группам показателей:

- макроэкономического развития;
- социального развития;
- финансовой безопасности;
- экологической безопасности;
- кадровой безопасности.

Этот перечень был адаптирован с учетом статистических данных Таджикистана и административ-

но-территориальных особенностей регионов страны (табл. 5). В частности, уровень всех показателей макроэкономического и социального развития, финансовой, экологической и кадровой безопасности был приведен в соответствие с региональным уровнем и с имеющимися статистическими данными.

Интегральный индекс экономической безопасности региона рассчитывается согласно следующей формуле:

$$И_{ЭБ} = \sqrt[5]{I_{МР} \cdot I_{СР} \cdot I_{ФБ} \cdot I_{ЭБ} \cdot I_{КБ}}, \quad (1)$$

где $I_{МР}$ — макроэкономическое развитие;

$I_{СР}$ — социальное развитие;

$I_{ФБ}$ — финансовая безопасность;

$I_{ЭБ}$ — экологическая безопасность;

$I_{КБ}$ — кадровая безопасность.

Каждый из этих компонентов экономической безопасности ($I_{МР}$, $I_{СР}$, $I_{ФБ}$, $I_{ЭБ}$, $I_{КБ}$) в свою очередь зависит от ряда факторов и показателей. Согласно работам большинства ученых, для отражения значимости каждого из учтенных компонентов экономической безопасности региона их пропорциональности в большей степени соответствует среднегеометрическая величина. Изменение любого из частных показателей приводит к изменению значения обобщающего показателя и фиксирует изменение состояния экономической безопасности региона.

Все рассматриваемые показатели имеют несопоставимые по абсолютному значению единицы измерения, поэтому их абсолютные значения необходимо представить в относительном виде. Для каждого показателя выберем наилучшее из всех вариантов значение, которое считаем эталоном, и примем его за единицу. Остальные значения представим относительными величинами, которые будут отображать степень ухудшения значения для данного показателя по сравнению с наилучшим.

Так как особенности экономической безопасности региона характеризуются множеством показателей, то при упорядочении совокупности единиц возникает необходимость агрегирования всех признаков множества в одну интегральную оценку.

Агрегирование признаков основывается на так называемой теории аддитивной ценности, согласно которой ценность целого равна сумме ценностей его составляющих. Если признаки множества имеют

Таблица 5. Показатели для расчета интегрального индекса экономической безопасности региона

Table 5. Indicators for calculation of integral index of economic security of the region

№	Показатели
I. Показатели макроэкономического развития	
1	ВРП на душу населения, сомони
2	Объем промышленной продукции на душу постоянного населения, сомони
3	Валовая продукция сельского хозяйства на душу населения, сомони
4	Общий объем розничного товарооборота по всем каналам реализации на душу постоянного населения, сомони
5	Объем платных услуг на душу населения, сомони
6	Внешнеторговый оборот млн долларов
II. Показатели социального развития	
1	Среднегодовая численность работающих по найму, тыс. человек
2	Среднемесячная номинальная заработная плата, сомони
3	Средний размер месячной пенсии пенсионеров, сомони
4	Темпы роста населения, в % к предыдущему году
5	Число родившихся на 1000 населения
6	Число умерших на 1000 человек населения
III. Показатели финансовой безопасности	
1	Доходы государственного бюджета, млн сомони
2	Кредитные вложения в экономику, млн сомони
3	Денежные средства предприятий и организаций по отраслям экономики, млн сомони
4	Капитальные вложения, млн сомони
5	Среднедушевые доходы населения, сомони
6	Наличие производственных запасов и затрат предприятий и организаций по отраслям экономики, млн сомони
IV. Показатели экологической безопасности	
1	Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выделения, тыс. тонн
2	Улавливание (обезвреживание) вредных веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха, тыс. тонн
V. Показатели кадровой безопасности	
1	Выпуск специалистов из учреждений среднего профессионального образования на 10 000 населения
2	Выпуск специалистов из учреждений высшего профессионального образования, на 10 000 населения
3	Численность врачей всех специальностей, на 10 000 населения

Источник: разработано автором.

разные единицы измерения, то аддитивное агрегирование требует приведения их к одной основе, т.е. предварительной нормализации. Вектор первичных признаков $[x_1, x_2, \dots, x_m]$ заменяется вектором нормализованных значений $[z_1, z_2, \dots, z_m]$.

На практике используют различные способы нормализации. Все они базируются на сопоставлении эмпирических значений признака x_i с определенной величиной a . Такой величиной может быть максимальное $x_{\max}$, минимальное $x_{\min}$, среднее зна-

чение совокупности $[x_1, x_2, \dots, x_m]$ или эталонное (пороговое) x_e значение показателя.

Если x_{ij} — некоторые показатели, $j = 1, \dots, m$; $i = 1, \dots, n$, которые в совокупности характеризуют определенный показатель, то интегральный показатель (индекс) безопасности для этого показателя должен иметь вид линейной свертки:

$$I_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} \times z_{ij}, \quad (2)$$

где: a_{ij} — весовые коэффициенты, определяющие степень вклада j -го показателя в интегральный индекс i -го компонента экономической безопасности;

z_{ij} — нормализованные значения входных показателей x_{ij} .

Этот индекс z_{ij} равен 1 тогда, когда все x_{ij} приобретают «лучшие», или оптимальные, значения, и 0 тогда, когда все показатели «плохие». Требования к a_{ij} и z_{ij} :

- все a_{ij} удовлетворяют следующим условиям: $0 \leq a_{ij} \leq 1$, $\sum a_{ij} = 1$;

- каждый из z_{ij} является нормализованным, то есть $0 \leq z_{ij} \leq 1$, причем $z_{ij} = 1$ соответствует оптимальному значению, а $z_{ij} = 0$ — наихудшему.

Основной задачей нормализации показателей считается переход к такому масштабу измерений, когда «лучшему» значению показателя соответствует значение 1, а «худшему» — значение 0. С математической точки зрения это задача нормирования переменных, а с точки зрения статистики — переход от абсолютных к нормализованным значениям показателей, которые, в свою очередь, изменяются от 0 до 1 и уже своей величиной характеризуют степень приближения к эталонному (оптимальному) значению, что можно интерпретировать в процентах: 0 соответствует 0%, 1 — 100%.

Полученные показатели будут проанализированы и переведены в индекс согласно следующей формуле:

$$Z_{ij} = \frac{X_{\phi}}{X_e}, \quad (3)$$

где Z_{ij} — коэффициент значимости (соотношения) фактического и эталонного значения показателя;

X_{ϕ} — фактическое значение показателя;

X_e — эталонное (наилучшее из всех вариантов) значение показателя.

Для расчета индексов показателей, по которым наибольшее значение означало наихудший результат, использовалась формула 3. В таких случаях чем выше было значение показателя, тем меньшим было значение индекса:

$$Z_{ij} = \frac{X_e}{X_{\phi}}. \quad (4)$$

Следующим важным этапом является определение весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты определяются с использованием модели главных компонент. Эта модель трансформирует m -мерное признаковое пространство в p -мерный пространственный компонент ($p < m$). В модели главных компонент связь между первичными признаками и компонентами описывается как линейная комбинация:

$$y_j = \sum_{i=1}^m c_{ij} \times G_i, \quad (5)$$

где y_i — стандартизированные значения i -го признака с единичными дисперсиями, суммарная дисперсия равна числу признаков m ;

c_{ij} — вклад j -го компонента в суммарную дисперсию множества показателей i -й сферы.

Компоненты G_j также представляют собой линейную комбинацию:

$$G_j = \sum_{i=1}^m d_{ij} \times x_{ij}, \quad (6)$$

где: d_{ij} — факторные нагрузки; x_{ij} — входные данные.

Весовые коэффициенты a_{ij} рассчитываются по формуле:

$$a_{ij} = \frac{c_{ij} \times d_{ij}}{\sum c_{ij} \times d_{ij}}, \quad (7)$$

При проведении анализа собранных экспертных данных необходимо определить согласованность действий экспертов. Согласованность мнений определяется с помощью коэффициента конкордации Кендалла:

$$W = \frac{12 \times S}{n^2 (m^3 - m)}, \quad (8)$$

где S — сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения;

n — число экспертов;

m — число объектов экспертизы.

Коэффициент конкордации изменяется в диапазоне $0 < W < 1$, причем 0 — полная несогласованность мнений, 1 — полное единодушие экспертов.

Для определения результата рассчитываем среднее арифметическое из весов по каждому фактору:

$$d = \frac{\Theta_1 + \Theta_2 \dots + \Theta_n}{n}, \quad (9)$$

где Θ_i — значение, проставленное i -м экспертом j -му показателю.

Полученные данные в виде индексов каждого компонента необходимо суммировать по каждому компоненту в отдельности в сводный индекс за каждый анализируемый год. Таким образом, умножив сводный индекс группы показателей (компонентов экономической безопасности) за каждый год на удельный вес важности, можно рассчитать интегральный индекс экономической безопасности за каждый анализируемый год. Интегральный индекс экономической безопасности отражает на основе оценки важнейших показателей макроэкономического и социального развития показатели финансовой, экологической и кадровой безопасности, характеризующие степень достижения экономической безопасности региона [19].

3. Расчет интегрального индекса экономической безопасности

Методики расчета индекса экономической безопасности.

Интегральный показатель экономической безопасности рассчитан согласно следующей группе показателей: макроэкономическое развитие; социальное развитие; финансовая безопасность; экологическая безопасность; кадровая безопасность.

На третьем этапе каждой группе показателей был присвоен удельный вес, отображающий относительную важность группы показателей при расчете интегрального индекса экономической безопасности региона. Важность каждой группы определялась методом средних арифметических рангов на основании оценок экспертов (табл. 6).

Полученные данные, в виде индексов каждого показателя, были суммированы по каждой группе показателей в отдельности в сводный индекс за каждый анализируемый год. Так, например, свод-

Таблица 6. Удельный вес основных групп показателей по итогам экспертных оценок

Table 6. The share of the main groups of indicators based on the results of expert assessments

Показатели экономической безопасности региона	Среднее значение удельного веса по итогам экспертных оценок
Макроэкономическое развитие	0,383
Социальное развитие	0,222
Финансовая безопасность	0,239
Экологическая безопасность	0,072
Кадровая безопасность	0,084

ный индекс по 11 макроэкономическим показателям за 2008 г. составил 0,456088.

Далее, на четвертом этапе, сводный индекс каждой группы показателей был умножен на среднее значение удельного веса по итогам экспертных оценок. К примеру, удельный вес, в соответствии с экспертными оценками макроэкономических показателей, составляет 0,383, соответственно, за 2008 г. экономический индекс составит приблизительно 0,17.

Таким образом, путем умножения сводного индекса группы показателей за каждый год на удельный вес важности была рассчитана табл. 7. Сводные индексы по пяти основным группам показателей позволили рассчитать интегральный индекс устойчивого развития по формуле 1.

Интегральный индекс экономической безопасности региона на основе оценки важнейших показателей макроэкономического развития, социального развития, финансовой безопасности, экологической безопасности, кадровой безопасности показывает степень достижения экономической безопасности региона. При этом чем больше нуля данный показатель, тем ближе регион к состоянию экономической безопасности.

В рассматриваемый период наибольшее значение интегрального показателя экономической безопасности Согдийской области наблюдается в 2019 г. (0,566), что объясняется влиянием, прежде всего, макроэкономических (2,081), социальных (1,177) и финансовых (1,196) показателей, в меньшей степени — кадровых (0,240) и экологических

Таблица 7. Сводные индексы по группам факторов, влияющих на экономическую безопасность Согдийской области, за 2008—2020 гг.

Table 7. Summary Indices by Groups of Factors Affecting Economic Security of Sogd Region for 2008—2020

Годы	Факторы				
	макроэкономические	социальные	финансовые	экологические	кадровые
2008	1,057	0,886	0,328	0,082	0,172
2009	0,951	0,927	0,335	0,080	0,180
2010	1,050	0,964	0,361	0,060	0,185
2011	1,214	0,987	0,446	0,056	0,183
2012	1,430	1,016	0,554	0,048	0,208
2013	1,597	1,092	0,647	0,082	0,197
2014	1,715	1,117	0,765	0,060	0,193
2015	1,718	1,128	0,859	0,056	0,185
2016	1,809	1,161	0,995	0,053	0,200
2017	1,987	1,206	1,088	0,092	0,232
2018	2,035	1,241	1,163	0,076	0,237
2019	2,122	1,268	1,202	0,074	0,243
2020	2,081	1,177	1,196	0,050	0,240

Источник: рассчитано автором.

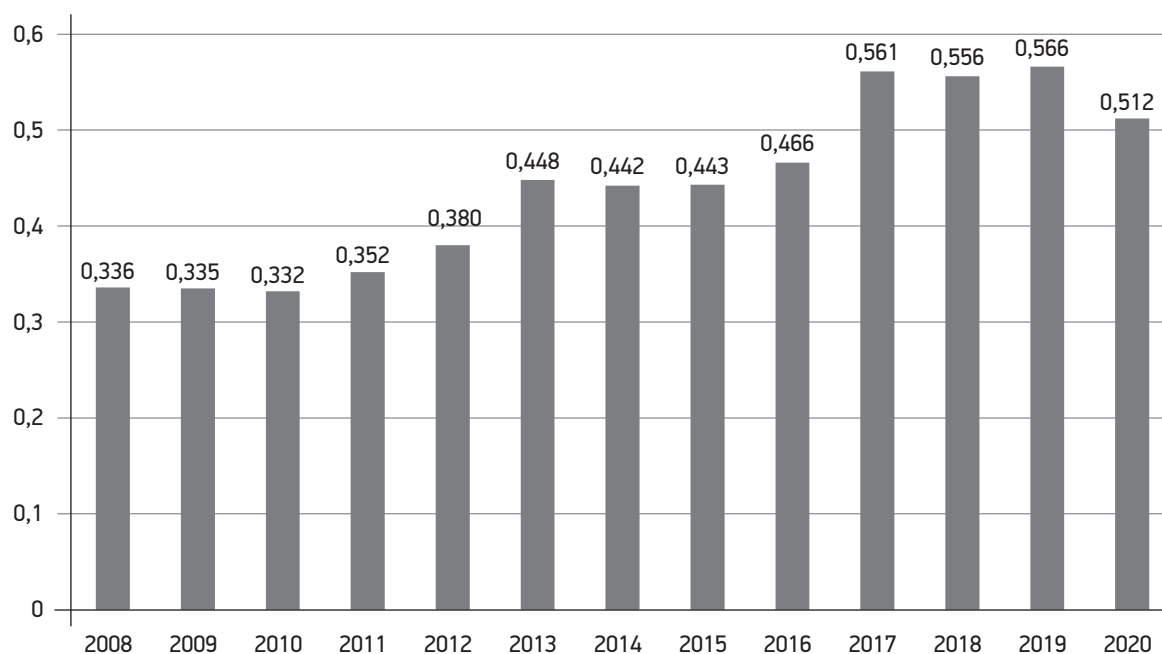


Рис. 5. Диаграмма состояния экономической безопасности Согдийской области за 2008—2020 гг.

Figure 5. Chart of the State of Economic Security of the Sogd Region for 2008—2020

(0,050) факторов. В 2010 г. отмечается наименьшее значение интегрального показателя экономической безопасности Согдийской области (0,332) за анализируемый период времени. На снижение этого показателя в 2010 г. воздействуют все факторы экономической безопасности: макроэкономические (1,050); социальные (0,964); финансовые (0,361); кадровые (0,185); экологические (0,060).

Заключение

Таким образом, выполненная интегральная оценка уровня экономической безопасности Согдийской области позволяет анализировать влияние отдельных групп факторов и сравнивать ситуацию в динамике. Важно отметить, что интегральный показатель экономической безопасности Согдийской области за анализируемый период времени находится на среднем уровне и не достиг еще своего максимального значения.

Литература [References]

1. Миронова О.А. Национальная и экономическая безопасность России: региональный аспект // Ученые записки Института управления, бизнеса и права. Серия: Экономика. 2013. № 3. С. 251—261. [Mironova O. A. National and economic security of Russia: regional aspect rural regions // Academic notes of the Institute of Management, Business and Law. Series: Economy. 2013;(3):251-261, (In Russ.)]
2. Феофилова Т.Ю. Модель управления экономической безопасностью региона // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2014. №6 <http://naukovedenie.ru/PDF/126EVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/126EVN614 (Дата обращения: 02.11.2018). [Feofilova T.Yu. Management model of economic security in the region // Online journal "SCIENCE". 2014;(6) <http://naukovedenie.ru/PDF/126EVN614.pdf> (free access). The log. from the screen. Yaz. Rus., eng. DOI: 10.15862/126EVN614, (In Russ.) (Accessed: 02.11.2018)]
3. Статистический сборник. Таджикистан: 30 лет государственной независимости. Душанбе. 2021. С. 702. [Statistical compendium. Tajikistan: 30 years of state independence. Dushanbe. 2021. P. 702]
4. Статистический ежегодник Согдийской области. Худжанд, 2021. С. 744. [Statistical yearbook of the Sogd region. Hujand, 2021, p. 744.]
5. Богомолов В.А. и др. Экономическая безопасность: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / [В.А. Богомолов и др.]; Под ред. В.А. Богомолова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 295 с. 2009 [V.A. Bogomolov et al. Economic security: a textbook for university students studying in the specialties of economics and management [V.A. Bogomolov, et al.]; ed. V.A. Bogomolov. 2nd ed., rev. and add. M.: UNITY-DANA, 295 p. 2009, (In Russ.)]
6. Бельков О.А. Понятийно-категориальный аппарат концепции национальной безопасности // Безопасность. 1994. № 3. С. 91—94. [Belkov O. A. Conceptual and categorical apparatus of the concept of national security // Security. 1994;(3):91-94, (In Russ.)]
7. Паньков В.С. Экономическая безопасность: новые аспекты проблемы // Внешняя торговля. 1992. №6. С. 26—28 [Pankov V.S. Economic Security: New Aspects of the Problem // Foreign Trade. 1992;(6):26-28, (In Russ.)]
8. Сенчагов В.К., Максимов Ю.М., Митяков С.Н., Митякова О.И. Инновационные преобразования как императив экономической безопасности региона: система индикаторов // Инновации. 2011. №5(151). С. 56—61 [Senchagov V.K., Maximov Yu.M., Mityakov S.N., Mityakova O.I. Innovative transformations as an imperative of economic safety of region: system of indicators // Innovation. 2011;(5):56-61, (In Russ.)]
9. Купрещенко Н.П. Экономическая безопасность: Учеб. пособие / Н.П. Купрещенко; Акад. экон. безопасности МВД России. М: Акад. экон. безопасности МВД России, 2005. 226 с. [Kupreschenko N.P. Economic security: textbook/N.P. Kupreschenko; Acad. econ. security of the Ministry of Internal Affairs of Russia. M: Acad. econ. security of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2005. 226 p., (In Russ.)]
10. Гаджиева Л.Э. Налогообложение как особый системный инструмент государственного регулирования экономической безопасности России: дис.... канд. экон. наук / Л.Э. Гаджиева. М., 2003. 27 с. [Hajiyeva L.E. Taxation as a special systemic tool of state regulation of economic security of Russia: dis.... cand. econ. Sciences / L. E. Hajiyev. M., 2003. 27 p., (In Russ.)]
11. Маханько Г.В. Экономическая безопасность и конкурентоспособность региона как важнейшая составляющая экономической безопасности России // Научный журнал КубГАУ. 2015. №105(01). URL: <http://ej.1gb.ru/2015/01/pdf/12.pdf> (Дата обращения: 05.11.2018).

- [Makhanko G. V. Economic safety and competitiveness of the region as the major component of economic safety of Russia // Scientific Journal of KubSAU. 2015;(105), URL: <http://ej.1gb.ru/2015/01/pdf/12.pdf>, (In Russ.), (Accessed: 05.11.2018)]
12. Абалкин Л. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение // Вопросы экономики. 1994. № 12. С. 4—16. [Abalkin L. Economic security of Russia: threats and their reflection // Voprosy Ekonomiki. 1994;(12):4-16, (In Russ.)]
13. Афонцев С. А. Дискуссионные проблемы национальной экономической безопасности // Россия XXI. 2001. № 2. С. 38—67 [Afontsev S. A. Controversial issues of the national economic security concept // Russia XXI. 2001;(2):38-67, (In Russ.)]
14. Борисов А. Б. Большой экономический словарь / М.: Книжный мир, 2003. 892 с. [Borisov A. B. Great Economic Dictionary / M.: Book World, 2003. 892 p. (In Russ.)]
15. Азарская М. А. Экономическая безопасность предприятия: учетно-аналитическое обеспечение / М. А. Азарская, В. Л. Поздеев. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. 216 с. [Azarskaya M. A. Economic security of the enterprise: accounting and analytical support / M. A. Azarskaya, V. L. Pozdeev. Yoshkar-Ola: Volga State Technological University, 2015. 216 p. (In Russ.)]
16. Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. М.: Инфра-М. 2006. 132 с. [Reisberg B. A. Modern Economic Dictionary / B. A. Reisberg, L. Sh. Lozovsky, E. B. Starodubtseva. M.: Infra-M. 2006. 132 p. (In Russ.)]
17. Илларионов А. Критерии экономической безопасности // Вопросы экономики. 1998. № 10. С. 47—54 [Illarionov A. Criteria for economic security // Voprosy Ekonomiki. 1998;(10):47-54, (In Russ.)]
18. Тохиров Т. И. Концепция транзитного потенциала автотранспортной системы региона // Транспортное право. 2014. № 2. С. 29—32 [Tokhirov T. I. Concept of transit potential of the region's motor transport system // Transportation Law. 2014;(2):29-32, (In Russ.)]
19. Тохиров Т. И. Методика оценки уровня экономической безопасности региона / Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. 2021. № 1(64). С. 49—58 [Tokhirov T. I. Methodology for assessing the level of economic security of the region // Bulletin of the Volga State University of Service. Series: Economy. 2021;(1):49-58, (In Russ.)]
20. Аvezов А. Х., Тохиров Т. И. Развитие транспортной системы как фактор обеспечения экономической безопасности региона // Вестник ОрелГИЭТ. 2022. № 2(60). С. 4—14, <https://doi.org/10.36683/2076-5347-2022-2-60-4-14> [Avezov A. Kh., Tohirov T. I. Development of transport system as a factor of ensuring economic security of the region // Bulletin OryolGIET. 2022(2):4-14, (In Russ.), <https://doi.org/10.36683/2076-5347-2022-2-60-4-14>]

Сведения об авторе

Тохиров Тохиржон Исламжонович: старший преподаватель кафедры «Автомобили и управление на транспорте» Политехнического института Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими

Количество публикаций: 40

Область научных интересов: экономика транспорта, экономическая безопасность

ORCID: 0000-0002-4914-8896

Контактная информация:

Адрес: 735700, Таджикистан, г. Худжанд, ул. Ленина, д. 226
tohirov.82@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 28.10.2022

После доработки: 13.02.2023

Одобрена после рецензирования: 15.02.2023

Принята к публикации: 01.03.2023

Дата публикации: 28.04.2023

The article was submitted: 28.10.2022

Received after reworking: 13.02.2023

Approved after reviewing: 15.02.2023

Accepted for publication: 01.03.2023

Date of publication: 28.04.2023

УДК 004.413.4:556.3.06
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-42-66>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2023

Методические аспекты анализа риска недостижения цели при формировании среднесрочных прогнозов развития структурно сложных систем

Бочков А. В. *

НИИАС,
107078, Россия, г. Москва,
Орликов пер., д. 5, стр. 1

Сафонов В. С.,

Газпром ВНИИГАЗ,
142717, Россия, Московская
обл., пос. Развилка,
ул. Газовиков, владение 15

Аннотация

Традиционные модели прогноза поведения рынков и экономик (относящихся к классу целеустремленных структурно сложных систем) чаще всего основаны на анализе существующего и ретроспективного баланса добычи ресурса мировыми экспортерами и потребления ресурса импортерами с учетом прогнозов развития их промышленного производства и энергетики. Наличие долгосрочных ретроспективных данных дает возможность использовать производственные функции или многофакторные регрессионные модели и на их базе строить краткосрочный прогноз. Поскольку с расширением горизонта прогнозирования растет неопределенность, точность прогнозов снижается. Коридор допустимых значений в модели прогноза определяется в итоге степенью вариативности ретроспективного временного ряда, использованного для построения модели. Последняя, в свою очередь, зависит от темпов прироста (снижения) спроса/потребления в прошлом. Для целей моделирования нередко сглаживаются максимальные выбросы в данных, что приводит к ситуации, когда модель строит прогноз, по сути, на отличном от исходного временном ряду, а значит, становится неспособной предсказать приближение кризиса. Предлагаемый авторами подход берет за основу действительное (или декларируемое) значение максимальной и минимальной вариативности прогнозируемых показателей, которые определяют коридор прогнозирования на заданном для достижения целевого состояния показателей временном промежутке. Таким образом, оценивается не точечное значение, а возможность его достижения в границах коридора допустимых значений и существующего качества развивающейся системы.

Ключевые слова: прогнозирование; риск; проактивный прогноз; реактивный прогноз; мониторинг; целеустремленная система; верификация прогноза.

Для цитирования: Бочков А. В., Сафонов В. С. Методические аспекты анализа риска недостижения цели при формировании среднесрочных прогнозов развития структурно сложных систем // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 2. С. 42—66, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-42-66>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Methodical Aspects of Risk Analysis of Target Underachievement in Forming the Mid-Term Forecasts of Development of Structurally Complex Systems

Alexander V. Bochkov*,

NIIAS,
Orlikov pereulok, 5, bldg 1,
Moscow, 107078, Russia

Vladimir S. Safonov,

Gazprom VNIIGAZ,
Gazovikov str., possession 15,
Razvilka, Moscow reg., 142717,
Russia

Abstract

Traditional models of forecasting market and economic behaviour (belonging to the class of purposeful structural-complex systems) are based in most cases on the analysis of the existing and retrospective balance of resource extraction by world exporters and resource consumption by importers, considering the development forecasts of their industrial production and power engineering. The availability of long-term back data makes it possible to use production functions or multi-factor regression models to make short-term forecasts. As uncertainty increases with the length of the forecast horizon, the accuracy of the forecasts decreases. The corridor of acceptable values in the forecasting model is therefore determined by the degree of variability of the backward time series used to build the model. The latter in turn depends on the growth (decline) of demand/consumption in the past. For modelling, the maximum discrepancies in the data are often smoothed out, which leads to a situation where the model makes a forecast on the basis of a time series that differs from the initial one, and therefore it is unable to predict the approaching crisis. The approach proposed by the authors is based on the actual (or declared) value of the maximum and minimum variability of the forecast indicators, which defines a forecast corridor in each time interval set for reaching the target state of the indicators. Thus, it is not a point value that is assessed, but its achievability within the corridor of admissible values and the existing quality of the developing system.

Keywords: forecasting; risk; proactive forecast; reactive forecast; monitoring; goal-oriented system; forecast verification.

For citation: Bochkov A. V., Safonov V.S. Methodical aspects of risk analysis of target underachievement in forming the mid-term forecasts of development of structurally complex systems // *Issues of Risk Analysis*. 2023;20(2):42-66, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-42-66>

The author declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Краткий обзор существующих прогнозных моделей
2. Оценка точности прогнозирования
3. О методе оценки трудности достижения цели
4. Примеры практического применения метода

Заключение

Литература

Введение

Последняя четверть XX в. ознаменовалась усилением внимания научной общественности к долгосрочным социально-экономическим и научно-техническим прогнозам. Этому в немалой степени способствовали серьезные экономические и энергетические проблемы, обострившиеся в 1970-е гг., а также осознание грядущих ресурсных и экологических угроз. Энергетические прогнозы, отражающие различные точки зрения на будущее энергетики, появляются в последнее время достаточно часто. Они имеют разную методологическую и статистическую базу, разные цели и видение технологического будущего энергетики, масштабов и динамики развития и направлены на удовлетворение и согласование интересов разных субъектов экономики.

На сегодня к наиболее авторитетным аналитическим группам, предлагающим комплексный подход к объекту прогнозирования, можно отнести International Energy Agency (IEA), Energy Information Administration US (EIA) и ИНЭИ РАН, а также прогнозы сырьевых и общественных компаний и ассоциаций, таких как ОПЕК, BP Royal, Dutch Shell, ExxonMobil, Гринпис, IRENA, Goldman Sachs, Bloomberg, Deloitte. Периодически появляются отраслевые исследования, среди которых следует отметить форсайт-исследования, а также исследования и работы профильных научных организаций [1, 2].

В разных странах применяются различные системы учета энергоресурсов. Например, один из важнейших параметров — калорийность добываемого топлива — определяется по разным методикам и с разной точностью. Учет данных внутри каждой страны и их согласование для получения данных по миру в целом также являются отдельной проблемой [3]. Обычно рассматриваются показатели, характеризующие использование энергии конечными потребителями. При этом, например, Мировое энергетическое агентство (МЭА) и Министерство энергетики США (МЭ США) работают с различными характеристиками вышеупомянутого «использования». Это означает, что объективная ценность каждого из прогнозов, которые создаются в области энергопотребления различными организациями и компаниями, значительно возрастает при условии детального описания особенностей методики сбора данных, сценариев относительно

внешних переменных, а также прогнозного алгоритма. Высокая активность в области прогнозирования должна со временем привести к определенной стандартизации или, по крайней мере, унификации структуры обзоров по мировой энергетике и методики прогнозирования. Одной из компонент такой унификации, несомненно, должна быть математически корректная оценка качества прогнозной системы и получаемых с ее помощью результатов.

В современной прогностике поведения сложных социально-экономических систем предпочтение отдается регрессионным моделям разной степени сложности, дополненным базами ретроспективных данных в рассматриваемой области деятельности. Такой подход отличается простотой, позволяет строить устойчивые тренды на среднесрочную перспективу и давать прогноз, в среднем устраивающий лица, принимающие решения (ЛПР). Но такой подход и построенные на его основе модели становятся бесполезными в периоды турбулентных изменений экономики и мировой политики, что наглядно показали события последних двух лет. Модели, использующие ретроспективные данные, неспособны предугадывать кризисы. Неудивительно, что аналитики ищут альтернативу таким моделям, усложняя однажды разработанные прогнозные модели, однако сталкиваются с эффектом так называемых больших данных, когда избыток информации не позволяет осмысливать ее быстро и качественно. Поиск скрытых закономерностей в этом потоке данных не успевает за развитием негативных процессов, и нередко решение поставленных ЛПР задач запаздывает. Это во многом происходит вследствие структурной сложности моделируемых систем, наличия большого числа связей как внутри них, так и вовне. Причем связи постоянно меняются, и не всегда эти изменения оправданы и объяснимы формальной логикой развития моделируемой системы.

В то же время у любой социально-экономической системы есть предыстория развития и расширения, в течение которой эта система ставила некоторые цели и достигала (или не достигала) их за определенный промежуток времени. Эта способность характеризует «потенциал роста» системы, который достаточно консервативен и не может быть резко изменен без серьезных структурных, технологических, а нередко и общественно-полити-

ческих преобразований в самой системе. По сути — это оценка «качества» системы по отношению к поставленной цели. В итоге этот потенциал (качество) задает «коридор возможностей» для моделируемой системы, в границах которого она может достигать тех или иных целей за заданные сроки. Знание границ этого коридора позволяет оценивать риск недостижения поставленных целей моделируемой системы как на момент оценки, так и на стратегическую перспективу.

1. Краткий обзор существующих прогнозных моделей

Основной проблемой рациональной оценки качества энергетического (как, впрочем, и всякого другого) прогнозирования является формирование соответствующих критериев. Одним из возможных направлений подобной оценки является сопоставление анализируемого прогноза с каким-либо упрощенным или «модельным». Примером такого процесса является, например, регрессионный прогноз или так называемый наивный прогноз, построенный на предположении, что потребление энергии в следующем периоде будет таким же, как и в предыдущем. По мере увеличения срока прогнозирования ошибка такого прогноза, естественно, будет нарастать в среднем с темпом, определяемым среднегодовым приростом потребления на рассматриваемом промежутке времени.

Анализ показывает, что если среднеквадратичная ошибка прогноза на n лет (с первого года по i -й) при состоявшемся фактическом среднегодовом приросте потребления на этом промежутке, равном p , больше, чем $|p| \times n / \sqrt{3}$, то такой прогноз статистически не лучше «наивного», и потому его качество можно оценить как низкое. Установлено, что для случая прогнозирования потребления энергии в целом и природного газа, в частности, на период с 1994 по 2005 г. с учетом использования в качестве «эталона» фактических значений, взятых из материалов МЭ США, наилучшую в целом точность прогнозирования продемонстрировала авторегрессионная модель [4].

Большой класс моделей прогнозирования образуют методы экстраполяции. В этой группе методов можно выделить несколько подходов, имеющих свою специфику.

Индексный метод предполагает определение общего тренда в долгосрочной перспективе и не учитывает краткосрочных колебаний конъюнктуры [5]. В зависимости от задач прогнозирования такие колебания и возможные потери в реальной динамике экономического агрегата могут считаться недопустимыми.

Метод экспоненциального сглаживания подразумевает некую адаптивную процедуру, в которой прогнозная величина зависит от предыдущего прогноза и реального положения дел. Этот подход считается достаточно простым и используется обычно для формирования «черновых» прогнозов. Для более полного учета обстоятельств прогнозирования рекомендуется осуществлять так называемую декомпозицию временного ряда, выделяя три его элемента — тренд, циклическую и случайную составляющие. С этой целью используют метод Хольта, учитывающий тренд изучаемого процесса, метод Брауна (частный случай метода Хольта) и метод Винтерса, который учитывает еще и сезонную составляющую [6]. Однако все эти способы сглаживания имеют ограниченную область применения. Иногда для учета колебаний в объемах производства и потребления аналитики строят «календари» процесса, которые отражают соответствующие подъемы и спады либо на качественном, либо на количественном уровне. Модель, учитывающая колебательные особенности рынка энергетики, была, в частности, реализована в России с помощью программной платформы Deductor Studio [7].

Регрессионные модели. Наиболее ярким примером такой техники может служить подход, используемый МЭ США (US Department of Energy, DOE). В прогнозной системе этой организации внешними (экзогенными) параметрами являются показатели экономического и демографического роста по отдельным странам, которые, в свою очередь, также являются результатом прогнозирования. Эти показатели моделируются независимо от энергетического блока в разрезе регионов мира, а также мирового спроса на отдельные виды энергоресурсов. Далее на основе этих величин строится линейная зависимость между относительным приращением потребления энергии и ВВП с коэффициентом эластичности (пропорциональности) [8]. Таким образом, обычно относительно хорошо про-

гнозируемый показатель ВВП выступает в качестве «объясняющей» переменной в этой регрессии и позволяет делать прогнозные оценки в отношении энергопотребления в разрезе стран и регионов мира. Тем не менее такой подход обладает явной ущербностью в силу своей «вторичности». Согласно такой методологии, есть «первичный» прогноз ВВП, отталкиваясь от которого, формируется «вторичный» прогноз энергопотребления и производства. Ошибка в «первичном» прогнозе автоматически влечет за собой соответствующую ошибку во «вторичном» прогнозе.

Несмотря на простоту рассмотренных выше трех подходов, все даже довольно сложные прогнозные процедуры представляют собой на сегодня, как правило, их комбинацию и модификацию. Более того, все энергетические прогнозы носят сценарный характер, при этом роль базового сценария играет тот, при котором все темповые характеристики на перспективу берутся такими же, как и в ретроспективе [9]. Таким образом, для базового сценария почти во всех прогнозных системах используется индексный метод.

Главный недостаток методов экстраполяции состоит в отсутствии в них обратных связей. Для устранения этого недостатка разрабатываются сложные модели (поведенческие модели), учитывающие взаимные связи между многими переменными. С определенной степенью условности можно выделять две группы подобного рода моделей.

Нейронные сети преобразуют известный входной вектор в известный выходной вектор при заданном преобразователе, т. е. преобразование задается весами нейронной сети. Соответственно «обучить» выбранную нейронную сеть означает подобрать такие значения ее весов, чтобы она работала нужным образом. Имеется множество специальных алгоритмов по решению подобной задачи, а сама процедура моделирования рынка энергоресурсов в терминах нейронной сети в целом отработана. Однако, как показывает опыт, аппарат нейронных сетей успешно применяется для локальных энергорынков, для мирового рынка энергетики он пока не находит широкого применения. Главный недостаток нейронной сети состоит в неустойчивости весовых коэффициентов для сложных систем. Соответственно прогнозировать поведение системы на основе «старых»

весовых коэффициентов можно лишь с очень большой осторожностью.

Имитационные модели представляют собой систему функциональных связей между ключевыми переменными. Например, отрасль энергетики имеет ряд особенностей, связанных с деятельностью предприятий в условиях рыночной (конкурентной) среды. Согласно концепции М. Портера, интенсивность и состояние конкуренции, например, в электротехнической отрасли определяются совокупностью пяти сил: производитель; поставщик; потребитель; конкуренты; товары-заменители. Поведенческая модель пяти сил Портера позволяет в дальнейшем изучать возможные последствия при изменении исходного соотношения сил. В частности, оценка работоспособности методики прогнозирования на ее основе была выполнена для российского рынка электротехнических сталей [5]. Однако для глобальных энергетических прогнозов такая схема пока не применялась, по-видимому, из-за сложности учета всех агентов схемы Портера.

В целом можно констатировать, что на сегодняшний день наиболее распространенными моделями прогнозирования являются авторегрессионные модели (ARIMAX), а также нейросетевые модели (ANN). В работе [10], в частности, утверждается: «...без сомнений, модели ARIMA(X) и GARCH являются самыми популярными для прогнозирования временных рядов. В настоящее время главную конкуренцию данным моделям составляют модели на основе ANN».

Говоря о применимости той или иной модели прогнозирования, необходимо учитывать, что любая модель подразумевает ряд упрощений и, в конце концов, лишь частично отражает те процессы, для описания которых она предназначена. Кроме того, такая модель практически всегда «работает» в идеальной ситуации, подчиняющейся законам оптимального и рационального управления. В действительности (и последние годы это демонстрируют очень наглядно) все утверждения о «независимости рыночных механизмов» и «случайности» происходящих на рынках колебаний, по сути, отражают ситуацию «игры по правилам» для всех ее участников. Если же по каким-либо причинам происходит нарушение этих правил, а тем более попытка «подмены игры», в силу вступают со-

вершенно другие законы и механизмы, отличные от «законов рынка».

На краткосрочный период модели ведущих мировых прогнозных агентств показывают приемлемые результаты только в случае «нормального» развития ситуации в мире. В периоды глобального переустройства и кризисов методики, основанные на различных комбинациях балансовых, регрессионных и авторегрессионных моделей, перестают работать. В такие периоды необходимо разрабатывать иные подходы к прогнозированию процессов и явлений.

Классические методы прикладной математики не всегда пригодны для исследования крупномасштабных систем, к которым можно отнести как газовые рынки Европы и Китая, так и глобальный мировой рынок энергоносителей. Это обстоятельство вызвало интенсивное развитие новых методов (специальные виды случайных процессов, теория массового обслуживания, динамика средних, теория игр и статистических решений, теория автоматов, алгоритмическое описание процессов функционирования систем, логико-вероятностные методы анализа, нечеткая логика и т. д.). Комплексное использование этих методов дает возможность не только исследовать такие свойства крупномасштабных систем, как уязвимость, живучесть, системная надежность, но и развить аналитический аппарат, позволяющий на практике проводить расчеты показателей крупномасштабных систем. Наряду с общепринятыми аналитическими методами широкое распространение в настоящее время получают разнообразные виды моделирования, в том числе метод статистического моделирования, метод логико-вероятностного моделирования, методы моделирования систем на основе использования аналитических сетей и метода анализа иерархий.

На среднесрочный период ни в одном известном прогнозе не предсказывается возникновение существенных технологических революций ни в производстве, ни в потреблении энергии. Вместе с тем вполне реальны новые крупные технологические прорывы на базе тех технологий, которые уже внедряются в настоящее время. Технологические прорывы имеют намного меньшие последствия, чем технологические революции, но и они обеспечивают существенное расширение эконо-

мически привлекательной ресурсной базы или повышение КПД используемых технологий и ведут к кардинальным изменениям конъюнктуры рынков уже существующих энергоносителей. Имеются серьезные основания ожидать глубокую трансформацию мировой энергетики не на количественном, а на качественном уровне — за счет внедрения, в основном, новых технологий управления системами энергетики (в первую очередь на базе искусственного интеллекта).

В глобальной энергетической системе продолжатся изменения и переосмысление структуры топливно-энергетического баланса. Большинство прогнозов (в базовых сценариях) сходится в том, что в структуре производства электроэнергии происходит и будет ускоряться сдвиг в сторону энергоносителей, обеспечивающих снижение углеродных выбросов, основное место среди которых занимают возобновляемые (ветровые, солнечные) и атомные энергоресурсы, а отчасти и природный газ.

2. Оценка точности прогнозирования

В литературе на сегодня представлены некоторые показатели для оценки точности как отдельных прогнозов, так и всей прогнозной системы. Например, О. Ю. Аполонский и Ю. Н. Орлов предлагают следующую конструкцию [4].

Пусть *прогнозом* $P(k, l)$ называется сформированный в год k набор из M значений прогнозируемой величины, соответствующих некоторым годам $l(1), l(2), \dots, l(M)$. Рассматриваемая выборка из M лет представляет собой целочисленный вектор $l = (l(1), l(2), \dots, l(M))$. Таким образом, мы имеем M прогнозных значений величины $V_{\text{прог}}(k, l(j))$ и по прошествии соответствующего времени M фактических ее значений $V_{\text{факт}}(l(j))$, $j = 1, \dots, M$. На основе сравнения наборов значений $V_{\text{прог}}$ и $V_{\text{факт}}$ и вычисляется вышеупомянутое относительное среднеквадратичное отклонение (ошибка) $\sigma(k, l)$ данного конкретного прогноза, сделанного в год k , для выборки, определяемой вектором l :

$$\sigma(k, l) = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(\frac{V_{\text{прог}}(k, l(j))}{V_{\text{факт}}(l(j))} \right)^2}. \quad (1)$$

Все сказанное справедливо только для случаев, когда имеется один сценарий прогноза или есть хотя бы базовый прогноз. В большинстве случаев

используется множество (как правило, три) сценариев, которые могут довольно сильно различаться между собой и давать совершенно разные ошибки от фактических параметров процесса. В этом случае необходимо «сводить» все прогнозные ошибки в один агрегатный показатель [4].

Необходимо отметить, что в целом проблема оценки точности сценарных прогнозов не только не решена, но зачастую даже не ставится всерьез современным аналитическим сообществом.

Самостоятельную проблему представляет нестыковка прогнозов, выполненных разными организациями. Так, например, аналитики отмечают, что прогнозы потребления газа в Европе, выполненные разными компаниями, имеют расхождения

друг с другом, как правило, 20% и более, как и декларируемая ими точность.

Кроме того, прогнозы, выполненные одной и той же организацией в разное время, также отличаются — от нескольких процентов до тех же 20%, что существенно для долгосрочного анализа. Для сравнения приведем данные по темпам роста потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), полученные в прогнозных системах, считающихся достаточно надежными (см. табл. 1).

Из табл. 1 видно, что разброс в темпах прироста составляет по разным прогнозам более 50%, демонстрируя трудности при согласовании этих прогнозов. Следовательно, даже ведущие прогнозные системы пока не обладают возможностью настройки по входным данным других систем.

Таблица 1. Прогнозы среднегодовых темпов прироста потребления топливно-энергетических ресурсов (в т. ч. газа) в Западной Европе, % [4]

Table 1. Forecasts of average annual growth rates of consumption of fuel and energy resources (including gas) in Western Europe, %

Год	IEO 2001	IEO 2002	DRI-WEFA	IEA	PIRA	PEL
2010	1,1 (3,1)	1,1 (3,0)	1,1 (3,4)	1,3 (2,8)	0,7 (3,4)	0,9 (1,5)
2015	1,0 (3,3)	1,0 (2,7)	1,1 (3,6)	1,2 (3,0)	0,7 (3,3)	0,8 (2,1)
2020	0,9 (3,1)	0,9 (2,5)	1,0 (3,9)	1,1 (3,1)	0,6 (3,2)	0,8 (2,7)

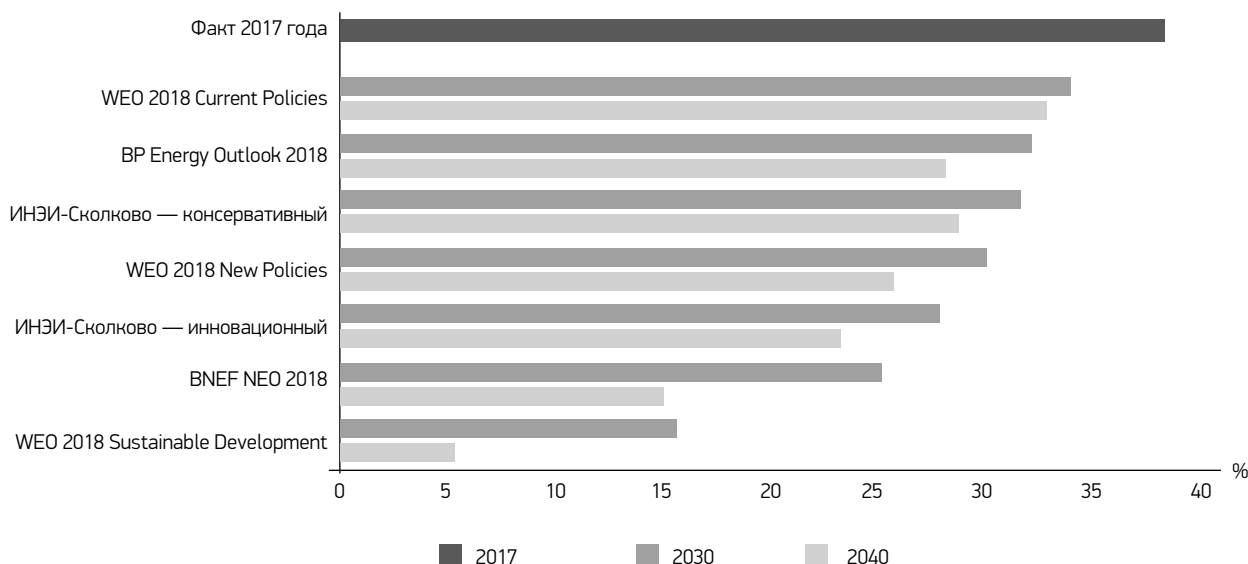


Рис. 1. Сопоставление прогнозов доли угольной генерации в мире к 2030 и 2040 гг.

Figure 1. Comparison of forecasts of the share of coal generation in the world by 2030 and 2040

Источник: анализ Центра энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО по данным BNEF, IEA, Прогноза ИНЭИ РАН-Сколково 2019.

На рис. 1 представлено обобщение прогнозов развития мировой угольной генерации на 2030 и 2040 гг. Как видно, оценки отличаются в разы. Аналогичная картина наблюдается и в прогнозах мирового первичного энергопотребления, и по доле ВИЭ в производстве электроэнергии [11] (см. рис. 2, 3). Вне зависимости от выбранного прогноза следует отметить, что все они сделаны исходя из ряда пред-

положений и задают некие вероятностные рамки сценариев будущего [12, с. 56].

На рис. 4, 5 представлено обобщение различных прогнозов о мировой структуре топливно-энергетического баланса и влияния углеродных ограничений на потребление нефти и газа [13].

Наконец, на рис. 6 дано сравнение долгосрочных прогнозов ИНЭИ РАН относительно цен на природ-

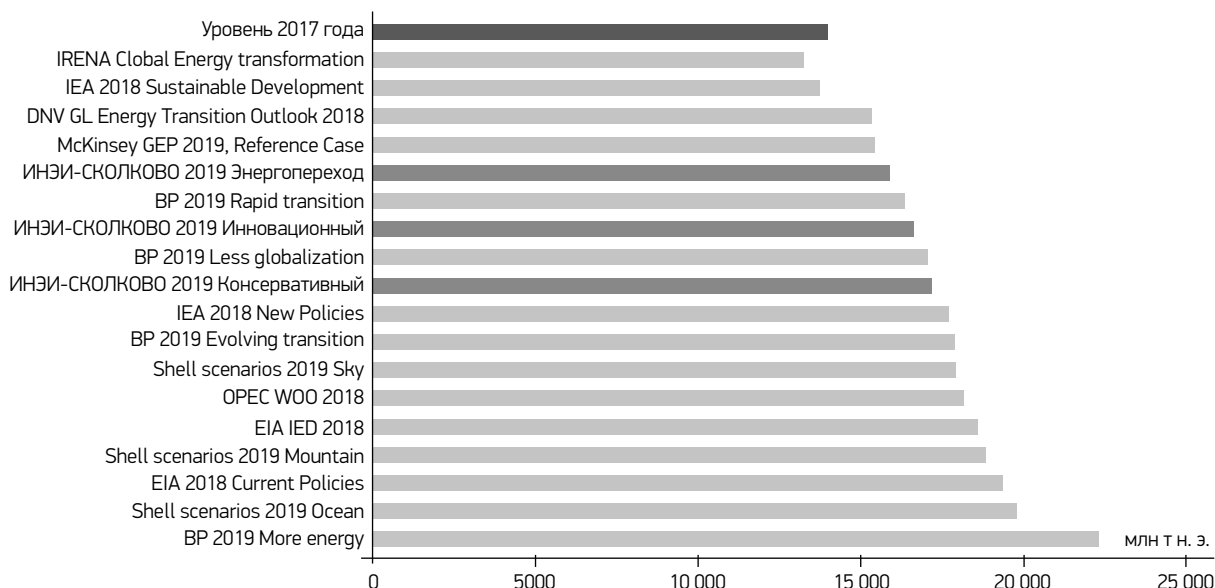


Рис. 2. Первичное энергопотребление в мире в 2040 г., млн т н. э.

Figure 2. The primary energy consumption in the world in 2040, million tons of o. e.

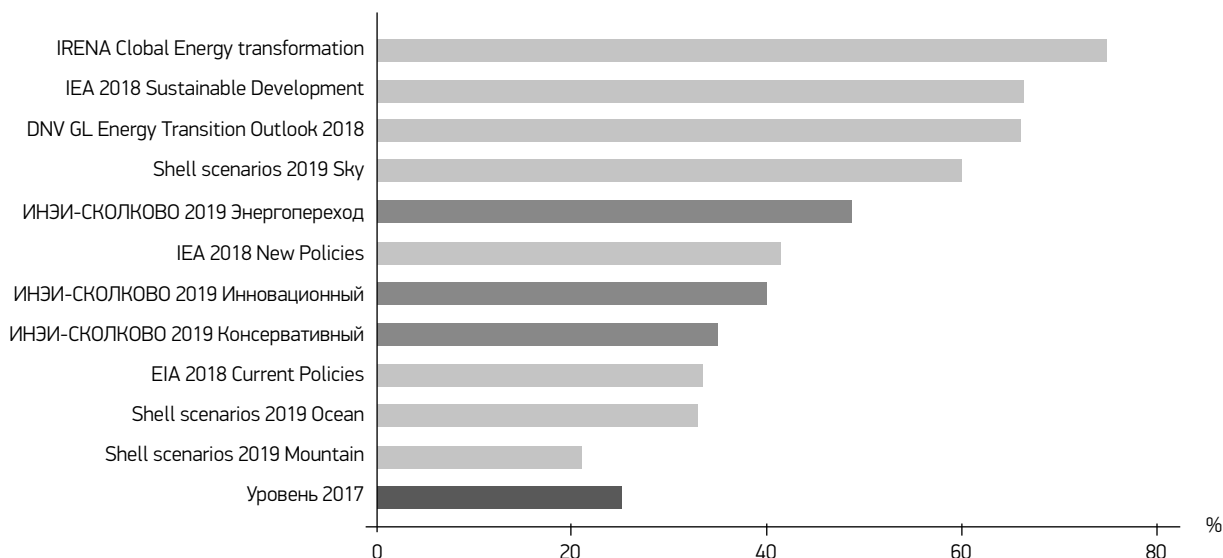


Рис. 3. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии в мире в 2017 и 2040 гг., %

Figure 3. Share of renewable energy in electricity generation in the world in 2017 and 2040

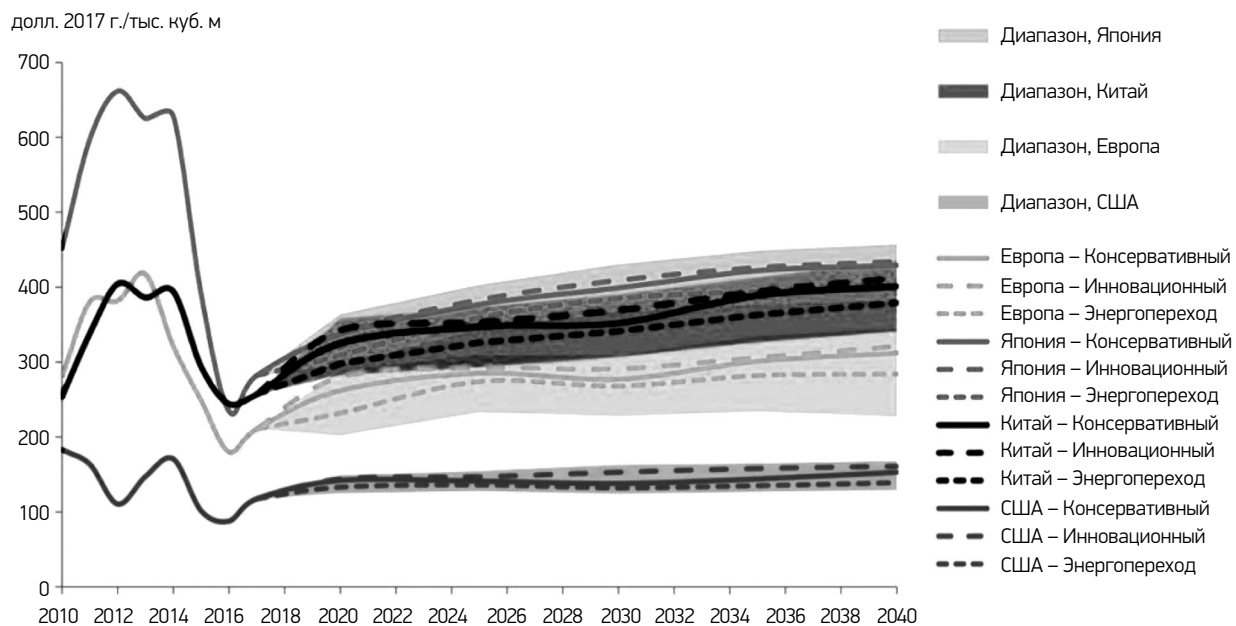


Рис. 6. Прогноз изменения цен на газ (ИНЭИ РАН), 2019 г.

Figure 6. Forecast of changes in gas prices (INEI RAS), 2019

Источник: ИНЭИ РАН.

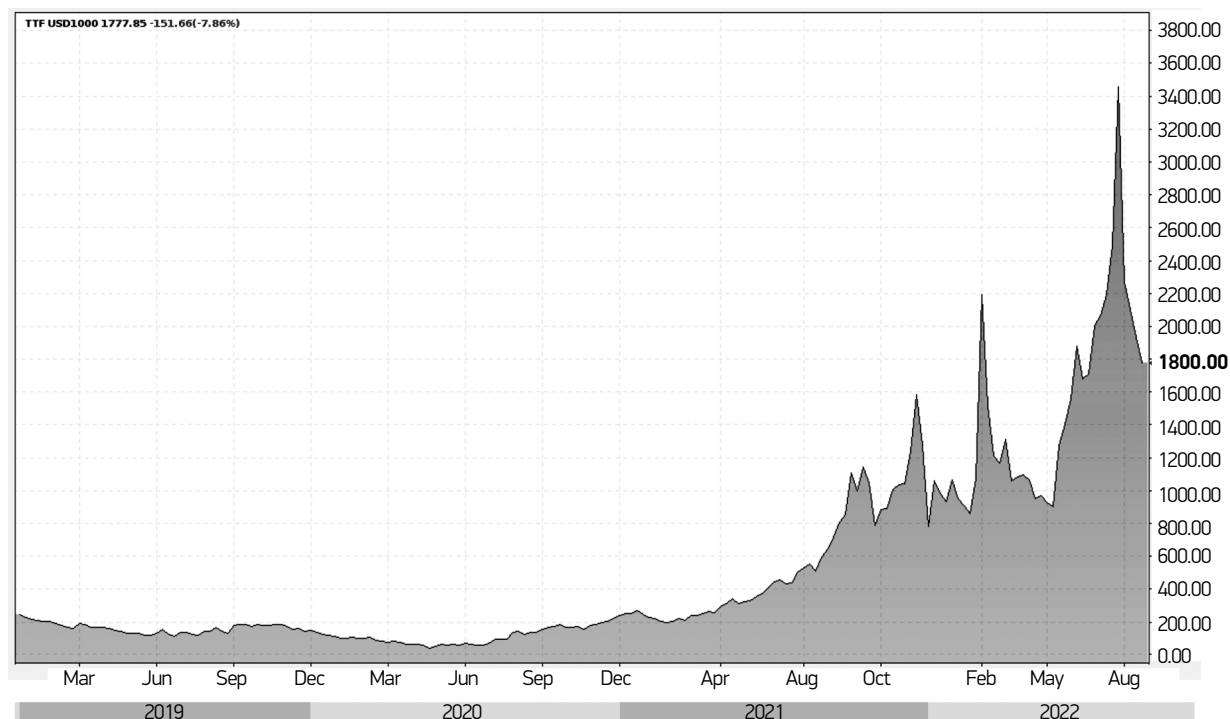


Рис. 7. Реальные цены на газ, 2022 г.

Figure 7. Real gas prices, 2022

ный газ, начиная с 2019 г.; реальная ситуация с ценами на середину 2022 г. — рис. 7.

Таким образом, среднесрочные и долгосрочные прогнозы развития энергетики, построенные на базе эволюционных моделей (спрос-предложение), могут зачастую иметь существенные различия с действительностью, что необходимо учитывать при принятии решений.

В этих обстоятельствах представляется более актуальным и целесообразным не само получение прогнозных оценок каких-либо целевых энергетических показателей, а разработка системы мониторинга за выражено переменным процессом трансформации энергетики различных стран, на который оказывает прямое влияние большое число трудно формализуемых факторов (различные стартовые условия, существенно отличная структура топливно-энергетического баланса, в том числе доля импортного газа, структура промышленности, беспрецедентные меры государственной поддержки ВИЭ и др.).

Важно также учитывать, что речь идет в первую очередь о возможностях контроля за процессом движения к цели, когда само целеполагание сформировано заинтересованной стороной только в самом общем виде (скорее как политическая декларация), без детализации планов, механизмов, стартовых условий, возможных ресурсов и т. п. Поэтому при анализе особенностей системы контроля за движением к цели следует исходить из того, что уполномоченными государственными структурами или авторитетными экспертными организациями заданы предельные векторы (максимальный и минимальный) скорости движения к цели, т. е. обозначен коридор возможных значений траектории движения к цели.

3. О методе оценки трудности достижения цели

Многие работы, посвященные прогнозированию направлений развития отраслей промышленности и сегментов рынка, базируются на несопоставленных друг с другом оценках и носят качественный характер. В таких ситуациях ЛПР, как правило, требуют верификации прогнозов, то есть проверки их и подтверждения методами квалиметрии. Основной проблемой любого квалиметрического исследова-

ния является решение вопроса о доверии к полученным числовым оценкам. Сведение квалиметрии исключительно к разработке процедур оценки точности и обоснованности предлагаемых методов, по меньшей мере, наивно.

Рассмотрим процесс достижения некоторого результата, требующего определенных ресурсов. Каждый исходный ресурс должен обладать необходимым для достижения поставленной цели качеством. Считаем также, что существует и качество конечного результата, которое формируется его потребителем. То есть предполагаем, что потребитель результата может назвать минимальное (пороговое) значение оценки качества результата, которое его устраивает. Отсюда очевидным образом следует, что должны быть заданы пороговые требования к качеству исходных ресурсов. Чем выше эти требования, тем больше значимость соответствующего ресурса для достижения цели. Последний вывод позволяет произвести ранжирование исходных ресурсов по степени их важности, но не решает проблему оценки достижимости конечного результата. Если требования выше, чем реальное качество ресурса, то результат в принципе недостижим. Если требования существенно ниже качества ресурсов, то получить результат легко. Если же требования к качеству хотя и ниже качества ресурса, но близки к нему, то получить требуемый результат возможно, но очень трудно. Дело в том, что реальные оценки качества ресурса имеют не строго точный, а лишь статистический характер. Они подвержены колебаниям, и чем больше качество ресурса превосходит пороговое требование к нему, тем гарантированнее достижение результата. Поэтому можно ввести понятие парциальной трудности достижения цели по заданному ресурсу, которая определяется соотношением между требованием и реальным качеством ресурса. Зная парциальные трудности, можно построить агрегированную (суммарную) трудность достижения цели по всем ресурсам.

Введение понятия трудности позволяет сравнивать между собой любые ресурсы в единой шкале. В определенном смысле понятие трудности аналогично понятию стоимости, позволяющей сопоставлять различные продукты в едином денежном измерении.

Опираясь на результаты работ [14, 15], дадим некоторое представление о математической постановке задачи нахождения пороговых требований к ресурсам. Будем считать, что качество исходных ресурсов мы умеем измерять в безразмерной шкале, и для i -го ресурса $\mu_i = (0,1]$, $i = 1, \dots, n$, где правая граница полуинтервала соответствует наилучшему значению. Такие оценки лучше всего связаны с величиной степени принадлежности i -го ресурса нечеткому множеству подобных ресурсов [16, 17]. Нижние границы качеств ресурсов, называемые также пороговыми, нахождение которых и является нашей основной задачей, будем обозначать $\varepsilon_i = (0,1]$ и считать, что для всех $i = 1, \dots, n$ должно выполняться необходимое условие $\varepsilon_i \leq \mu_i$.

Очевидно, что при $\varepsilon_i = 0$ i -й ресурс несущественен для достижения цели системой и его можно исключить из рассмотрения при решении нашей задачи. Следует отметить, что функционально оценки μ_i и пороговые требования к ним ε_i существенно различаются: если μ_i поступают «снизу», являясь оценками качества перерабатываемых ресурсов, то ε_i — граничные требования к этим ресурсам, порождаемые потребителем результата переработки «сверху». Для каждого ресурса обе эти величины сводятся в единую меру несоответствия качества требованиям и называются «трудностями достижения цели по i -му ресурсу» $d_i \in [0,1]$:

$$d_i(\varepsilon_i, \mu_i) = \frac{\varepsilon_i(1 - \mu_i)}{\mu_i(1 - \varepsilon_i)}. \quad (2)$$

При этом d_i удовлетворяет естественным условиям: $d_i = 0$ при $\varepsilon_i = 0$, $d_i = 0$ при $\mu_i = 0$ и, наконец, $d_i = 1$ при $\mu_i = \varepsilon_i$, т. е. трудность достижения цели минимальна при отсутствии требований к качеству и при максимально возможном качестве ресурса и максимальна, когда качество совпадает с нижней (пороговой) границей. Кроме того, следует отметить, что введение в рассмотрение оценки трудности вида (2) позволяет трактовать пороговые значения ε_i как выравнивающие оценки при сравнении разнородных ресурсов — с точки зрения трудности достижения цели i -й и j -й ресурсы равнозначны при условии $d_i = d_j$.

Агрегированию ресурсов, состоящему в том, что появляется новый комплексный ресурс, объединяющий некоторый набор исходных, соответ-

ствует и операция агрегирования (сложения) трудностей.

Доказано [14], что если операция агрегирования двух трудностей (сложения) удовлетворяет простым требованиям, то вид агрегированной оценки:

$$d = 1 - (1 - d_1)(1 - d_2) = d_1 \oplus d_2. \quad (3)$$

Агрегированная трудность для двух ресурсов d может трактоваться как результат операции обобщенного сложения трудностей d_1 и d_2 , обозначаемой $\oplus$. Формула (3) легко обобщается в случае произвольного количества ресурсов.

Конечный результат, получаемый после переработки исходных ресурсов, имеет качество M и пороговые требования потребителя к нему E , тогда трудность для него определяется формулой (2) с заменой ε_i на E и μ_i на M .

Пусть зависимость $D = f(d_1, d_2, \dots, d_n)$ определяет связь трудности для конечного результата с трудностями для входных ресурсов. Эта функция называется качественной и является аналогом производственной функции, используемой в экономике. Качественная функция обладает двумя важнейшими свойствами:

а) $D = 0$ лишь при условии $d_1 = d_2 = \dots, d_n = 0$;

б) $D = 1$, если существует хотя бы один ресурс k , для которого $d_k = 1$.

Для восстановления конкретного вида качественной функции используются те же статистические методы, что и для производственной функции, т. е. методы регрессионного анализа эконометрики [18]. Вид качественной функции f естественно выбирать по аналогии с производственными функциями.

Разработанные методы применимы к решению и более общей проблемы согласования оценок качества и преодоления недоверия к квалиметрическим измерениям. При аналитическом подходе в качестве ответа на вопрос, верить или не верить соответствующей интегральной оценке, предлагается демонстрация всего пути ее формирования (чаще всего используется графовая модель иерархического типа). Такой способ верификации допустим, но не всегда возможен. Поэтому можно использовать не менее общий, назовем его балансовым, подход [19].

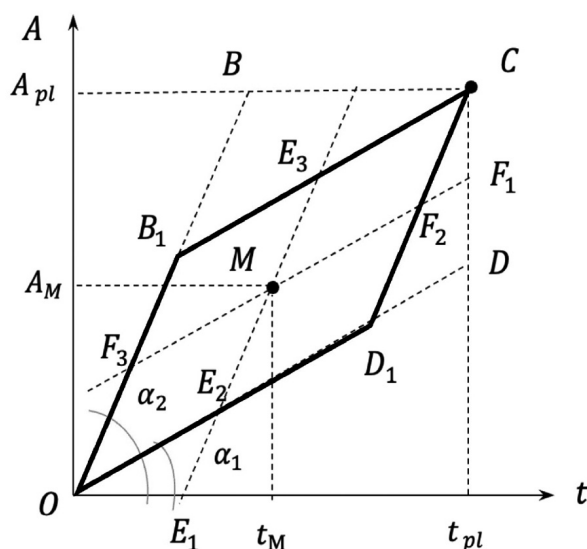


Рис. 8. Коридор прогнозирования

Figure 8. Forecast corridor

Например, пусть исполнительному объекту ставится задача к заданному моменту времени $t_{пл}$ достичь определенного значения какого-либо показателя $A_{пл}$. Задачей системы контроля станет оценка текущего состояния системы, т.е. объема выполненных работ, риска невыполнения плана, а также близости состояния системы к границе, за которой достижение цели будет невозможно при любых допустимых усилиях (затратах). Имеется также ин-

формация о минимально допустимой и максимально возможной скорости достижения результата (см. рис. 8).

Задача в подобной постановке и способ ее решения рассматриваются в работах И. Руссмана и его школы. «Побочным эффектом» решения данной задачи будет возможность для любого момента времени узнать текущую «трудность достижения цели», которая трактуется как степень риска невыполнения плана.

4. Примеры практического применения метода

4.1. Прогнозирование трансформации газового рынка ЕС

В качестве прикладного примера рассмотрим начавшуюся трансформацию европейского газового рынка, выражающуюся в директивном снижении потребления российского природного газа.

Алгоритм заполнения прогнозной матрицы оценки спроса на газовом рынке ЕС включает шесть последовательных шагов:

1. Строится область допустимых значений для периодов, отстоящих от текущего на срок прогноза с фиксированным шагом (рис. 9).

2. Рассчитывается «трудность достижения цели» за 1, 2, ..., N лет. Трудность в данном случае определяется, в том числе, готовностью экономик стран-импортеров к переходу на иные, в том числе на воз-

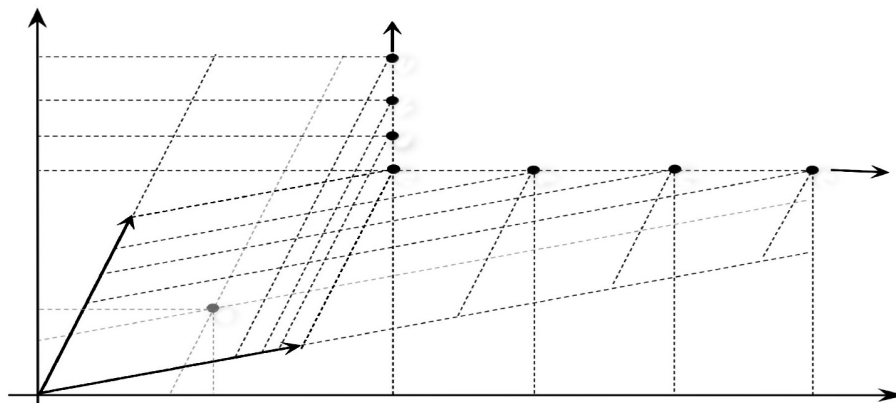


Рис. 9. Изменение ширины коридора прогнозирования при увеличении целевого значения или времени прогнозирования

Figure 9. Changes the width of the prediction corridor when you increase the target value or prediction time

обновляемые первичные источники энергии и, соответственно, к отказу от газа как энергоносителя, а значит, учитывается влияние технологических факторов на достижение цели.

3. Рассчитывается риск недостижения цели для экспортера.

Ломаная линия OD_1C является границей области допустимых значений, и для любой точки M с координатами (t_M, A_M) , которая описывает положение системы на произвольной траектории к цели в пределах параллелограмма OB_1CD_1 , расстояние $r(M)$ принимается как риск недостижения цели (рис. 8):

$$r(M) = \max \left\{ \ln \frac{1}{1-d_1}, \ln \frac{1}{1-d_2} \right\},$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\varepsilon_1 (1 - \mu_1)}{\mu_1 (1 - \varepsilon_1)}, d_2 = \frac{\varepsilon_2 (1 - \mu_2)}{\mu_2 (1 - \varepsilon_2)}, \varepsilon_1 = \frac{|E_1 E_2|}{|E_1 E_3|},$$

$$\mu_1 = \frac{|E_1 M|}{|E_1 E_3|}, \varepsilon_2 = \frac{|F_1 F_2|}{|F_1 F_3|}, \mu_2 = \frac{|F_1 M|}{|F_1 F_3|}.$$

Координаты промежуточных точек на фазовой плоскости определяются из известных соотношений для определения точки пересечения двух прямых, проходящих через две точки, и заданных соответствующими каноническими уравнениями.

4. Рассчитывается «ожидаемый объем снижения экспорта» как произведение величины, обратной риску недостижения цели на текущий (на год, предшествующий году оценки) объем экспорта.

5. Повторяется процедура расчета (п. 2—4) для всех периодов прогноза.

6. Заполняются матрицы прогноза.

Для числового анализа минимальную скорость движения ЕС к цели принимаем из предположения, что ситуация так или иначе остается неизменной. Соответственно, минимальная скорость $V_{\min}$ в градусной мере соответствует углу $\alpha_1 = 0^\circ$. За максимальную скорость примем официально заявленные темпы снижения зависимости ЕС от поставок российского газа (с 55% в 2021 г. до 30% к концу 2022 г.). Соответственно, максимальная скорость будет равна $V_{\max} = Q_{2021} / Q_{2022} \approx 1,833333$ (в рад.), далее находим $\arctg(V_{\max}) = 1,07145$, что в градусной мере соответствует углу $\alpha_2 = 61,38^\circ$. Соответствующий коридор прогнозирования представлен на рис. 10.

Принимаем объем стартовых поставок российского газа равным 158,3 млрд куб. м в год. Предла-

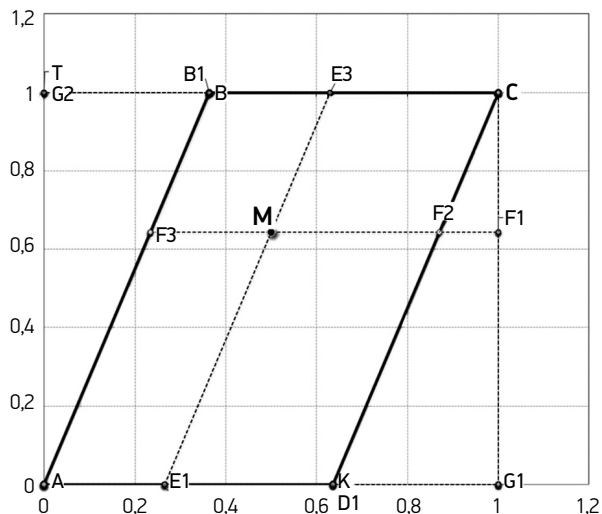


Рис. 10. Коридор прогнозирования

Figure 10. Forecast corridor

гаемая модель позволяет построить зависимость вероятности достижения целевого для ЕС состояния (независимость на 70% от российского газа) от начального состояния и периода прогнозирования. Результаты представлены на рис. 11.

Соответствующий пересчет полученной вероятности в объемы ожидаемых для России потерь представлен на рис. 12.

Анализ показывает, что при сохранении заявленных темпов снижения зависимости стран ЕС от российского газа вероятность потерь половины экспортируемого объема газа (от текущего) не превышает 50% на горизонте прогнозирования, равном 3-4 годам. Полный отказ от поставок российского газа был бы возможен на горизонте планирования в 10 лет только в случае 60—65% независимости стран ЕС от российских поставок в текущем году.

Очевидно, что на вероятность успешной реализации поставленной задачи (достижение цели) может влиять большее число факторов различной природы:

- располагаемые материально-технические ресурсы (включая фиксируемое достижение определенными замещающими технологиями необходимых уровней индустриализации и коммерциализации);

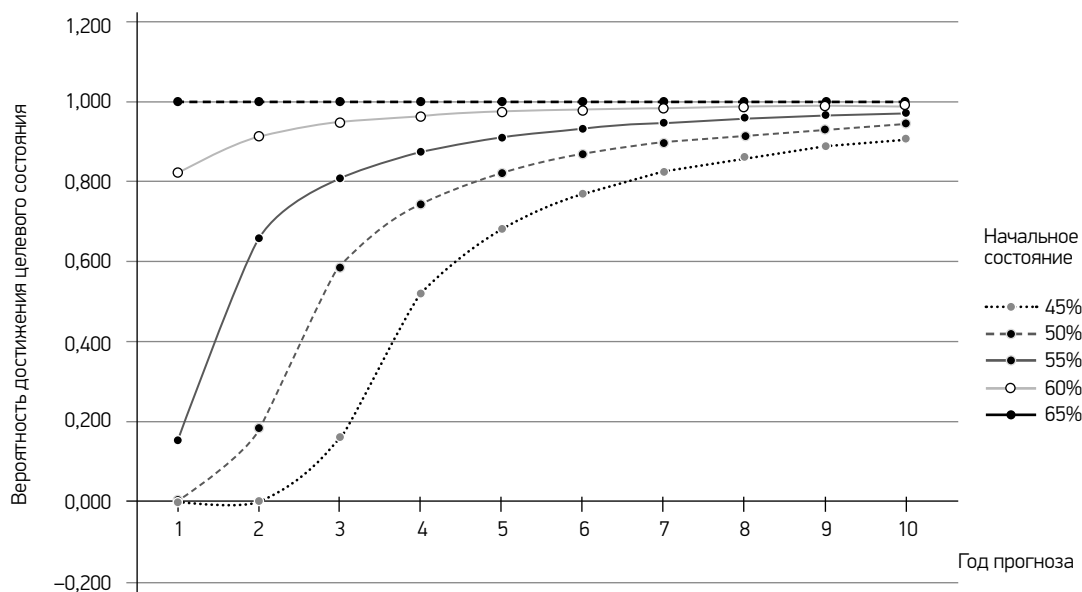


Рис. 11. Зависимость вероятности достижения цели (независимость на 70% от российского газа) от начального состояния

Figure 11. Probability of goal achievement (70% independence from Russian gas) versus initial state

	Период прогнозирования, лет									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
в млрд куб. м										
45%	0,00	0,00	25,28	82,46	107,89	121,99	130,76	136,64	140,78	143,83
50%	0,00	29,08	93,18	117,78	130,36	137,78	142,55	145,81	148,14	149,88
55%	24,54	104,22	127,86	138,58	144,42	147,99	150,32	151,94	153,11	153,99
60%	130,35	144,73	150,24	152,95	154,48	155,44	156,08	156,52	156,85	157,09
65%	158,30	158,30	158,30	158,30	158,30	158,30	158,30	158,30	158,30	158,30

Рис. 12. Прогноз объемов снижения поставок российского газа на период до 2032 г. в зависимости от стартовых условий

Figure 12. Forecast of Russian gas supply decline to 2032 depending on starting conditions

- доступные финансовые ресурсы;
- структура ТЭБ;
- чувствительность промышленности к замещаемому ресурсу;
- социально-экономическая устойчивость к возможным издержкам и избыточной цене вопроса и ряд других.

В данном контексте важно, что это будет влияние не только факторов технологического характера. Кроме того, есть все основания полагать, что набор этих факторов будет специфическим для каждой из стран ЕС. И в этой связи, возможно, целесообразней будет строить индивидуальные траектории достижения цели для каждой страны ЕС.

Количественное выражение степени воздействия совокупности факторов и событий на траекторию движения к цели зависит от специфики задачи, поставленной ЛПР, и может быть определено различными методами и способами, в том числе, например, с помощью метода анализа иерархий или метода аналитических сетей Саати.

В данном случае исключительно для иллюстрации использованы результаты проведенных прогнозных оценок степени готовности замещающих технологий, полученные с помощью МАС. Важно подчеркнуть, что учет этого фактора приводит в конкретном примере к увеличению скорости движения к цели и соответствующему изменению как вероятности достижения цели, так и натуральных показателей в матрице поставок газа.

Коридор прогнозирования представлен на рис. 13. Соответствующая зависимость вероятности достижения цели от начального состояния и периода прогнозирования представлена на графиках на рис. 14. Пересчет полученной вероятности в объемы ожидаемых потерь поставок газа представлен на рис. 15.

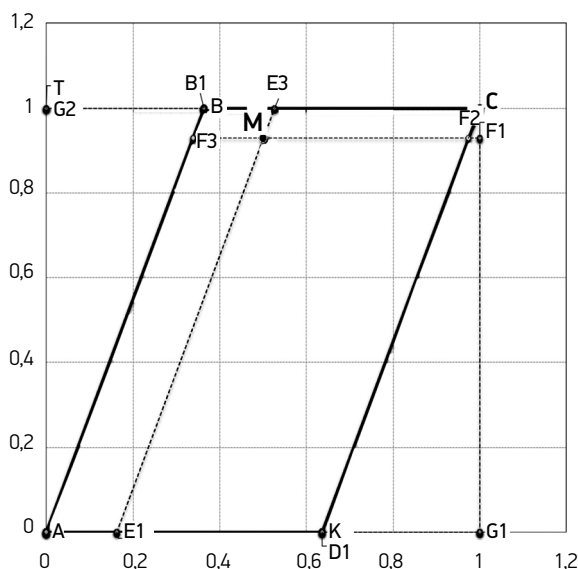


Рис. 13. Коридор прогнозирования (для данных примера с учетом поправок)

Figure 13. Forecast corridor (for example, adjusted)

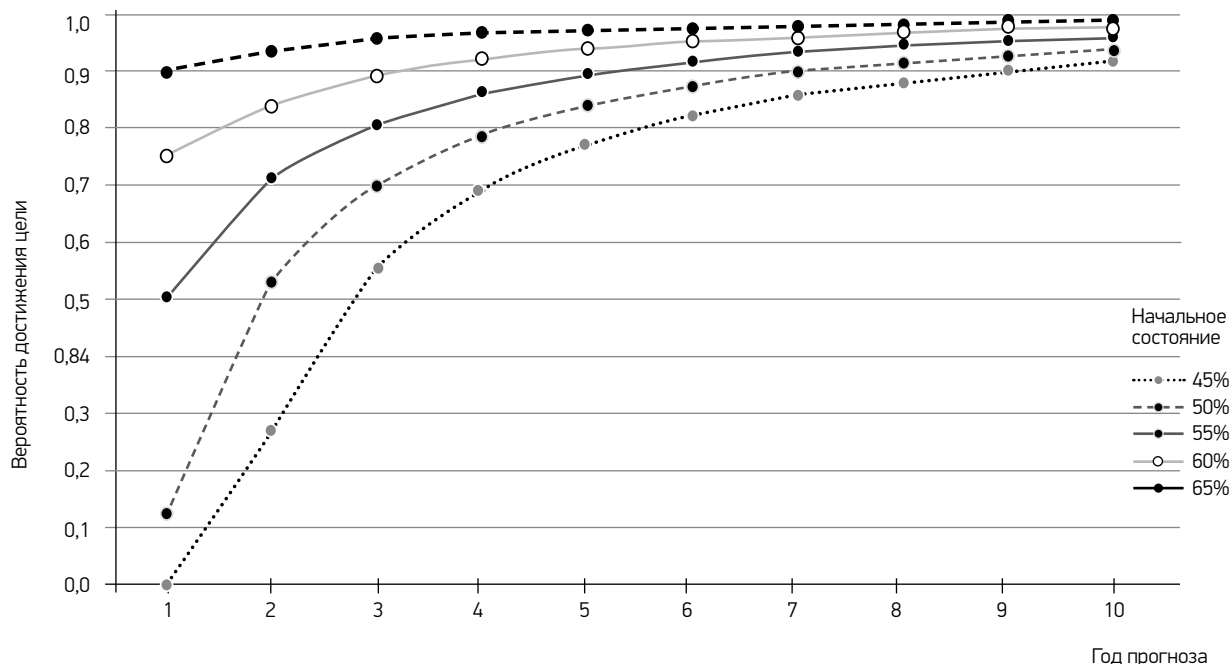


Рис. 14. Зависимость вероятности достижения цели от начального состояния

Figure 14. The dependence of the probability of achieving the goal on the initial state

		Период прогнозирования, лет									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
в млрд куб. м											
Начальное состояние независимости от российского газа на год, предшествующий периоду прогнозирования	45%	0,00	43,21	88,12	109,74	122,35	130,48	136,06	140,09	143,09	145,40
	50%	19,99	84,67	110,85	124,73	133,14	138,68	142,54	145,34	147,45	149,08
	55%	80,48	113,20	128,30	136,73	141,98	145,49	147,97	149,78	151,15	152,21
	60%	119,58	133,38	141,37	145,99	148,92	150,90	152,31	153,35	154,14	154,75
	65%	142,89	148,13	151,29	153,16	154,36	155,18	155,77	156,20	156,53	156,79

Рис. 15. Прогноз объемов недопоставок российского газа в ЕС на период до 2032 г. в зависимости от стартовых условий

Fig. 15. Forecast of underdelivery volumes of Russian gas in the EU for the period up to 2032, depending on the starting conditions

4.2. Определение точек контроля

В случае динамичного развития ситуации может оказаться необходимым определить дополнительные точки контроля, в которых с точки зрения экспортера сохраняется повышенная вероятность поставок газа. Для условной ситуации, изображенной на рис. 16, расчетное значение трудности достиже-

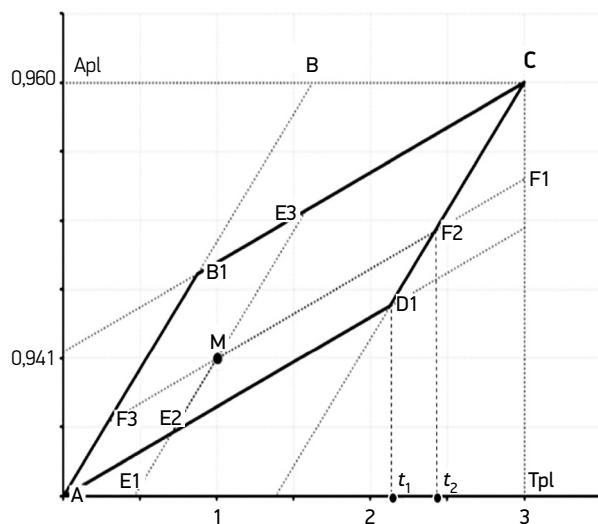


Рис. 16. Контроль при штатном развитии ситуации

Figure 16. Monitoring during normal development of the situation

ния целевого значения S_3 через 2 года при сохранении текущей динамики равно $d_1 = 0,3673$, что является умеренной оценкой.

Абсцисса t_1 точки D_1 характеризует момент времени, в который еще возможно достижение целевого значения, даже если до этого скорость изменения показателя была минимальна или даже равнялась нулю. Цена за это — предельное напряжение возможностей и использование всех доступных ресурсов. Точка t_1 — предельный момент первого контроля, т. к. выбор более позднего момента контроля ($t > t_1$) может не обеспечить достижения целевого значения при неизменности ресурсов, затрачиваемых на достижение цели.

Проведя через точку M прямую, параллельную прямой AD_1 , соответствующую минимальной скорости изменения трудности достижения цели S до пересечения с прямой D_1C , получим точку F_2 с абсциссой t_2 , определяющей момент второго контроля. Если динамика сохраняется, одной точки контроля достаточно для уверенности в том, что целевое значение будет достигнуто, и, таким образом, мы получаем, что периодичность контроля не должна превышать одного раза в два года.

Однако ситуация в реальности может отличаться от прогнозной.

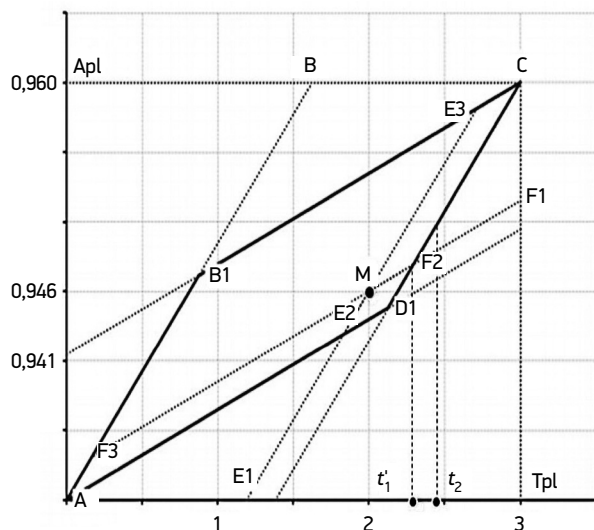


Рис. 17. Контроль при критическом развитии ситуации

Figure 17. Monitoring in case of critical development of the situation

Предположим для примера, что через год (во втором году) было получено среднее значение $S_2 = 0,946$. Ситуацию иллюстрирует рис. 17 (предполагается, что скорости движения к цели остались прежними).

Для данной ситуации $d_2 \cong 1$, что означает, что если темпы изменения показателя сохраняются, через год достигнуть целевого значения не получится. Видно, что в рассматриваемом варианте точка М, обозначающая текущее положение, приблизилась к опасным границам AD_1C , за которыми с высокой вероятностью возможны потеря управляемости и невыполнение целевой установки. Текущая ситуация требует внимания со стороны импортера и мероприятий по повышению исполнительской дисциплины в части соблюдения графика.

Для экспортера, соответственно, это означает прогноз на сохранение существующих объемов экспорта. Срок ближайшей проверки, соответственно, сдвигается на более ранний период (точка $t'_2 < t_2$ на рис. 17). После проведения контроля в точке t'_2 процедуру определения частоты контроля придется повторить, чтобы повысить уверенность руководства импортера в достижении поставленной цели.

4.3. Оценка сторонних прогнозов

С использованием предложенного метода возможна также оценка прогнозов, полученных сторонними аналитиками. Для примера рассмотрим прогноз развития электроэнергетического сектора ЕС. За исходную информацию приняты известные статистические данные прогноза МЭА на период до 2050 г. касательно производства электроэнергии в Европейском союзе (см. табл. 2).

Предлагаемая методика исходит из того обстоятельства, что в развитии технологий, определяющих тот или иной технологический уклад, существуют долгосрочные устойчивые тренды развития, которые формируются на протяжении долгих периодов, обладают высокой устойчивостью к изменениям (даже консервативностью). При этом под технологическим уклодом понимается совокупность сопряженных производств, имеющих единый технический уровень и развивающихся синхронно. Смену доминирующих в экономике технологических уклодов предопределяет не только ход научно-технического прогресса, но и инерция мышления общества: новые технологии появляются значительно раньше их массового освоения. Во многом облик технологического уклода определяют возможности и потенциал доступных источников энергии, которые являются основным ресурсом его развития и экспансии.

Следствием неравномерности развития различных стран является неравномерность перехода мировой экономики из одного технологического уклода в другой. Так, практически все страны мира приняли так называемую концепцию энергоперехода и разработали (разрабатывают) национальные стратегии по снижению выбросов CO_2 и достижению климатической нейтральности. Но на первом месте для них по-прежнему стоят проблемы собственного социально-экономического развития на устойчивом энергетическом фундаменте.

На сегодняшний день мир полагается преимущественно на ископаемые виды топлива, и в обозримой перспективе реальной адекватной замены ископаемому топливу нет: во-первых, углеводороды позволяют обеспечивать стабильное энергоснабжение, во-вторых, ископаемые виды топлива дают «концентрированную» энергию, что необходимо для промышленности.

Таблица 2. Данные прогноза МЭА на период до 2050 г., тыс. т н. э.
Table 2. WEA forecast data for the period up to 2050, thousand tons o. e.

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Валовое производство электроэнергии	248 887,90	254 016,70	247 061,50	226 854,30	242 329,50	257 580,60	267 593,20	276 247,40	285 479,30	294 125,30
Атомная энергия	78 768,79	73 471,20	67 570,57	58 098,65	49 324,95	44 613,07	41 009,55	39 197,33	36 420,12	34 715,37
Возобновляемые источники энергии	39 424,07	57 873,18	75 928,59	90 283,49	120 177,80	151 920,60	172 203,70	190 017,80	210 057,10	218 595,90
Биомасса-отходы (вкл. биогаз и отход. газ)	6549,69	11 387,89	14 898,96	15 136,43	15 090,04	14 800,68	15 077,91	16 559,93	16 278,09	17 826,41
Гидроэнергетика (без учета перекачки)	26 435,94	32 004,90	29 133,03	28 930,55	31 086,36	31 110,86	31 215,68	31 299,91	31 655,65	31 658,35
Энергия ГЭС озёр	14 355,03	17 816,21	15 810,03	15 427,09	16 676,98	16 434,92	16 381,38	16 391,57	16 447,59	16 417,35
Энергия ГЭС от течения рек	12 067,84	14 188,59	13 323,00	13 503,47	14 409,38	14 675,94	14 834,30	14 908,34	15 208,06	15 241,00
Энергия ветра	5808,34	11 960,28	22 610,46	33 436,26	52 464,63	75 347,86	89 030,08	98 499,35	110 865,80	116 116,80
Ветроэнергостанции на суше	5677,39	11 506,61	21 121,27	29 370,62	42 663,34	57 905,52	66 525,47	72 183,52	81 217,38	85 182,28
Ветроэнергостанции на море	130,96	453,66	1489,20	4065,64	9801,28	17 442,34	22 504,60	26 315,83	29 648,39	30 934,49
Энергия солнца	124,68	1997,51	8684,24	12 171,01	20 924,14	30 033,33	36 252,49	42 855,73	49 873,69	51 561,25
Геотермальное тепло, приливы и др.	505,42	521,93	601,90	609,23	612,66	627,86	627,57	802,86	1383,95	1433,12
Ископаемое топливо	130 695,00	122 672,40	103 562,30	78 472,19	72 826,73	61 046,97	54 379,94	47 032,30	39 002,00	40 814,00
Твердое ископаемое топливо	71 446,95	62 140,93	61 087,14	33 492,86	28 367,15	23 200,38	13 898,04	3289,68	1149,64	1109,63
Нефтепродукты	11 817,11	7058,90	5825,64	2378,91	979,29	597,81	531,83	452,38	288,00	248,19
Природные и промышленные газы	47 430,94	53 472,53	36 649,53	42 600,43	43 480,29	37 248,78	39 950,08	43 290,24	37 564,36	39 456,19
Водород и синтетические углеводороды	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Поскольку значительная часть мира с высокой плотностью населения нуждается в больших объемах энергии, то можно ожидать, что в перспективе подходы к проблематике энергоперехода будут переосмыслены и фокус сместится с климатической повестки на проблемы экологии в целом. Наиболее предпочтительными будут технологии замкнутого цикла. Можно также прогнозировать, что будут востребованы все без исключения источники энергии при совершенствовании технологий их использования как в сторону повышения КПД установок и оборудования, так и с точки зрения снижения нагрузки на окружающую среду.

Все вышесказанное приводит к заключению, что существует некая общая тенденция в переходе различных стран и регионов мира в рамках коридора допустимых значений потребления первичной энергии, ограниченная минимальной существующей и максимально возможной в данных условиях скоростью перехода от одних первичных источников энергии к другим, что в итоге и определяет спрос на первичные источники энергии в этих странах и регионах.

Темпы энергоперехода и его цели различны для разных стран и регионов мира. Кроме того, на скорость перехода влияют технологические факторы, замедляя или ускоряя его. Как именно технологические факторы будут воздействовать на ожидаемые (декларируемые, прогнозируемые в логике намерений разных стран) скорости энергоперехода, определяется огромным числом внешних и внутренних обстоятельств: и степенью готовности технологий, и приемлемостью стоимости их изготовления, владения и утилизации (т. е. на всех стадиях жизненного цикла нового источника энергии). Эта логика обстоятельств замедляет или ускоряет энергопереход, а значит — увеличивает или снижает зависимость

от ископаемого топлива. Причем важно понимать, что все эти дополнительные обстоятельства должны «выстроиться» в «правильном» порядке, который наилучшим образом соответствует их промышленному освоению, чтобы произошло качественное изменение в производстве и потреблении энергии.

Техническое нововведение зависит от приобретения знаний через систематически организованный процесс проб и ошибок. Можно говорить о существовании случайного закона распределения потенциальных возможностей развития технологии. Но важно и то, что определенный тип вероятностного распределения зарождается в рамках некоторого детерминированного механизма. Из этого следует вывод: хотя для любой конкретной технологии эволюционный потенциал случаен, уровень его использования — результат продуманной политики.

В соответствии с вышесказанным, влияние отдельных технологических факторов на изменение спроса на наиболее значимых для России газовых рынках Европы и Китая крайне незначительно. Однако совокупное изменение этих факторов, несомненно, оказывает влияние на скорость замещения газа в энергетике и промышленности. Определяющим в силе этого влияния выступают даже не сами факторы как таковые, а их «правильный» (с точки зрения реализации технологии) порядок следования для каждой страны, входящей, например, в ЕС, и для каждой технологии. С этой точки зрения анализ текущего и перспективного состояния соответствующих технологий в странах ЕС необходим и оправдан.

В качестве фактических и плановых показателей принято процентное выражение доли соответствующего ископаемого первичного источника энергии в валовом производстве электроэнергии. За мини-

Таблица 3. Оценка вероятности трудности достижения прогнозируемого значения

Table 3. Estimate probability of difficulty in reaching the predicted value

2020 (факт)		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020 (план)
85,24%	Уголь	0,5085	0,1716	0,0909	0,0572	0,0395	0,0290	99,62%
98,95%	Нефть	0,0256	0,0098	0,0053	0,0033	0,0023	0,0017	99,92%
81,22%	Газ	0,2040	0,0736	0,0392	0,0246	0,0169	0,0124	86,59%

Таблица 4. Уточненный прогноз

Table 4. Updated forecast

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Твердое ископаемое топливо	13 943,31	19 220,35	12 634,15	3101,54	1104,20	1077,40
Нефтепродукты	954,21	591,97	529,02	450,88	287,35	247,77
Природные и промышленные газы	34 608,57	34 506,52	38 384,04	42 226,17	36 928,77	38 967,72

мальную скорость принята скорость, равная нулю (т. е. предполагается, что скорость не изменяется на горизонте прогнозирования), а за максимальную — максимальная скорость изменений за период с 2005 по 2020 г. Результаты оценки точности прогноза МЭА на модели Руссмана для замещения объемов ископаемых первичных источников энергии (газ, уголь, нефть) приведены в табл. 3. В ячейках таблицы — априорная вероятность трудности достижения целевого значения в соответствующем году по отношению к 2020 г. при условии сохранения темпов изменений.

Соответствующий пересчет вероятности в тыс. т н. э. для ископаемых первичных источников энергии (газ, уголь, нефть) по отношению к прогнозным приведен в табл. 4.

На рис. 18 показана ситуация для оценки точности прогноза МЭА по газу на 2050 г. Текущая независимость энергетики от газа в валовом производстве энергии в Европе равна 81,22%, что на графике соответствует точке М (в масштабе графика координата точки М по оси у равна 0,9348). За год отсчета — 2020 — принята координата на оси х, равная 0,5.

Соответственно, прогнозируемая МЭА независимость энергетики от газа в 2050 г. должна составлять 86,59%, что соответствует точке С и в масштабе графика принято равным 1. Соответственно, за 1 по оси х принят 2050 г., откуда следует «шаг» в масштабе графика, равный 0,083.

Если предполагать, что темп вытеснения доли газа из энергетики Европы за 2005—2020 гг. не изменится (то есть не поменяется угол наклона отрезка АВ на графике), то расчет по модели Руссмана дает поправку для прогноза МЭА, равную 0,0124 (см. табл. 3). Однако предлагаемый метод дает возможность определить точку дополнительной вери-

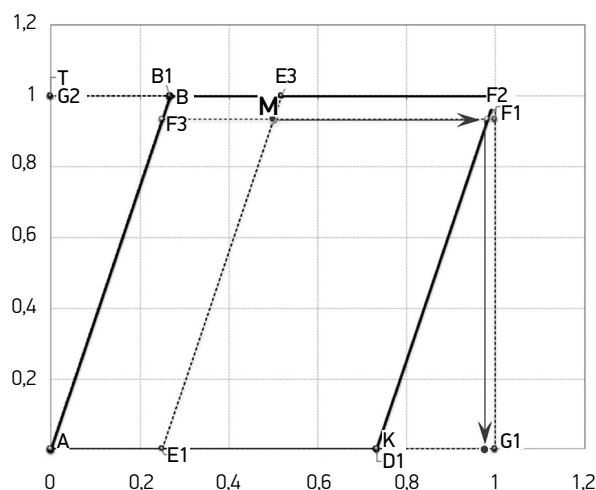


Рис. 18. Оценка точности прогноза МЭА по газу на 2050 г.

Figure 18. Estimating the accuracy of the WEA's 2050 gas forecast

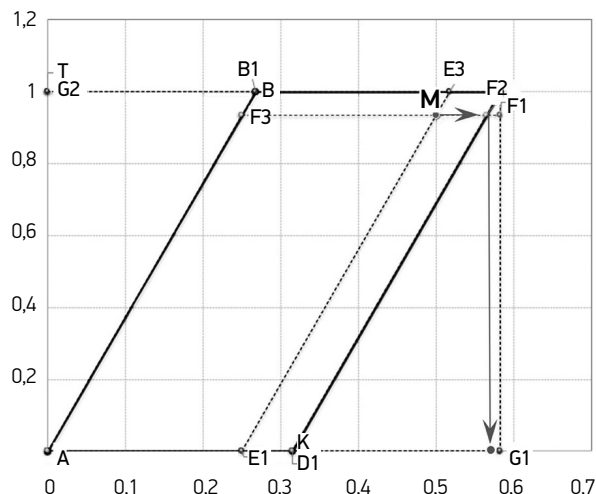


Рис. 19. Расчет поправки прогнозного значения МЭА через 5 лет

Figure 19. Calculation of forecast correction IEA values after 5 years

фикации прогноза — F_2 , в которой возможно уточнить — достижима ли заявленная цель и не изменились ли соответствующие темпы. В масштабе графика координаты точки F_2 на оси x равны 0,982, что соответствует в годовом исчислении примерно второй половине 2049 года контроля.

При расчете поправки для достижения прогнозного значения через 5 лет (см. рис. 19) получаем поправку для прогноза МЭА, равную 0,2040 (см. табл. 3). Соответственно, контроль необходимо провести не позднее второй половины 2023 г.

Заключение

Традиционный метод прогнозирования использует ретроспективную информацию о вариативности временного ряда. При исследовании временного ряда предполагается, что вероятностный закон, задающий его поведение, неизменен (стационарный временной ряд). Исходя из этого предположения, строится модель, нужная для прогнозирования, интерпретации и проверки гипотез, представляющая собой случайную модель случайного процесса. Если такая модель построена, то временной ряд рассматривается как реализация (траектория) данного случайного процесса. Недостатком метода можно считать необходимость сглаживания значительных выбросов в ряде, которые считаются случайными и не учитываются моделью прогнозирования. Тем самым данные усредняются и прогнозное значение получают исходя из некоторого упрощения реального процесса. Прогнозное значение не задается, а рассчитывается исходя из сделанных предположений о временном ряде. То есть у ЛПП нет представления о качестве результата и требований к нему, т. к. результат прогнозируется исходя из «законов поведения» системы. Соответственно, ошибку прогнозирования можно оценить только после истечения заданного интервала прогнозирования, сравнив реальное значение прогнозируемой величины с полученным на модели. Это «реактивный» подход, в котором прогнозируется наиболее вероятное целевое состояние. То есть предполагается, что закон развития системы (временного ряда) задан и не изменится на горизонте прогнозирования. Точность прогнозирования временного ряда — величина, зависящая от его качественных характеристик, выбранных моделей прогнозирования, квалификации

эксперта, доступности программно-аппаратных средств для реализации алгоритмов модели и других факторов.

В «проактивном» (риск-ориентированном) подходе, предлагаемом авторами, прогнозируется возможность достижения директивно заявленной цели с учетом качества системы, поведение которой прогнозируется, и внешних рисков. Качество определяет темпы достижения цели. Предполагается, что закон развития системы неизвестен, но на горизонте прогнозирования не изменятся темпы (скорости) движения к заданной цели. На качество системы влияют внешние и внутренние обстоятельства и факторы, определяемые с помощью экспертных методов. Предлагаемый подход оперирует понятиями качества самого процесса и требованием к качеству результата. Утверждается, что процесс может развиваться в коридоре от максимальной до минимальной из наблюдаемых в прошлом волатильностей. Этот коридор задается скоростями изменения наблюдаемого параметра, оценивающего качество процесса, имевшими место в прошлом. Утверждается, что если прогнозируемый показатель находится в этом коридоре, система достигнет некоторого установленного прогнозного значения за заданное время. Метод определяет трудность достижения этого целевого значения, которую можно также трактовать как риск. Прогнозное значение задается заранее (являясь тем, что ожидают от системы в будущем, т. е. у ЛПП есть представление о качестве желаемого результата и требования к этому качеству), а рассчитывается риск недостижения этого значения за заданное время при некотором качестве рассматриваемой системы. Соответственно, ошибка прогнозирования оценивается в процессе движения к цели.

За пределами настоящей статьи оставлены вопросы, связанные с учетом высокой степени неопределенности в количестве и степени взаимовлияния значимых факторов, определяющих поведение исследуемых систем. Следует отметить, что организация работы рассматриваемых систем требует, как правило, крупных долгосрочных инвестиций, использования большого количества материальных ресурсов и привлечения многочисленного персонала. Большая распространенность элементов крупномасштабной системы по регионам требует также

наличия тесной связи с окружающей систему бизнес-средой (региональные власти, население, локальные потребители и поставщики, окружающая природная среда и т. д.), а также эффективного распределения функций и задач между различными элементами системы. При управлении такой системой необходимо учитывать не только результаты экономической эффективности текущей деятельности, но и требования, связанные с надежностью и устойчивостью дальнейшего ее функционирования. Свойства крупномасштабных систем и характеристики их функционирования также во многом зависят от выбранных параметров структуры системы.

Поскольку истинные законы распределения анализируемых случайных процессов и, главное, факторы, их определяющие, будут непрерывно корректироваться (прогнозный фон изменяется быстрее, чем накапливается адекватная статистика), необходимо использовать для прогноза критерии «свободные от распределений». В частности, необходимо в качестве критериев достижения прогностической цели брать не величины отклонений модельных и реальных данных, а критерии, используемые в методах классификации и распознавания образов. Например, в качестве измерения точности прогноза можно использовать величины ошибок предсказания первого и второго рода, причем, если удастся, в зависимости от того или иного вида замещающей технологии и в зависимости от значения параметров прогнозного фона.

Собственно, кризисы могут возникать как по внутренним, так и по внешним причинам. Поскольку чаще всего причина комбинированная, то статистически можно устранить только часть неопределенности, объяснимой отдельно только внешними или отдельно только внутренними причинами. Отсюда следует, что при анализе динамики редких событий только средствами технического анализа исторических данных (на этой основе строится большинство используемых в настоящее время моделей и инструментов) надеяться на полноту и точность прогноза, превышающие 50%, не следует. Кроме того, в концепции прогнозирования необходимо учитывать, что принимаемые в настоящее время политические решения далеки

от рыночных механизмов и речь идет о принудительном целеполагании и направленных действиях, обеспеченных в той или иной степени необходимыми ресурсами. Если выясняется, что достижение цели оказывается невозможным при сохранении стартовых условий, то требуется обнаружить это как можно раньше и так изменить параметры цели, чтобы она стала достижимой. Это изменение может выражаться в уменьшении количественной оценки планового результата, в увеличении времени на его достижение или в том и другом одновременно. Как следствие, прогностная задача прямого (цифрового) выражения цели (важная, но не основная) трансформируется в задачу мониторинга за достижением цели, что позволяет ЛПР своевременно идентифицировать и оперативно (адекватно) реагировать на изменяющуюся ситуацию. Задачей системы контроля за таким процессом является оценка текущего состояния системы, объема выполненных работ, риска невыполнения плана, а также близости состояния системы к критической области, откуда достижение цели будет невозможно при любых допустимых затратах.

Литература [References]

1. International Energy Agency. World Energy Outlook 2004, p. 524, <https://doi.org/10.1787/weo-2004-en>
2. Маркова В.М., Чурашев В.Н. Эволюция прогнозов развития мировой и российской энергетики: способ ответа на экономические вызовы // Мир экономики и управления. 2020. Т. 20. № 3. С. 108—138, <https://doi.org/10.25205/2542-0429-2020-20-3-108-138> [Markova V.M., Churashev V.N. Evolution of forecasts for the world and russian energy development: a way to respond to economic challenges // World of Economics and Management. 2020;20(3):108-138, (In Russ.), <https://doi.org/10.25205/2542-0429-2020-20-3-108-138>]
3. Аполонский О.Ю., Орлов Ю.Н. Сравнительный анализ долгосрочных прогнозов развития мировой энергетики. Часть II // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2010. № 58. 26 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2010-58> [Apolonsky O. Yu., Orlov Yu. N. Comparative analysis of long-term forecasts for the development of world energy, Part II // Preprints of IPM named after M. V. Keldysh. 2010;(58):26, (In Russ.), URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2010-58>]

4. Аполонский О.Ю., Орлов Ю.Н. Сравнительный анализ долгосрочных прогнозов развития мировой энергетики. Часть III // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2012. №17. 26 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-17> [Apolonsky O. Yu., Orlov Yu. N. Comparative analysis of long-term forecasts for the development of world energy. Part III // Preprints of IPM named after M. V. Keldysh. 2012;(17):26, (In Russ.), URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-17>]
5. Данилов Е. Методика прогнозирования российско-го электротехнического рынка // Электротехнический рынок. 2008. №3(21). С. 18—19, URL: <https://www.elec.ru/viewer?url=files/2021/09/20/321-2008.pdf> [Danilov E. Forecasting Methodology of the Russian Electrotechnical Market // Electrotechnical Market. 2008;(3):18-19, (In Russ.), <https://www.elec.ru/viewer?url=files/2021/09/20/321-2008.pdf>]
6. Исмагилов Т.С. Методы решения задачи прогнозирования в энергетике // Вестник УГАТУ. 2010. Т. 14. №4(39). С. 93—96 [Ismagilov T. S. Forecasting methods in energetics // Vestnik USATU. 2010;14(4):93-96, (In Russ.)]
7. Deuctor Studio. BIGroup Labs (<https://basegroup.ru/deductor/description>).
8. Аполонский О.Ю., Орлов Ю.Н. Сравнительный анализ долгосрочных прогнозов развития мировой энергетики // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2007. №26. 28 с., URL: <https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2007-26> [Apolonsky O.Yu., Orlov Yu. N. Comparative Analysis of Long-Term Forecasts of World Energy Development // Preprints of IPM named after M. V. Keldysh. 2007;(28):28, (In Russ.), URL: <https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2007-26>]
9. Глаголев А.И., Демин С.С., Орлов Ю.Н. Долгосрочное прогнозирование газового рынка: опыт сценарного программирования. М.: Институт энергодиалога «Восток–Запад», 2003. 128 с. [Glagolev A. I., Demin S. S., Orlov Yu. N. Long-term forecasting of the gas market: experience in scenario programming. M.: Institute of Energy Dialogue “East-West”. 2003. 128 p., (In Russ.)]
10. Theodosiou M. Forecasting monthly and quarterly time series using STL decomposition — 2011. — №27(4). — P. 1178—1195. Marina Theodosiou Forecasting monthly and quarterly time series using STL decomposition // International Journal of Forecasting. 2011;27(4):1178-1195, <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2010.11.002>.
11. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / Под ред. А.А.Макарова, Т.А. Митровой, В.А.Кулагина; ИНЭИ РАН — Московская школа управления СКОЛКОВО — Москва, 2019. — 210 с. — ISBN 978-5-91438-028-8 [Forecast for the development of energy in the world and Russia 2019 / edited by A.A. Makarov, T.A. Mitrova, V.A. Kulagin: INEI RAS — Moscow School of Management SKOLKOVO — Moscow, 2019. — 210 p., (In Russ.), ISBN 978-5-91438-028-8]
12. Хохлов А., Мельников Ю. Угольная генерация: новые вызовы и возможности. М.: Сколково, 2019. — 83 с. [Khokhlov A., Melnikov Yu. Coal generation: new challenges and opportunities. M.: Skolkovo, 2019. — 83 p., (In Russ.)]
13. Выгон Г., Ежов С., Колбикова Е. и др. Евро ТУР: цена вопроса. VYGON Consulting. Июнь 2021, 59 с. [Vygon G., Yezhov S., Kolbikova E, et al. Euro TOUR: question price. VYGON Consulting. June 2021, 59 p., (In Russ.)]
14. Руссман И.Б., Каплинский А.И., Умывакин В.М. Моделирование и алгоритмизация слабоформализованных задач выбора наилучших вариантов системы. Воронеж: ВГУ, 1991, 168 с. [Russman I. B., Kaplinsky A. I., Umyvakin V. M. Modeling and algorithmization of poorly formalized problems of choosing the best system options. Voronezh: VSU, 1991. 168 p., (In Russ.)]
15. Бермант М.А., Руссман И.Б. О проблеме оценки качества // Экономика и математические методы. 1978. №4. С. 691—699. [Bermant M. A., Russman I. B. On the problem of quality assessment // Economics and mathematical methods. 1978;(4):691-699, (In Russ.)]
16. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с. [Zade L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate decision-making. M.: Mir. 1976. 165 p., (In Russ.)]
17. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой информации. М.: Наука, 1981. 206 с. [Orlovsky S. A. Problems of decision-making in case of fuzzy information. M.: Science. 1981. 206 p., (In Russ.)]
18. Фишбеин П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978. 352 с. [Fishbein P. Theory of utility for decision-making. M.: Science. 1978. 352 p., (In Russ.)]
19. Руссман И.Б. Инвариантные функционалы // Изд. АН СССР. Сер. Техническая кибернетика. 1978. №4. С. 209—211. [Russman I. B. Invariant functionals // Ed. USSR Academy of Sciences. Ser. Technical cybernetics. 1978;(4):209-211, (In Russ.)]

Сведения об авторах

Бочков Александр Владимирович: доктор технических наук, ученый секретарь Научно-технического совета Акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»)

Количество публикаций: более 100

Область научных интересов: анализ и оценка риска; системный анализ; исследование операций; анализ уязвимости и живучести объектов критической инфраструктуры; экспертные методы

ORCID ID: 0000-0003-0211-8320

Researcher ID: A-4101-2014

Scopus Author ID: 57188739597

SPIN-код: 8277-6641

AuthorID: 660808

Контактная информация:

Адрес: 107078, Москва, Орликов переулок, д. 5, стр. 1
a.bochkov@vniias.ru

Сафонов Владимир Сергеевич: доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра технологического прогнозирования и научно-технической информации Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Количество публикаций: более 200

Область научных интересов: технологии трубопроводного транспорта и хранения природного газа и газового конденсата, нефти; моделирование гидродинамических и тепломассообменных процессов; промышленная, пожарная и экологическая безопасность в газовой отрасли; методология анализа риска аварий на объектах нефтегазового и химико-технологического профиля; безопасность морских нефтегазовых объектов; безопасность объектов СПГ; проблемы обеспечения устойчивого функционирования и прогнозирования развития ЕСГ России с учетом трендов мировой энергетики

SPIN-код: 3947-4087

AuthorID: 210789

Контактная информация:

Адрес: 142717, Московская обл., пос. Развилка, ул. Газовиков, владение 15, стр. 1
V_Safonov@vniigaz.gazprom.ru

Статья поступила в редакцию: 03.03.2023

Одобрена после рецензирования: 27.03.2023

Принята к публикации: 28.03.2023

Дата публикации: 28.04.2023

The article was submitted: 03.03.2023

Approved after reviewing: 27.03.2023

Accepted for publication: 28.03.2023

Date of publication: 28.04.2023

УДК 631.4 + 631.95

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-68-85>

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2023

Управление природными и экологическими рисками при усилении континентальности климата

Башкин В. Н.*,**Припутина И. В.,**

Институт физио-химических и биологических проблем почвоведения, ФИЦ ПНЦБИ РАН

Галиулина Р. А.,

Институт фундаментальных проблем биологии, 142290, Россия, Московская обл., г. Пущино, Институтская ул., д. 2

Аннотация

В статье рассмотрены приемы управления природными и экологическими рисками в условиях усиления континентальности климата в полярных регионах газодобычи. Показано, что природные риски, связанные с ростом летних температур, могут проявляться в виде различных эпизоотий. Ведущим фактором проявления таких природных рисков являются широкомасштабные нарушения тундровых почв, в частности, на полуострове Ямал вследствие перевыпаса оленей. Экологические риски в данном регионе связаны с влиянием предприятий ТЭК на процессы эвтрофирования тундровых экосистем, что проявляется в виде смены видового состава растительных сообществ и усиления растепления почвогрунтов. На фоне наблюдаемого в последние годы усиления континентальности климата на территории Тазовского полуострова успешно апробированы адаптивные к климатическим условиям Крайнего Севера биогеохимические технологии рекультивации тундровых почв, основу которой составляют специально разработанные методики, защищенные патентами Российской Федерации.

Ключевые слова: природные риски; экологические риски; континентальность климата; биогеохимические технологии; рекультивация экосистем.

Для цитирования: Башкин В. Н., Припутина И. В., Галиулина Р. А. Управление природными и экологическими рисками при усилении континентальности климата // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 2. С. 68—85, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-68-85>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Management of Natural and Environmental Risks in the Context of Increasing Continentality of the Climate

Vladimir N. Bashkin*,

Irina V. Priputina,

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences

Rosa A. Galiulina,

Institute for Fundamental Problems of Biology, Russian Academy of Sciences, Institute str., 2, Pushchino, Moscow region, 142290, Russia

Abstract

The article presents methods for managing natural and environmental risks in the conditions of increasing continentality of the climate in the Polar regions of gas production. It is shown that natural risks associated with the rise in summer temperatures can manifest themselves in the form of various epizootics. The leading factor in the manifestation of such natural risks are large-scale disturbances of tundra soils, in particular, on the Yamal Peninsula due to overgrazing of reindeer. Environmental risks are associated with the impact of gas industry on the processes of eutrophication of tundra ecosystems, which manifests itself in the form of a change in the predominant forms of vegetation and increased thawing of soils. Against the backdrop of an increase in the continentality of the climate, in recent years, on the territory of the Taz Peninsula, biogeochemical technologies for the reclamation of tundra soils, adaptive to the climatic conditions of the Far North, have been successfully tested, based on methods protected by patents of the Russian Federation.

Keywords: natural risks; environmental risks; climate continentality; biogeochemical technologies; ecosystem reclamation.

For citation: Bashkin V. N., Priputina I. V., Galiulina R. A. Management of natural and environmental risks in the context of increasing continentality of the climate // *Issues of Risk Analysis*. 2023;20(2):68-85, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-68-85>

The authors declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Феномен усиления континентальности климата
2. Природные риски усиления континентальности климата в ЯНАО и пути их решения
3. Оценка экологических рисков в зоне воздействия эмиссии NO_x от Бованенковского газоконденсатного месторождения
4. Управление природными и экологическими рисками с использованием инновационных биогеохимических технологий

Заключение

Литература

Введение

Глобальная температура поверхности в земной системе повышалась в течение последнего столетия. Среднее потепление в 1880—2012 гг. составило 0,85 К (с диапазоном неопределенности от 0,65 до 1,06 К), а в 1951—2012 гг. — до 0,72 К (с диапазоном неопределенности от 0,49 до 0,89 К) [1]. В соответствии с общепринятыми представлениями, основной причиной потепления является антропогенный парниковый эффект, сопровождающийся, а иногда и компенсируемый другими антропогенными и природными воздействиями и внутренней изменчивостью климатической системы [2].

Однако в настоящее время рост глобальной температуры существенно замедлился. На рис. 1 показано, что глобальная температура была практически постоянной в течение 8 лет и 4 месяцев, изменяясь в пределах 0,2 °C от уровня 1991 г., взятого за стандарт. Это может быть связано с ослаблением Североатлантического колебания (NOA — North Atlantic Oscillations), охлаждением Северной Атлантики и связанным с этим глобальным изменением температуры, таким как в период с 1950 по 1970 г. [3].

Кроме того, в 2022 г. практически не было отклонений в выпадениях осадков от усредненных многолетних значений (рис. 2), а также не отмечено роста стихийных бедствий [4].

Существует несколько альтернативных гипотез о природе наблюдаемого изменения климата. В отличие от очень политизированной алармистской позиции, поддерживаемой во многих СМИ, по мнению целого ряда исследователей, основной вклад в его формирование вносят природные (неантропогенные) факторы [5—12]. Одним из широко используемых аргументов в поддержку этих гипотез является временной лаг между изменениями глобальной температуры (T) и содержанием углекислого газа $q\text{CO}_2$ в атмосфере, полученный из кернов антарктического льда: согласно этим данным, изменения $q\text{CO}_2$ отстают от изменений T на несколько столетий [13—14]. Кроме того, было показано, что межгодовые изменения $q\text{CO}_2$ также отстают от соответствующих изменений T для инструментальных данных за последние десятилетия. Поскольку ожидается, что эффект не может привести к его причине, такие задержки используются в качестве

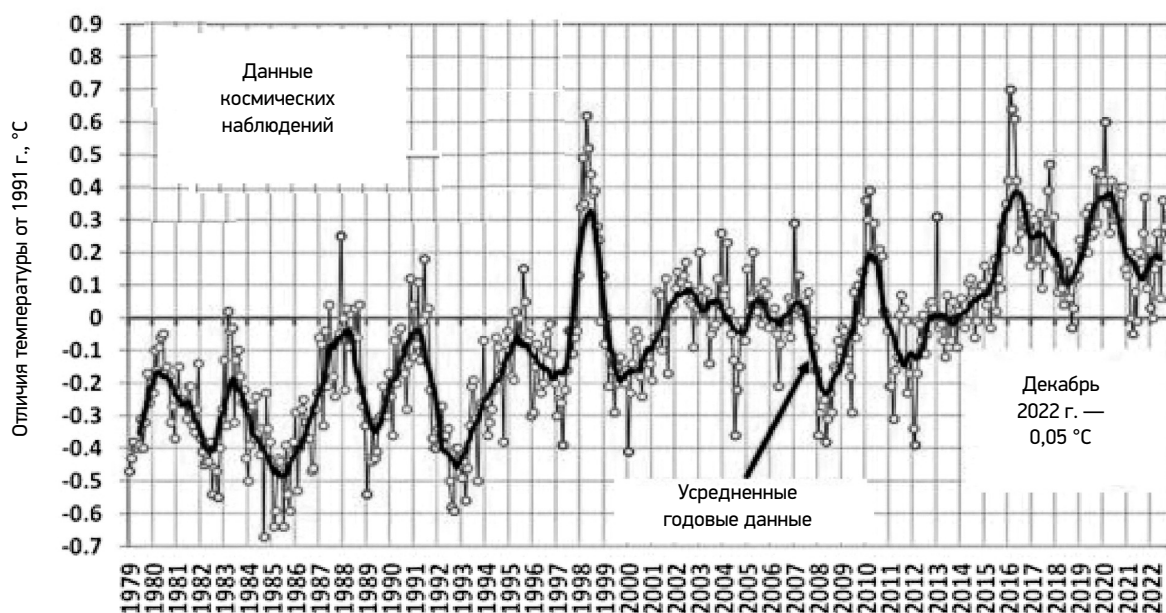


Рис. 1. Изменения глобальной температуры, основанные на данных системы космических наблюдений UAH 6.0 (на основании данных University of Alabama in Huntsville, USA <https://www.researchgate.net/institution/University-of-Alabama-in-Huntsville>)

Figure 1. Global temperature changes based on space observation system UAH 6.0 (based on data from the University of Alabama in Huntsville, USA <https://www.researchgate.net/institution/University-of-Alabama-in-Huntsville>)



Рис. 2. Изменения глобальных усредненных выпадений (на основании данных [4])

Figure 2. Changes in global average drops (based on data [4])

аргумента для опровержения основной роли антропогенного парникового эффекта в изменении климата (например, [15, 16]).

Увеличение уровня CO_2 в атмосфере может быть следствием потепления, а не его причиной. Проведенный статистический анализ показал, что, хотя и существует корреляция между $q\text{CO}_2$ и глобальной температурой, изменения в $q\text{CO}_2$ появляются после изменений температуры с лагом примерно 5 мес. [16]. Возможным объяснением может быть факт глобальных изменений температуры вследствие естественных причин и соответствующее возрастание температуры океанических вод, где содержится более 90% общей массы CO_2 . Это, в свою очередь, ведет к увеличению потока CO_2 из воды в атмосферу в соответствии с законом Генри. Хотя эти аргументы подвергались критике на разных основаниях [17], но запаздывание между изменениями климатических переменных как надежный показатель причинно-следственных связей в системе Земли не было подвергнуто сомнению большинством критиков.

В статьях [18, 19] описывается возможный механизм взаимного запаздывания между изменениями глобальной температуры поверхности Земли и содержанием CO_2 в атмосфере $q\text{CO}_2$. Этот механизм может сработать, когда климатическая система Земли подвергается воздействию однофазных выбросов углекислого газа и метана. При этом в исследованиях [20] предполагается, среди природных причин глобального потепления, выделение такого факто-

ра, как триггерная активация выбросов метана под воздействием сейсмической активности. В Арктике триггерная активация выбросов метана началась в конце 1970-х гг. прошлого века, когда тектонические волны, вызванные крупными землетрясениями на Алеутской дуге в 1957—1965 гг., достигли Арктического шельфа, пройдя расстояние около 2000 км со скоростью около 100 км/год в течение примерно 20 лет. Этот процесс был связан с резким потеплением окружающей среды в Арктике в 1979—1980 гг. из-за парникового эффекта от выбросов метана.

В то же время показано [21], что наблюдается значительное уменьшение площади возможного существования мерзлого грунта и гидратов метана в послеледниковый период. Основываясь на обширном анализе зон деградации подводного мерзлого грунта на шельфах морей Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского и Бофорта ($\approx 57\%$ от общей площади), можно сделать вывод, что существует относительно низкая вероятность значительного вклада метана, выделяющегося из диссоциирующих газовых гидратов, в изменение климата.

Наряду с этим в последние десятилетия многие авторы отмечают феномен усиления континентальности климата [22], что сопровождается усилением (повышением) природных и экологических рисков. В этой связи целью данной работы было рассмотрение вопросов управления природными и экологическими рисками в условиях усиления континентальности климата в полярных регионах газодобычи.

1. Феномен усиления континентальности климата

Как известно, континентальный климат характеризуется стабильно жарким летом и морозной зимой с малым количеством осадков. При этом усиление континентальности климата или повышение индекса этого феномена свидетельствует о грядущем глобальном похолодании, которое может происходить как за счет уменьшения потока солнечной радиации, поступающей на Землю, так и за счет сокращения потока тепла из океана в атмосферу [23—27]. Что касается континентального климата полярных широт, то для него характерны большие годовые колебания температуры воздуха и теплое, но короткое лето, а также очень студеной и длительная зима.

При этом стоит, хотя бы в качестве дискуссионного обсуждения, остановиться на рассмотрении следующих заключений. Так, усиление континентальности климата может свидетельствовать о наступлении очередного глобального похолодания, что выражается в изменении климата Земли в целом или отдельных ее регионов с течением времени и отмечается в статистически достоверных отклонениях параметров погоды от их многолетних значений за период времени от десятилетий до миллионов лет. Рядом авторов [28—33] было установлено, что изменение климата, в частности, в эпоху четвертичного периода — голоцена, которая продолжается последние 11 тыс. лет вплоть до современности, характеризуется сочетаниями периодов похолодания и потепления в различные интервалы времени, что свидетельствует о циклическом характере изменения этого феномена на Земле.

Несмотря на отмеченные выше флуктуации температуры и влажности, в относительно близком будущем Земля может оказаться на пороге повторения такого же Малого ледникового периода, который имел место в Северном полушарии в XVII—XVIII вв. Возможность похолодания связана с резким снижением мощности излучения Солнца как единственного источника энергии для Земли и, следовательно, основного фактора изменения ее климата. Отмечены две физические причины для изменения инсоляции (облучения поверхности Земли солнечным светом) на верхнем слое атмосферы

— это долгопериодические вариации элементов орбиты Земли и короткопериодические вариации солнечной постоянной, т. е. суммарной мощности солнечного излучения, составляющей 1367 Вт/м^2 [29, 30, 33]. При этом изменения солнечной постоянной измерялись эмпирически только за эпоху наблюдений космическими аппаратами, а на промежутке вплоть до 11 тыс. лет назад (начало голоцена) восстанавливались по содержанию радиоуглерода (изотоп ^{14}C) в кольцах деревьев. Х. И. Абдусаматов показал взаимосвязь циклов солнечной активности с масштабными изменениями климата на Земле. Им приведены факты связи солнечной активности с изменениями климата: когда наблюдается глубокий минимум солнечной активности, происходит похолодание. Можно ожидать, что наступление фазы глубокого минимума в нынешней квазидвухвековой циклической деятельности Солнца произойдет в начале $27(\pm 1)$ -го 11-летнего солнечного цикла, ориентировочно в 2043 ± 11 г. Это послужит причиной эпохи нового 19-го Малого ледникового периода за последние 7500 лет [29]. Хотя Земля уже в настоящее время стала получать меньше солнечной энергии, но еще не успела соответственно остыть благодаря термической инерции Мирового океана. Следовательно, она отдает и далее будет отдавать больше энергии путем излучения в космос, чем получает ее в течение всей фазы спада квазидвухвекового цикла [34]. В результате такого длительного дефицита поступающей солнечной энергии среднегодовой энергетический бюджет Земли как планеты и далее будет отрицательным, что и может привести к началу остывания планеты.

В настоящее время усиление континентальности климата уже отмечается в ряде регионов. Многими учеными это рассматривается как признак наступления очередного этапа похолодания. Так, в начале XXI в. (2001—2006 гг.) на всех метеостанциях в Тувинской горной области ($50\text{—}54^\circ$ с.ш., $89\text{—}99^\circ$ в.д.) наметилась тенденция к повышению индекса континентальности климата [23]. Как уже было отмечено, в начале XXI в. началось изменение характера Североатлантической осцилляции и сопряженных с ней региональных климатических систем к очередному относительно холодному сценарию, который предположительно будет продолжаться до 2030—2035 гг.

Это подчеркивает тенденцию перехода данных систем к новой фазе, по ряду характеристик подобной сценарию 1940—1970-х гг. (холодная фаза). В то время наблюдалось усиление континентальности климата на материках [24]. Результаты анализа пространственно-временных изменений температурно-ветрового режима по Северному полушарию в зоне умеренных широт (30—70° с.ш.) за период 1948—2013 гг. показали, что с начала XXI в. зимние температуры стали понижаться, а летние, начиная с 1975 г., наоборот, возрастать в широтной зоне 50—70° с.ш., что также свидетельствует об усилении континентальности климата [25]. Аналогичная картина отмечена для Центральной Азии и Татарстана, где с начала XXI в. отмечается усиление континентальности климата, когда в результате похолодания зим и повышения летних температур годовая амплитуда колебания температуры воздуха увеличилась [26, 27].

Проведенная оценка изменения индекса континентальности климата и его составляющих на территории Приднестровья за период 1952–2018 гг. выявила рост индекса континентальности и всех его составляющих и в этом регионе [35]. За последние 30 лет (1988–2018 гг.) наблюдался статистически значимый рост индекса континентальности (на 0,47% в год) и всех его составляющих: годовой амплитуды температуры воздуха (на 0,10 °C/год), среднегодовой суточной амплитуды температуры воздуха (на 0,03 °C/год), среднегодового дефицита влажности воздуха (на 0,06 мбар/год). Рост континентальности климата происходил на фоне роста среднегодовой температуры воздуха (на 0,04 °C/год). Колебания показателей континентальности климата происходили независимо друг от друга, иногда даже в противофазе. Характер кривой колебаний фактических значений индекса континентальности определялся главным образом значениями годовой амплитуды температуры воздуха.

В последнее десятилетие происходит изменение интенсивности и распространения Сибирского антициклона, а он играет ключевую роль в формировании атмосферных процессов над азиатской частью материка, оказывая влияние на общую циркуляцию атмосферы в Северном полушарии. Следует отметить: прогнозная модель Межправ-

ительственной группы экспертов по изменению климата предполагала, что вариации интенсивности Сибирского антициклона будут демонстрировать устойчивую тенденцию к снижению с конца XX в. и на протяжении всего XXI в., что приведет к снижению его интенсивности примерно на 22% к 2100 г. по сравнению со средним показателем интервала 1958—1980 гг. Однако в реальности, в последние два десятилетия, наблюдается резкий рост интенсивности Сибирского антициклона (<https://ieig.sfu-kras.ru/node/119>, Институт экологии и географии СФУ). Это отражается на усилении континентальности климата в северных регионах [36, 37].

Наблюдения показывают, что усиления континентальности климата в полярных широтах и, в частности, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, имели определенные геоэкологические последствия на полуострове Ямал (71° с.ш., 70° в.д.) и выразились в проявлении природных и экологических рисков.

2. Природные риски усиления континентальности климата в ЯНАО и пути их решения

Усиление континентальности климата проявилось, в частности, в 2016 г. в виде аномальной жары (29—34 °C в июне-июле), что вызвало на полуострове Ямал вспышку эпидемии сибирской язвы, возбудителем которой является бактерия *Bacillus anthracis* [38, 39]. В результате эпидемии заболело 2650 северных оленей и, как следствие контакта с больными и павшими животными, было инфицировано 36 человек с одним летальным исходом. Негативное воздействие аномальной жары на иммунную систему оленей на фоне прекращения вакцинации, а также увеличение численности кровососущих насекомых, очевидно, стали причиной массового заболевания сибирской язвой северных оленей.

Как известно, сибирская язва является особо опасной бактериальной зоонозной инфекцией, т. е. инфекцией, передающейся от животных к человеку и способной, благодаря длительному нахождению в почве спор *Bacillus anthracis*, сохранять угрозу возвращения и повторных вспышек на пораженных территориях в течение многих десятилетий. Основным источником инфекции для человека

является больное животное или его труп. Факторами передачи служат продукты животноводства, почва и другие объекты окружающей среды. Распространение инфекции происходит как алиментарным путем, когда споры с выделениями больных животных или через трупы попадают на почву и растительность, а оттуда к здоровым животным, так и трансмиссивным путем, т. е. с участием кровососущих насекомых — слепней (*Tabanidae*), мух-жигалок (*Muscidae*) и мошек (*Diptera*) [40]. Кроме того, во время пастбы, особенно на скудной растительности тундры, споры с частичками почвы попадают в кишечник или легкие животного.

Почва является местом наиболее длительного пребывания *Bacillus anthracis*, где они пассивно сохраняются в виде спор десятки и сотни лет, дожидаясь благоприятного для размножения времени, т. е. почва является постоянным резервуаром возбудителя болезни. Отмеченная температурная аномалия на полуострове Ямал способствовала увеличению глубины сезонного протаивания многолетней мерзлоты и перемещению спор *Bacillus anthracis* из глубинных слоев к поверхности почвы с межмерзлотными водами. При этом первичные почвенные очаги данной бактерии образуются в результате непосредственного инфицирования почвы выделениями больных животных на пастбищах, в местах стойлового содержания животных и захоронения трупов оленей (скотомогильники), а вторичные очаги создаются путем смыва или заноса спор на новые территории дождевыми, тальными и сточными водами.

В таких ситуациях непременно должна работать санитарно-эпидемиологическая служба со своими лабораториями для выявления очагов и купирования возникающих проблем. Однако, учитывая то, что территория ЯНАО превышает размер большинства европейских стран, на этой территории крайне низкая численность постоянно проживающего населения (значительная часть которого ведет кочевой образ жизни) и слабо развитая инфраструктура, такая задача становится просто физически невыполнимой. А решать эту проблему, безусловно, требуется, несмотря на низкое число специализированных и сертифицированных санитарно-эпидемиологических лабораторий. Один из вариантов решения проблемы — разработать технологии-

индикаторы, позволяющие стандартным экологическим лабораториям, имеющимся в штатном расписании газодобывающих предприятий, производить индикаторную оценку эпидемиологического состояния на подконтрольной территории лицензионных участков и по договорам с местной администрацией на подконтрольных ей территориях. Индикаторная оценка необходима для того, чтобы вызывать специалистов санитарно-эпидемиологической службы только в случае возникновения такой необходимости, рационализируя ее функционирование на территории ЯНАО и других регионов Крайнего Севера.

Поставленную таким образом задачу удалось решить на основе разработанной инновационной технологии оперативной оценки микробного загрязнения природных вод, защищенной патентом на изобретение РФ [41]. Суть метода заключается в том, что на территории пастбищного скотоводства, по карте-схеме крупного масштаба (М 1:200000 или крупнее), определяют места выпаса скота. Затем с мест выпаса скота отбирают усредненный репрезентативный образец навоза, который высушивают (при комнатной температуре) и просеивают (через сито диаметром ячеек 3 мм). После этого из образца получают сухие пробы навоза и водные пробы из навоза, в которых определяют микробное загрязнение на основе анализа активности фермента дегидрогеназы. В табл. 1 приведены показатели статистически доказанного микробного загрязнения воды.

При этом значения активности фермента дегидрогеназы были подтверждены результатами анализа количества микробов, продуцирующих данный фермент в различных пробах, проведенного по общепринятой методике [42]. Из полученных аналитических данных и сравнительных исследований видно, что проба сухого навоза № 1 как первичного очага микробов характеризуется максимальными значениями активности фермента дегидрогеназы, 667 мкг $C_{19}H_{16}N_4/(г \cdot сут)$ и количеством микробов, $2,2 \cdot 10^9$ клеток/г, продуцирующих данный фермент. В водных пробах навоза № 2, 3, 4 и 5 как вторичного очага микробов при расширении соотношения навоз : вода в ряду 1:1, 1:2, 1:3 и 1:4 активность фермента оказалась в прямо пропорциональной зависимости от количества микробов, т. е. чем

Таблица 1. Идентификация микробного загрязнения водной среды из навоза крупного рогатого скота посредством анализа активности фермента дегидрогеназы

Table 1. Identification of microbial contamination of aquatic environment from cattle manure by dehydrogenase enzyme activity analysis

№ пробы	Соотношение навоз : вода	Активность фермента дегидрогеназы, мкг $C_{19}H_{16}N_4/(г \cdot сут)$ [проба № 1] и мкг $C_{19}H_{16}N_4/(мл \cdot сут)$ [пробы № 2, 3, 4 и 5]	Количество микробов, клеток/г [проба № 1] и клеток/мл [пробы № 2, 3, 4 и 5]
1	1:0	667	$2,2 \cdot 10^9$
2	1:1	248	$0,7 \cdot 10^8$
3	1:2	177	$5,2 \cdot 10^6$
4	1:3	59	$1,7 \cdot 10^6$
5	1:4	33	$1,0 \cdot 10^6$

ниже была активность дегидрогеназы, тем меньшее количество микробов идентифицировалось в водной пробе, и наоборот. Следует отметить, что если результаты анализа показывают нулевое значение активности фермента дегидрогеназы, то это означает полное отсутствие микробного загрязнения водной среды из навоза.

Предложенный метод позволяет оперативно (в течение 1 суток):

- идентифицировать микробное загрязнение водной среды из навоза скота, происходящее в результате просачивания через навоз дождевых и талых вод, которые образуют поверхностные и внутрипочвенные стоки;
- обеспечить высокую точность и качество оценки эпидемиологической ситуации, вызванной патогенными микробами на территориях пастбищного скотоводства, первичным очагом которых может быть навоз больных животных;
- обосновать принятие профилактических или ремедиационных мер, чтобы избежать инфицирования местного населения через загрязненные поверхностные и подземные водоисточники, используемые для питьевых целей.

Согласно [43], как только при избыточной пастбищной нагрузке растительный покров оказывается полностью поврежденным или фрагментированным и, соответственно, поверхность почвы обнажается, механизм эпизоотии, т. е. эпидемии, у животных запускается. Известно, что деградация растительного покрова тундры способствует формированию на положительных (выпуклых) формах рельефа обнажений почвогрунтов. Таким образом,

восстановление почвенно-растительного покрова является наиболее эффективным путем предотвращения эпизоотии.

Как следует из сказанного, усиление континентальности климата в Ямало-Ненецком автономном округе и, в частности, на полуострове Ямал проявляется в виде таких геоэкологических последствий, как вспышки эпидемии сибирской язвы. Тем не менее в округе развивается оленеводство, идет добыча и транспортировка природного газа, создается современная инфраструктура. Эти виды антропогенной деятельности приводят, в свою очередь, к не менее серьезным геоэкологическим последствиям, проявляющимся в нарушении тундровых почв.

3. Оценка экологических рисков в зоне воздействия эмиссии NO_x от Бованенковского газоконденсатного месторождения

В настоящее время общепризнана необходимость сохранения окружающей среды при освоении природных ресурсов районов российского Крайнего Севера, экосистемы которых характеризуются пониженным потенциалом устойчивости к внешним техногенным воздействиям. В число первоочередных объектов освоения входит Бованенковская группа месторождений углеводородного сырья (БГКМ), расположенная в западной части полуострова Ямал и характеризующаяся большими запасами природного газа и конденсата. Оценка экологических рисков для экосистем в зоне воздействия эмиссионных выбросов БГКМ выполнена согласно стандартному алгоритму [44].

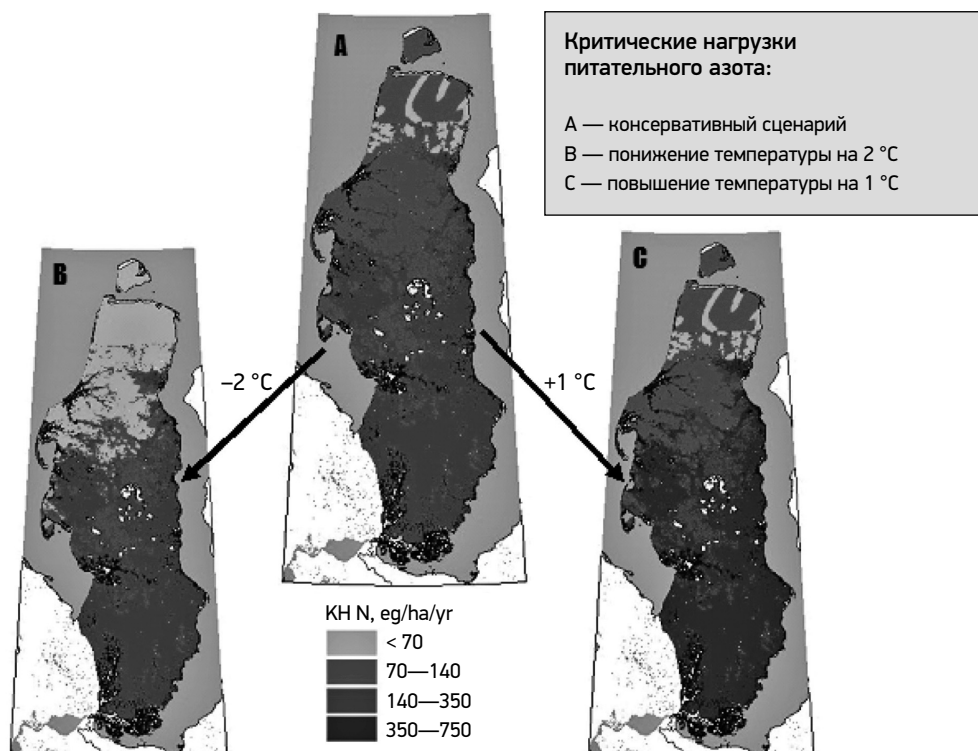


Рис. 3. Величины КН подкисляющих соединений для экосистем полуострова Ямал

Figure 3. CL values of acidifying compounds for ecosystems of the Yamal Peninsula

3.1. Оценка критических нагрузок подкисляющих и эвтрофирующих соединений азота для наземных экосистем полуострова Ямал при разных сценариях температурных условий

Рассчитанные величины критических нагрузок (КН) в отношении подкисляющих эффектов воздействия атмосферных выпадений изменяются в диапазоне от менее 100 до 600 экв./га в год; для большей части территории уровень поступления кислотных анионов составляет 200—400 экв./га в год. Минимальные оценки получены для болот и заболоченных экосистем, в которых отсутствует потенциал нейтрализации кислотных осадков в почвах за счет выветривания почвенных минералов (рис. 3).

Рассчитанные величины КН питательного азота составили в среднем 140—350 экв./га в год, или 2—5 кг N/га в год, что несколько ниже данных для аналогичных экосистем Северной Европы (5—10 кг N/га в год) и может объясняться пониженной продуктивностью растительных сообществ в более су-

ровых климатических условиях полуострова Ямал. Значения КН ниже 140 экв./га в год определены для экосистем лишайниковых и лишайниково-мохово-травянистых тундр различной степени нарушенности, характеризующихся минимальными показателями выноса азота с продукцией фитомассы и иммобилизации азота в органическом веществе почв (рис. 4).

Изменение параметров масс-баланса азота в связи с усилением континентальности климата. Для экосистем полуострова Ямал экологические последствия похолодания и потепления климата будут связаны с изменениями не только средней годовой температуры воздуха и почвенных толщ, но и комплекса зависящих от температурных условий параметров масс-баланса азота и макроэлементов. Повышение-снижение температуры скажется на интенсивности следующих ландшафтно-биогеохимических процессов:

- продуктивности фитоценозов и закреплении азота и катионов в биомассе;

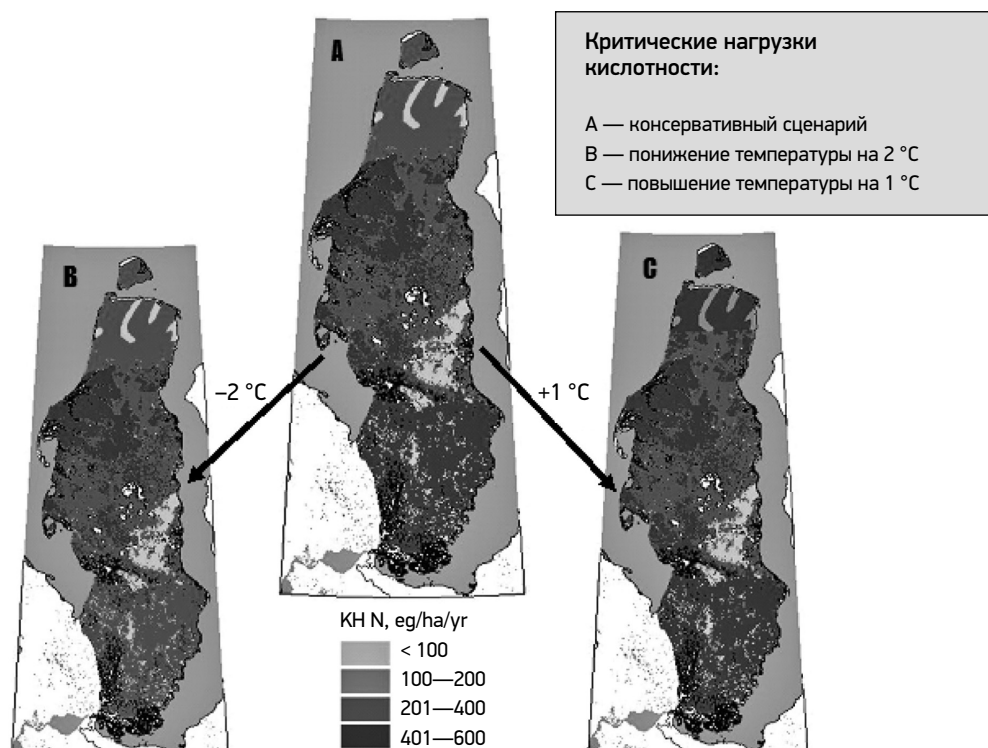


Рис. 4. Величины КН эвтрофирующих соединений для экосистем полуострова Ямал

Figure 4. Eutrophying compound CL values for Yamal Peninsula ecosystems

- интенсивности внутрипочвенного выветривания катионов;
- скорости иммобилизации азота в почвах;
- интенсивности гидрохимического стока с водосборных территорий и, соответственно, выноса азота и макроэлементов с просачивающейся влагой;
- скорости денитрификации.

Согласно предложенным для анализа сценариям похолодание климата будет сопровождаться снижением в ближайшие 25 лет текущей средней годовой температуры на 2 °C. Предложенный сценарий потепления климата соответствует повышению температуры на 1 °C за тот же период. При этом нужно четко понимать, что в условиях полярного климата воздействие изменяющихся температур на состояние всех компонентов экосистем может проявляться только в течение летнего периода, тогда как в течение зимнего времени любая активность заторможена. Следовательно, наблюдаемое повышение летних температур (усиление континентальности климата)

соответствует сценарию потепления, а понижение температуры — похолоданию.

Продуктивность тундровых фитоценозов в значительной степени лимитируется температурными условиями. Поэтому изменения температурного режима в соответствии с предложенными сценариями будут проявляться в снижении/повышении показателей чистой продуктивности (*net primary productivity* — NPP). С использованием формулы Х. Литы [45] рассчитано, что понижение средней температуры на 2 °C приведет к снижению значений NPP и, соответственно, показателей закрепления азота и макроэлементов в продукции фитомассы в среднем на 20% по сравнению с консервативным сценарием. При увеличении температуры на 1 °C повышение аналогичных параметров составит 11—12%. С учетом рассчитанных для консервативного сценария значений величины поглощения азота (N_{upt}) 0,5—3,5 кг/га в год изменения данного пула азота составят 0,05—0,4 кг/га в год в зависимости от типа биогеоценоза.

Внутрипочвенное выветривание катионов характеризует почвенный потенциал в отношении нейтрализации кислотной составляющей атмосферных осадков и органических кислот, образующихся при минерализации растительного опада. Известно, что скорость выветривания катионов определяется температурными условиями и текстурой почв. Рассчитанные величины изменения скорости выветривания составили для почв на песчаных отложениях 3—10 экв./га в год, а для почв суглинистого и глинистого состава — 11—35 экв./га в год. Таким образом, максимальное изменение КН кислотности в связи с увеличением температуры на 1 °C не превысит 0,5 кг/га в год в расчете на азот.

Оценка скорости иммобилизации азота (N_{im}) в тундровых почвах представляется весьма затруднительной, поскольку понижение/повышение средних температур приведет к соответствующему изменению двух противоположных процессов: образования и минерализации органического вещества. Для консервативного сценария считали, что величина N_{im} равна 0,3—0,5 кг N/га в год в зависимости от продуктивности экосистем при условии $N_{im} < N_{урт}$. С учетом снижения продуктивности экосистем в сценарии понижения температуры величина N_{im} может быть принята равной 0,2—0,5 кг N/га в год, при повышении температуры величины иммобилизации сохранятся на уровне консервативного сценария.

Территория полуострова Ямал характеризуется повышенным увлажнением и значительно заболочена. По данным Н. Н. Бобровицкой [46], увеличение температуры примерно на 1 °C за последние 100 лет привело к соответствующему повышению среднего количества осадков на 100—115 мм, что может быть использовано в рассматриваемых сценариях. Одновременно с понижением/повышением средних температур изменятся показатели эвапотранспирации. Если считать, что при этом результирующий поток инфильтрации осадков снизится/возрастет на 50—100 мм, то значения параметра $N_{le(acc)}$ — допустимое вымывание азота — изменятся по сравнению с консервативным сценарием в среднем на 10—35 экв./га в год. Интенсивность потока критического вымывания щелочности изменится на 10—50 экв./га в год в зависимости от типа био-

геоценоза. Изменение параметров денитрификации составит от 3—5 до 50 экв./га в год в пересчете на азот.

Изменение распределения величин КН: сценарий похолодания. В отношении кислотных эффектов получена следующая картина возможных изменений величин КН кислотности при понижении средней годовой температуры на 2 °C. Основной фон значений КН по-прежнему будет равен 200—400 экв./га в год. Но при похолодании за счет снижения интенсивности внутрипочвенного выветривания катионов и сокращения потока критической щелочности уменьшится буферность экосистем в южной части полуострова — основном ареале распространения мохово-кустарничковых тундр. Снижение кислотного потенциала для этих экосистем составит около 100 экв./га в год. Таким образом, заметно сократится доля территорий, для которых значения КН кислотности соответствуют 400—600 экв./га в год.

В отношении эвтрофирующих эффектов понижение температуры на 2 °C скажется прежде всего на самых северных экосистемах, представленных различными вариантами лишайниковых и мохово-лишайниковых тундр. Если в соответствии с консервативным сценарием КН питательного азота для этих экосистем составляют 1,5—2 кг N/га в год, то при похолодании их устойчивость в отношении процессов эвтрофирования снижается до 1—1,5 кг N/га в год.

Изменение распределения величин КН: сценарий потепления (усиления континентальности). Повышение средней годовой температуры на 1 °C скажется на устойчивости экосистем к кислотной составляющей атмосферных осадков в северной субарктической зоне Ямала, где КН кислотности возрастут на 100—150 экв./га в год. Эти изменения будут результатом более интенсивного выветривания катионов в почвах и увеличения слоя инфильтрации осадков. В отношении буферного потенциала экосистем в южной части полуострова повышение температуры будет не столь заметным, составив в среднем 50 экв./га в год.

Максимальный положительный эффект от повышения температуры в отношении эффектов эвтрофирования будет характерен также для более

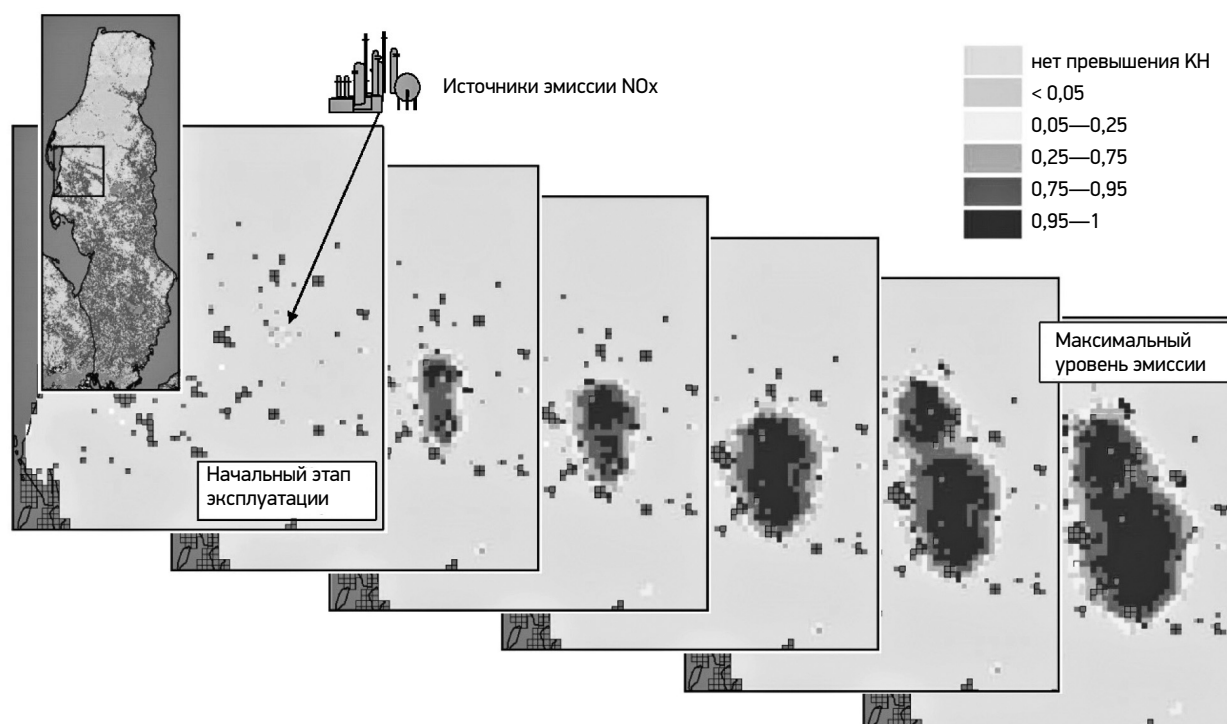


Рис. 5. Результаты расчетов рисков эвтрофирования для экосистем в зоне воздействия БГКМ при поэтапном вводе технологических установок, %

Figure 5. Results of calculations of eutrophication risks for ecosystems in the impact zone of BGCF during phased commissioning of process units, %

южных экосистем, представленных вариантами наиболее продуктивных в этой зоне травянисто-кустарничково-моховых тундр. Для них рассчитанные величины $КН$ питательного азота возрастут с 140—350 до 400—700 экв./га в год. Таким образом, допустимое поступление азота составит 5—10 кг N.

3.2. Характеристика рисков

Результаты оценки вероятности экологических рисков для наземных экосистем в отношении эффектов эвтрофирования показаны на рис. 5. На всех этапах большая часть рассматриваемой территории характеризуется отсутствием превышений $КН(N)_{nut}$, рассчитанных для наиболее чувствительных к азотному загрязнению олиготрофных видов — лишайников и мхов. Высокие риски эвтро-

фирования прогнозируются для экосистем вблизи БГКМ после ввода в эксплуатацию дожимных компрессорных станций.

При максимальном уровне выбросов превышение $КН(N)_{nut}$ с максимальной долей вероятности будет наблюдаться практически в пределах всей 30-километровой зоны воздействия, что может проявиться в изменении структуры растительного покрова данной территории за счет гибели лишайниковых видов и мхов, а также исчезновения некоторых олиготрофных видов сосудистых растений. Наиболее вероятным эффектом эвтрофирования экосистем на данной территории будут увеличение численности осок и злаковых видов и повышение общей продуктивности фитоценозов, что может привести к изменению термических характеристик почвенно-растительного слоя. Другим экологиче-

ским эффектом может быть увеличение кислотности почвенно-грунтовых и поверхностных вод. С учетом того, что большая часть атмосферных выпадений азота на данной территории депонируется в снежном покрове, можно прогнозировать вынос части «избыточного» азота с талыми водами из наземных экосистем в местные водоемы. Таким образом, «актуальные» нагрузки азота в результате экспозиции экосистем эмиссионными выбросами БГКМ составят ориентировочно около 50% от модельных значений выпадений.

4. Управление природными и экологическими рисками с использованием инновационных биогеохимических технологий

Инновационные биогеохимические технологии рекультивации нарушенных и загрязненных почв [47—50] в импактных полярных экосистемах в зоне расположения лицензионных участков газодобывающих предприятий представляют собой природоподобные технологии, ориентированные на воспроизведение процессов, характерных для окружающей природной среды. Естественно, что вариации климатических параметров окружающей среды, особенно в арктической и субарктической зонах, где добывается основной объем природного газа России и широко распространено традиционное пастбищное оленеводство, повышают уровень рисков отрицательного влияния этих факторов на газопромышленные и газотранспортные объекты газовой промышленности, а также на состояние пастбищных угодий. Сгладить их влияние и понизить вероятность развития неблагоприятных инцидентов, а также перейти к управлению природными и экологическими рисками возможно различными методами, в том числе за счет технологий рекультивации нарушенных и загрязненных почв.

Как известно, почва является средой обитания определенного сообщества микроорганизмов, семян растений и самих растений, представляя собой сложную систему, многие параметры которой сложно определимы. Однако ее отклик на использование технологий биорекультивации может быть количественно измерен, в частности, в виде показателей активности ферментов дегидрогеназы и каталазы,

которые определяются в условиях обычной экологической лаборатории со стандартным набором приборов, инструментов и химикатов. Благодаря такой возможности и объектно-ориентированному подходу к решению экологических проблем и удалось создать вышеупомянутые технологии. Практический опыт их применения на отдельных экспериментальных участках дал возможность расширить пул инновационных технологий для управления рассматриваемыми рисками в арктической и субарктической климатических зонах.

Заключение

На сегодняшний день очевиден факт усиления континентальности климата, проявляемый в температурных аномалиях. Следствием этого является возрастание природных и экологических рисков. Природные риски, связанные с ростом летних температур (например, в ЯНАО в 2016 г.), могут проявляться в виде различных эпизоотий. Ведущим фактором проявления подобных рисков являются широкомасштабные нарушения тундровых почв, в частности на полуострове Ямал, вследствие перевыпаса оленей. Это приводит к потере пастбищных площадей. Нарушения почвенного покрова, связанные с освоением месторождений углеводородного сырья в северных регионах, имеют относительно локальный характер. Основные экологические риски связаны с воздействием предприятий ТЭК на процессы эвтрофирования тундровых экосистем, что проявляется в виде смены доминирующих видов растительности и усилении растепления почвогрунтов. На фоне наблюдаемого в последние годы усиления континентальности климата на территории Тазовского полуострова успешно апробирована адаптивная к климатическим условиям Крайнего Севера биогеохимическая технология рекультивации тундровых почв, нарушенных вследствие добычи и транспорта природного газа, а также перевыпаса оленей, основу которой составляют специально разработанные методики, защищенные 8 патентами Российской Федерации на изобретения.

Литература [References]

- Hartmann D., Klein T.A., Rusticucci M., Alexander L., Brönnimann S., Charabi Y., Dentener F., Dlugokencky E., Easterling D., Kaplan A., Soden B., Thorne P., Wild M. and Zhai P. Observations: atmosphere and surface Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed T Stocker et al. New York: Cambridge University Press. 2013. P. 659—740.
- Bindoff N., Stott P., AchutaRao K., Allen M., Gillett N., Gutzler D., Hansingo K., Hegerl G., Hu Y., Jain S., Mokhov I., Overland J., Perlwitz J., Sebbari R., Zhang X. Detection and attribution of climate change: from global to regional Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed T Stocker et al. New York: Cambridge University Press. 2013. P. 867—952.
- Omrani N.E., Keenlyside N., Matthes K. et al. Coupled stratosphere-troposphere-Atlantic multidecadal oscillation and its importance for near-future climate projection // *Clim Atmos Sci*. 2022. V. 5 (59). <https://doi.org/10.1038/s41612-022-00275-1>
- Van Dijk A. I. J. M., Beck H. E., de Jeu R. A. M., Dorigo W. A., Hou J., Preimesberger W., Rahman J., Rozas Larraondo P. R., van der Schalie R. Global Water Monitor 2022, Summary Report. 2022. Global Water Monitor (www.globalwater-monitor.online).
- Soon W. H., Posmentier E. S., Baliunas S. L. Inference of Solar Irradiance Variability from Terrestrial Temperature Changes, 1880–1993: An Astrophysical Application of the Sun-Climate Connection // *The Astrophysical Journal*, 1996. V. 472(2), 891—902. <https://doi.org/10.1086/178119>
- Cioccale M. A. Climatic fluctuation in the Central region of Argentina in the last 1000 years // *Quaternary International*, 1999. V. 62, 35—47.
- Dahl-Jensen D. Past temperatures directly from the Greenland icesheet // *Science*, 1998. V. 282, 268—271.
- Dean W. E., Schwalb A. Holocene environmental and climatic change in the Northern Great Plains as recorded in the geochemistry of sediments in Pickers Lake, South Dakota. *Quaternary International*, 2000. V. 67, 5—20.
- Grove J. M., Switsur R. Glacial geological evidence for the medieval warm period // *Climatic Change*, 1994. V. 26, 143—169.
- Hong Y. T. Response of climate to solar forcing recorded in a 6000-year time-series of Chinese peat cellulose // *The Holocene*, 2000. V. 10, 1—7.
- Huang S., Pollack H. N., Shen P. Y. Late quaternary temperature changes seen in world-wide continental heat flow measurements // *Geophysical Research Letters*, 1997. V. 24, 1947—1950.
- Forecasting Climate Change: CMIP 5 general circulation models versus a semi-empirical model based on natural oscillations // Published 2016 *Environmental Science*. DOI:10.18280/ijht.34sp0235
- Bezverkhny V. A. Correlation between 41 000-Year Rhythms in Variations in the Inclination of Earth, Violent Volcanic Eruptions, and Temperature of Deep Ocean Waters // *Izvestiya Atmospheric and Oceanic Physics*. December 2014. V. 50(6). 657—659. DOI: 10.1134/S0001433814040124
- Scholar O., Humlum K., Stordahl F., Solheim J. E. The phase relation between atmospheric carbon dioxide and global temperature // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2012. V. 109 (25), 9755—9760.
- Quinn J. Global Warming. Geophysical Counterpoints to the Enhanced Greenhouse Theory. Pittsburgh: Dorrance Publ. 2010. P. 118.
- Kuo C., Lindberg G., Nyjvpsen D. J. Coherence established between atmosphere carbon dioxide and global temperature // *Nature*, 1990, V. 343, 709—713.
- Richardson M., Cowtan K., Millar R. J. Global temperature definition affects achievement of long-term climate goals // *Environmental Research Letters*, 2018. V. 13 (5), 054004. DOI 10.1088/1748-9326/aab305
- Muryshv K. E., Eliseev A. V., Denisov S. N., Mokhov I. I., Arzhanov M. M., Timazhev A. V. Time lag between changes in global temperature and atmospheric CO₂ content under anthropogenic emissions of CO₂ and CH₄ into the atmosphere. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2019. V. 231: 012039. doi:10.1088/1755-1315/231/1/012039
- Muryshv K. E., Eliseev A., Mokhov I., Arzhanov M. M., Timazhev A., Denisov S. Time lag between changes in global temperature and atmospheric CO₂ content according to the results of numerical experiments with Earth system models // *Environmental Science. Atmospheric and Ocean Optics*. December 2019. DOI:10.1117/12.2540793
- Lobkovsky L. I., Baranov A. A., Ramazanov M. M., Vladimirova I. S., Gabsatov Y. V., Semiletov I. P., Alekseev D. A. Trigger mechanisms of gas hydrate decomposition,

- methane emissions, and glacier breakups in Polar regions as a result of tectonic wave deformation. *Geosciences*. 2022. V. 12(10):372.
<https://doi.org/10.3390/geosciences12100372>
21. Bogoyavlensky I. A., Kishankov A., Kazanin A. Evidence of large-scale absence of frozen ground and gas hydrates in the northern part of the East Siberian Arctic shelf (Laptev and East Siberian seas). *Marine and Petroleum Geology*, 2023. V. 148, February 2023, 106050.
DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.106050
22. Башкин В. Н., Галиулин Р. В., Арабский А. К. Усиление континентальности климата и адаптивная рекультивация нарушенных тундровых почв // *Деловой журнал NEFTEGAZ.RU*. 2017. № 12(72). С. 92—97 [Bashkin V. N., Galiulin R. V., Arabskiy A. K. Strengthening of climate continentality and adaptive recultivation of disturbed tundra soils // *Neftegaz.RU*. 2017;(12):92-97, (In Russ.)]
23. Андрейчик М. Ф., Монгуш М. М. Особенности распределения индекса континентальности в Тувинской горной области // *Вестник Тывинского государственного университета*. 2009. № 2. С. 50—53 [Andreychik M. F., Mongush M. M. Features of the distribution of the continentality index in the Tuva mountain region // *Bulletin of Tyva State University*. 2009;(2):50-53, (In Russ.)]
24. Анисимов М. В., Бышев В. И., Залесный В. Б., Мошонкин С. Н., Нейман В. Г., Романов Ю. А., Серых И. В. О междекадной изменчивости климатических характеристик океана и атмосферы в регионе Северной Атлантики // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2012. Т. 9. № 2. С. 304—311 [Anisimov M. V., Byshev V. I., Zalesny V. B., Moshonkin S. N., Neiman V. G., Romanov Yu. A., Serykh I. V. On inter-decadal climate oscillations in the North-Atlantic region // *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2012;9(2):304-311, (In Russ.)]
25. Переведенцев Ю. П., Шанталинский К. М. Мониторинг изменений температуры воздуха и скорости ветра в атмосфере Северного полушария за последние десятилетия // *Российский журнал прикладной экологии*. 2015. № 2(2). С. 3—8 [Perevedentsev Yu. P., Shantalinsky K. M. Monitoring of air temperature changes and wind velocity in the atmosphere of the Northern hemisphere during last decades // *Russian Journal of Applied Ecology*. 2015;(2.):3-8, (In Russ.)]
26. Каримов К. А., Крымская Д. Н. Особенности термодинамического режима нижней атмосферы в Центральноазиатском регионе под влиянием центров действия в Северной Атлантике // *Международный научный журнал «Инновационная наука»*. 2016. № 1—3. С. 35—38 [Karimov K. A., Krymskaya D. N. Features of the thermodynamic regime of the lower atmosphere in the Central Asian region under the influence of action centers in the North Atlantic // *International scientific journal "Innovative Science"*. 2016;(1-3):35-38, (In Russ.)]
27. Мустафина А. Б. Изменения основных климатических показателей на территории Республики Татарстан за период 1966—2013 гг. // *Географический вестник*. 2017. № 2 (41). С. 99—108,
doi: 10.17072/2079-7877-2017-2-99-108 [Mustafina A. B. Changes of the main climatic indicators in the territory of the Republic of Tatarstan during 1966–2013 // *Geographical bulletin*. 2017;(2(41)):99-108, (in Russ.),
doi: 10.17072/2079-7877-2017-2-99-108]
28. Dansgaard W., Johnsen S. J., Moller J., Longway C. C. Jr. One thousand centuries of climatic record from camp century on the Greenland ice sheet // *Science*. 1969. V. 166 (3903). P. 377—380.
29. Абдусаматов Х. И. Двухвековое снижение солнечной постоянной приводит к несбалансированному тепловому бюджету Земли и Малому ледниковому периоду // *Солнечная и солнечно-земная физика — 2011. Труды Всероссийской ежегодной конференции по физике Солнца*. Санкт-Петербург, 2011. С. 295—298 [Abdusamatov H. I. Two-century decrease of the solar constant leads to an unbalanced thermal budget of the Earth and a small ice age // *Solar and solar-terrestrial physics — 2011. Proceedings of the All-Russian Annual Conference on Solar Physics*. Saint Petersburg, 2011. P. 295—298, (In Russ.)]
30. Абдусаматов Х. И. Долговременный отрицательный среднегодовой энергетический баланс Земли приведет к Малому ледниковому периоду // *Солнечная и солнечно-земная физика — 2014. Труды Всероссийской ежегодной конференции с международным участием*. Санкт-Петербург, 2014. С. 3—6 [Abdusamatov H. I. Long-term negative average annual energy balance of the Earth will lead to a small ice age // *Solar and solar-terrestrial physics — 2014. Proceedings of the All-Russian Annual Conference with International participation*. Saint Petersburg, 2014. pp. 3—6, (In Russ.)]
31. Башкин В., Галиулин Р. «Золотое время» природного газа в «Малом ледниковом периоде» // *Neftegaz.RU*. 2012. № 8. С. 38—43 [Bashkin V., Galiulin R. "Golden

- time" of natural gas in the "Little ice age" // *Neftegaz.RU*. 2012(8):38-43, (In Russ.)]
32. Bashkin V.N., Galiulin R. V. Climate cycling and modeling in polar areas // In: *Biogeochemical technologies for managing pollution in Polar ecosystems*. V. 26. Springer International Publishing, Switzerland. 2017. P. 95—105.
 33. Archibald D. Climate outlook to 2030 // *Energy and Environment*. 2007. V. 18. No. 5. P. 615—619.
 34. Абдусаматов Х.И. Лунная обсерватория для исследований климата в эпоху глубокого похолодания // *Солнечная и солнечно-земная физика — 2017. Труды XXI Всероссийской ежегодной конференции по физике Солнца*. Санкт-Петербург, 2017. С. 3—6 [Abdusamatov H.I. Lunar observatory for climate research in the era of deep cooling // *Solar and solar-terrestrial physics — 2017. Proceedings of the XXI All-Russian Annual Conference on Solar Physics*. Saint Petersburg, 2017. P. 3—6, (In Russ.)]
 35. Кольвенко В.В., Капитальчук И.П., Долгов Ю.А., Ершов Л.А., Горобец А.В., Виеру А.С., Майборода В.О., Сизова А.В. Изменения континентальности климата на территории Приднестровья // *Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы*. Тирасполь. 2020. С. 173—181 [Kolvenko V.V., Kapitalchuk I.P., Dolgov Yu.A., Ershov L.A., Gorobets A.V., Vieru A.S., Mayboroda V.O., Sizova A.V. Changes in the continentality of climate on the territory of Pridnestrovie // *Biogeochemical innovations in the conditions of correction of technogenesis of the biosphere*. Tiraspol. 2020. P. 173—181, (In Russ.)]
 36. Захарова М.И. Оценка потенциального риска при истечении газа на надземных участках газопровода с учетом аномальных метеоусловий Севера // *Проблемы анализа риска*. 2022. Т. 19. № 6. С. 100—107, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-6-100-107> [Zakharova M.I. Assessment of potential risk during gas outflow at above-ground sections of the gas pipeline taking into account abnormal weather conditions of the North // *Issues of Risk Analysis*. 2022;19(6):100-107, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-6-100-107>]
 37. Башкин В.Н. Экологические и климатические риски // *Проблемы анализа риска*. 2022. Т. 19. № 6. С. 8—9, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-6-8-9> [Bashkin V.N. Ecological and climate risks // *Issues of Risk Analysis*. 2022;19(6):8-9, (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2022-19-6-8-9>]
 38. Попова А.Ю., Демина Ю.В., Ежлова Е.Б., Куличенко А.Н., Рязанова А.Г., Малеев В.В., Плоскирева А.А., Дятлов И.А., Тимофеев В.С., Нечепуренко Л.А., Харьков В.В. Вспышка сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе в 2016 году, эпидемиологические особенности // *Проблемы особо опасных инфекций*. 2016. № 4. С. 42—46, <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2016-4-42-46> [Popova A.Yu., Demina Yu.V., Ezhlova E.B., Kulichenko A.N., Ryazanova A.G., Maleev V.V., Ploskireva A.A., Dyatlov I.A., Timofeev V.S., Nechepurenko L.A., Khar'kov V.V. Outbreak of Anthrax in the Yamalo-Nenets Autonomous District in 2016, Epidemiological Peculiarities // *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2016;(4):42-46, (In Russ.), <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2016-4-42-46>]
 39. Шестакова И.В. Сибирская язва ошибок не прощает: оценка информации после вспышки на Ямале летом 2016 года // *Журнал инфектологии*. 2016. Т. 8. № 3. С. 5—27 [Shestakova I.V. Anthrax does not forgive mistakes: the information assessment following the Yamal Peninsula outbreak in the summer of 2016 // *Journal Infectologii*. 2016;8(3):5-27, (In Russ.)]
 40. Богданов В.Д., Головатин М.Г. Эколого-социально-экономический аспект эпизоотий северного оленя на Ямале (на примере сибирской язвы) // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2017. № 1(94). С. 4—10 [Bogdanov V.D., Golovatin M.G. Ecological and socio-economic aspects of reindeer epizootics in the Yamal (on the example of anthrax) // *Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District*. 2017(1(94)):4-10, (In Russ.)]
 41. Патент РФ на изобретение № 2735756. Способ идентификации микробного загрязнения водной среды посредством анализа активности фермента дегидрогеназы. Авторы: Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Соловищук Л.А., Маклюк О.В., Мурзагулов В.Р., Линник А.И. Бюллетень патентов и изобретений // Опубликовано: 06.11.2020. Бюллетень № 31. Патентообладатель ООО «Газпром добыча Ямбург» [RF Patent for invention No. 2735756. A method for identifying microbial contamination of the aquatic environment by analyzing the activity of the enzyme dehydrogenase. Authors: Arno O.B., Arabsky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Solovishchuk L.A., Maklyuk O.V., Murzagulov V.R., Linnik A.I. Bulletin of patents and inventions // Published: 06.11.2020. Bulletin No. 31. The patent holder is Gazprom Dobycha Yamburg LLC, (In Russ.)]

42. Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. С. 15—20, 34—38 [Zvyagintsev D.G., Aseeva I.V., Babyeva I.P., Mirchink T.G. Methods of soil microbiology and biochemistry. Moscow: Publishing House of Moscow state univ. 1980. P. 15—20, P. 34—38, (In Russ.)]
43. Логинов В.Г., Игнатьева М.Н., Балашенко В.Г. Вред, причиненный ресурсам традиционного природопользования, и его экономическая оценка // Экономика региона. 2017. Т. 13. №. 2. С. 396—409, <https://doi.org/10.17059/2017-2-6> [Loginov V.G., Ignatieva M.N., Balashenko V.G. Harm to the resources of traditional nature management and its economic evaluation // Economy of Regions. 2017;13(2):396-409, (In Russ.), <https://doi.org/10.17059/2017-2-6>]
44. Башкин В.Н., Припутина И.В. Управление экологическими рисками при эмиссии поллютантов. М.: Газпром-ВНИИГАЗ. 2010. 189 с. [Bashkin V.N., Pripulina I.V. Environmental risk management in the emission of pollutants. Moscow: Gazprom-VNIIGAZ. 2010. 189 p., (In Russ.)]
45. Leith Y. Modelling the primary productivity of the World / Н. Leith & R.H. Whittaker (eds) // Priming productivity of the biosphere/ — Ecological Studies 14, Springer-Verlag, NY, 1975.
46. Бобровицкая Н.Н. Современное состояние климата и последствия его изменения (на примере территории РФ и применительно к полуострову Ямал): Техн. документ. СПб: ГУ «ГГИ». 2007. 5 с. [Bobrovitskaya N.N. The current state of the climate and the consequences of its change (on the example of the territory of the Russian Federation and in relation to the Yamal Peninsula): Tech. Document. — St. Petersburg: GU “GGI”, 2007, 5 p., (In Russ.)]
47. Патент РФ на изобретение №2491137. Способ контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв различного гранулометрического состава посредством анализа активности дегидрогеназы. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Маклюк О.В., Припутина И.В. Заявлено: 16.03.2012. Опубликовано: 27.08.2013. Бюллетень №24 [RF patent for invention No. 2491137. A method for monitoring the effectiveness of recultivation of disturbed tundra soils of various granulometric composition by analyzing the activity of dehydrogenase. Arno O.B., Arabsky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Maltseva A.N., Yamnikov S.A., Nikolaev D.S., Murzagulov V.R. Announced: 16.03.2012. Published: 27.08.2013. Bulletin No. 24, (In Russ.)]
48. Патент РФ на изобретение №2387996. Способ контроля очистки почв, загрязненных углеводородами, и нейтрализации углеводородных шламов посредством анализа активности дегидрогеназы. Башкин В.Н., Бухгалтер Э.Б., Галиулин Р.В., Коняев С.В., Калинина И.Е., Галиулина Р.А. Заявлено: 22.09.2008. Опубликовано: 27.04.2010. Бюллетень №12 [RF Patent for invention No. 2387996. A method for monitoring the purification of soils contaminated with hydrocarbons and the neutralization of hydrocarbon sludge by analyzing the activity of dehydrogenase. Bashkin V.N., Accountant E.B., Galiulin R.V., Konyaev S.V., Kalinina I.E., Galiullina R.A. Announced: 22.09.2008. Published: 27.04.2010. Bulletin No. 12, (In Russ.)]
49. Патент РФ на изобретение №2611159. Способ оценки эффективности рекультивации посредством торфа нарушенных тундровых почв с различной полной влагемкостью. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Алексеев А.О., Салбиев Т.Х.-М., Серебряков Е.П. Заявлено: 19.06.2015. Опубликовано: 21.02.2017. Бюллетень №6 [RF Patent for invention No. 2611159. A method for evaluating the effectiveness of recultivation by peat of disturbed tundra soils with different total moisture capacity. Arno O.B., Arabsky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Alekseev A.O., Salbiev T.H.-M., Serebryakov E.P. Announced: 06/19/2015. Published: 21.02.2017. Bulletin No. 6, (In Russ.)]
50. Патент РФ на изобретение №2610956. Способ получения гумата калия из местных торфов Ямало-Ненецкого автономного округа. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Алексеев А.О., Галиулина Р.А., Мальцева А.Н., Ямников С.А., Николаев Д.С., Мурзагулов В.Р. Заявлено: 09.11.2015. Опубликовано: 17.02.2017. Бюллетень №5 [RF patent for invention No. 2610956. A method for obtaining potassium humate from local tariffs of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Arno O.B., Arabsky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Alekseev A.O., Galiulina R.A., Maltseva A.N., Yamnikov S.A., Nikolaev D.S., Murzagulov V.R. Announced: 09.11.2015. Published: 17.02.2017. Bulletin No. 5, (In Russ.)]

Сведения об авторах

Башкин Владимир Николаевич: доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХБПП РАН)

Количество публикаций: более 400

Область научных интересов: геоэкологические риски, газовая промышленность, биогеохимия

Researcher ID: J-4621-2018

Scopus Author ID: 7005340339

ORCID: 0000-0001-5656-3011

Контактная информация:

Адрес: 142292, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2-2

vladimirbashkin@yandex.ru

Припутина Ирина Владимировна: кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХБПП РАН)

Количество публикаций: более 100

Область научных интересов: моделирование экосистем, экологические риски, биогеохимия

ResearcherID: H-4200-2016

Scopus Author ID: 6508385090

ORCID: 0000-0002-3999-4191

Author ID: 68125

Контактная информация:

Адрес: 142292, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2-2

irina.priputina@gmail.com

Галиулина Роза Адхамовна: научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН)

Количество публикаций: более 80

Область научных интересов: геоэкологические риски, газовая промышленность, биогеохимия

Scopus Author ID: 6602432775

Контактная информация:

Адрес: 142292, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2-1

rosa_g@rambler.ru

Статья поступила в редакцию: 10.01.2023

Одобрена после рецензирования: 25.01.2023

Принята к публикации: 20.02.2023

Дата публикации: 28.04.2023

The article was submitted: 10.01.2023

Approved after reviewing: 25.01.2023

Accepted for publication: 20.02.2023

Date of publication: 28.04.2023

УДК 332.1
JEL R58
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-86-94>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2023

Применение инструментов анализа рисков в управлении стоимостью инвестиционно-строительного проекта

Шемякина Т. Ю.*,

Смотрова А. С.,

Государственный университет
управления,
109542, Россия, г. Москва,
Рязанский проспект, д. 99

Аннотация

В статье проводится исследование возможностей повышения точности оценки стоимости инвестиционно-строительного проекта на основе различных инструментов анализа и оценки. Точных оценок можно достичь с помощью механизма моделирования оценки стоимости проекта на всех этапах жизненного цикла проекта. Рассматриваются этапы оценки стоимости инвестиционно-строительного проекта, включающие калькуляцию стоимости, т. е. определение затрат на отдельные работы в зависимости от расчета объемов работ и ценообразование — определение полной стоимости проекта с учетом себестоимости, прибыли и резервов на непредвиденные обстоятельства. В работе проведен сравнительный анализ методов оценки стоимости проекта: методы укрупненной оценки, аналоговый и метод параметрических оценок, детальной оценки затрат проекта, применение которых должно осуществляться итерационно. Отмечено, что инструменты управления рисками нужно рассматривать в комбинации с оценкой стоимости проекта из-за зависимости цели при выявлении и оценке рисков с максимальной производительностью и наименьшей стоимостью. В статье изучены различные подходы к оценке, в частности: оценка стоимости проекта на прединвестиционном этапе в виде грубой (приблизительной) величины стоимости; оценка стоимости проекта на этапе бизнес-планирования в виде предполагаемой величины обоснования стоимости; оценка стоимости проекта в процессе калькулирования затрат по видам работ — бюджетная оценка стоимости; оценка окончательной плановой стоимости проекта, включаемой в бюджет проекта, — точная оценка стоимости проекта.

В статье предложено применение различных инструментов и методов анализа риска на этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта.

Ключевые слова: стоимость проекта; управление стоимостью проекта; неопределенность и риски; анализ и оценка рисков; инструменты анализа рисков.

Для цитирования: Шемякина Т. Ю., Смотрова А. С. Применение инструментов анализа рисков в управлении стоимостью инвестиционно-строительного проекта // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 2. С. 86—94, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-86-94>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Use of Risk Analysis Tools in Investment Construction Project Cost Management

Tatyana Yu. Shemyakina*,
Anastasia S. Smotrova,
State University of
Management,
Ryazanskiy pr., 99, Moscow,
109542, Russia

Abstract

The paper examines the possibilities of improving the accuracy of estimating the value of an investment and construction project based on various analysis and evaluation tools. Accurate estimates can be achieved using the Project Value Model at all stages of the project lifecycle. The stages of estimating the cost of an investment and construction project are considered, including costing, i.e. determining the costs of individual works depending on the calculation of the volume of work and pricing — determining the total cost of the project taking into account cost, profit and contingency provisions. The work carried out a comparative analysis of the methods of estimating the cost of the project: methods of high-level assessment, analog and method of parametric estimates, detailed assessment of the project costs, the use of which should be carried out iteratively. It is noted that risk management tools should be considered in combination with the project cost assessment due to the dependence of the goal in identifying and assessing risks with maximum performance and lowest cost. The article studied various approaches to assessment, in particular: estimating the cost of the project at the pre-investment stage in the form of a rough (approximate) value; estimate the project cost at the business planning stage as the estimated value of the cost justification Project Cost Estimation in the Process of Costing by Activity Type — Budget Cost Assessment Estimate the final planned project cost to be included in the project budget — accurately estimate the project cost. The article proposes the use of various tools and methods of risk analysis at the stages of the life cycle of an investment and construction project.

Keywords: project cost; project cost management; uncertainty and risks; risk analysis and assessment; risk analysis tools.

For citation: Shemyakina T.Yu., Smotrova A.S. Use of risk analysis tools in investment construction project cost management // *Issues of Risk Analysis*. 2023;20(2):86-94. (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-2-86-94>

The authors declare no conflict of interest.

Содержание

Введение

1. Анализ методов оценки стоимости инвестиционно-строительного проекта

2. Инструменты анализа рисков управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта

Заключение

Литература

Введение

В период динамично развивающихся информационных технологий, постоянно увеличивающегося числа высокозатратных инвестиционных проектов очевидна необходимость выявления в проактивном режиме риск-факторов, вызывающих возможные убытки или выгоды реализации проектов. В случае идентификации определенных рисков инвестиционного проекта необходимо разрабатывать различные сценарии развития рискованных событий на основе причинно-следственных связей между событиями и их последствиями с оценкой вероятности возникновения последствий.

Анализ инвестиционной деятельности последних лет показывает зависимость результативности проектов от грамотно выстроенного управления рисками проекта. Как следствие надлежащего анализа риск-факторов, около четверти проектов приостанавливаются или завершаются с убытками, примерно половина заканчивается со значительным превышением затрат не в плановые сроки и только четверть выполняется в соответствии с графиком и сметой.

Реальная оценка проекта может быть еще более негативной, так как в некоторых случаях, кроме превышения сроков и стоимости, может быть потеря конкурентная позиция организации, реализующей проект.

Одной из основных причин неудач инвестиционно-строительных проектов можно назвать не учитываемый в должной мере фактор неопределенности при финансовом моделировании проекта. Это проявляется с первоначальных стадий реализации проекта: например, отсутствие некоторых задач в графике проекта, проведение сугубо субъективной качественной оценки выявленных риск-факторов, отсутствие единой методологии оценки стоимости.

Следует отметить, что проявление указанных причин в основном связано с неточностью оценки стоимости проекта, поэтому для повышения точности оценки необходимы инструменты анализа и оценки, которые позволяли бы получать корректные оценки. Таких точных оценок можно достичь с помощью механизма моделирования оценки стоимости проекта. Таким образом, моделирование стоимости проекта и оценка рисков на всех эта-

пах проекта важны, так как в противном случае не представляется возможным грамотно управлять проектом.

Стоимость представляет собой ценность какого-либо вида деятельности или актива. На сегодняшний день существует большое количество разнообразных программ по оценке стоимости, поэтому возникает вопрос, какие из них применимы и какие риски возникают при моделировании стоимости проекта.

В процессе оценки стоимости инвестиционно-строительного проекта выделяются следующие этапы [5].

1. Калькуляция стоимости (определение затрат на отдельные работы в зависимости от расчета объемов работ и информации, представленной в документах, описывающих содержание проекта).

2. Ценообразование (определение полной стоимости проекта с учетом себестоимости, прибыли и резервов на непредвиденные обстоятельства).

Оценка стоимости может быть концептуальная и детерминистическая.

С точки зрения концепции оценка стоимости проекта предусматривает моделирование, основанное на предположениях или статистических соотношениях между затратами и техническими и иными параметрами проекта. Концептуальные методы позволяют выполнить оценку быстро и с минимальными трудовыми затратами, однако при этом точность оценки невысока, это и является причиной возникновения рисков при моделировании стоимости проекта.

В настоящее время тема моделирования стоимости проекта является хорошо проработанной и существует большое количество исследований. Но несмотря на существенное изучение данной тематики, анализ и оценки рисков мало затронуты, поэтому данное исследование является актуальным на сегодняшний день.

Целью научного исследования является изучение инструментов анализа рисков моделирования и их влияния на стоимость проекта. С этой целью рассматриваются факторы неопределенности и определяется их значимость, в итоге возможна корректировка стоимостных параметров проекта по результатам анализа его рисков.

1. Анализ методов оценки стоимости инвестиционного проекта

Система управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта представляет собой процесс обоснования оптимизации ресурсов, используемых при выполнении проекта, с целью создания стратегического актива в составе портфеля проектов соответствующих организаций (организации-застройщика, девелоперской организации).

В процессе моделирования стоимости проекта выявляются и устраняются нежелательные затраты и одновременно оценивается возможность качественного выполнения строительных работ при переходе на использование других материалов. Цель этого процесса заключается в повышении ценности готовой строительной продукции, ее эксплуатационных свойств при наименьших возможных затратах на производство работ.

В процессе строительства на стоимость проекта влияют наличие материалов, заложенных в смету строительства, применяемые методы организации строительства, транспортная логистика, ограничения на площадке, организация планирования производства работ. Перечисленное можно назвать факторами увеличения итоговой стоимости проекта, поэтому необходимо рассматривать преимущества, достигаемые в результате сокращения затрат всего жизненного цикла строительного объекта.

Поэтому проведение оптимизационной оценки стоимости проекта с момента его начала позволяет достичь максимальных выгод для застройщика, поскольку подрядчик может предложить корректировки, которые будут учтены, если изменения не повлияют на увеличение сроков завершения проекта и дополнительные расходы не превысят предусмотренную экономию.

Существуют различные методы расчета стоимостных оценок инвестиционно-строительного проекта, большинство которых базируется на значительном количестве параметров, и оценка стоимости выполняется на основе многопараметрической модели, в которой в зависимости от степени значимости каждому параметру приписывается определенный весовой коэффициент [3].

Следует отметить, что на различных этапах выполнения инвестиционно-строительного проекта применяются различные методы.

На начальном этапе инвестиционно-строительного проекта применяются методы укрупненной оценки, например, метод "top to bottom". Известно, что укрупненные оценки обладают простотой применения, поскольку не требуют скрупулезного сбора и обработки информации, это относится и к данному методу оценки. Но в качестве недостатка можно назвать неточный расчет стоимости проекта, поскольку оценка проводится обобщенно по одному показателю.

Наравне с методом "top to bottom" применяются аналоговый метод и метод параметрических оценок. При аналоговой оценке для определения стоимости оцениваемого проекта в качестве исходных данных применяется информация о схожих проектах, которые выполнялись в предыдущий период. Именно это является основным недостатком метода, поскольку неточность результатов возникает вследствие невозможности рассмотреть «зеркальный» аналог. Метод параметрических оценок заключается в выявлении основополагающего параметра проекта, влияющего на изменение стоимости всего проекта, с последующей разработкой математической модели оценки. На основе моделей проектов проводится сравнительный расчет, и при условии идентичности затрат на эти проекты определяются стоимостные параметры [2].

Следует отметить, что стоимостная оценка проекта может носить итерационный характер, поэтому на завершающем этапе ее проведения создается возможность детальной оценки затрат на проект, на основе которой рассчитывается общая стоимость проекта. В расчете итоговой оценки важно учитывать формирование промежуточных стоимостей этапов проекта, для учета всех затрат на которые может применяться метод декомпозиции работ этапа проекта. Применение данного метода повышает точность расчетов при условии необходимой детализации затрат на всех уровнях; с другой стороны, за точность получаемых результатов стоимости проекта приходится платить высокими затратами времени и денежных средств.

При выполнении инвестиционно-строительного проекта процесс моделирования стоимости проекта и процесс управления рисками тесно связаны между собой на всех этапах проекта благодаря возрастанию ценности проекта, соблюдению сроков его вы-

полнения и снижению общей стоимости. При этом процесс определения стоимости включает устранение неопределенности целей проекта и обеспечение его завершения с оптимальным соотношением цены и качества.

В современной экономической литературе одно из определений риска связано с вероятностью возникновения убытков или недополучения доходов по сравнению с ожидаемыми. Поэтому основной целью управления рисками проекта также является устранение неопределенностей самого проекта и его результатов, чтобы обеспечить достижение результатов в рамках установленных ограничений по времени, стоимости и качеству [1].

В процессе выполнения инвестиционно-строительного проекта инструменты управления рисками не могут быть главной целью всех сторон, участвующих в реализации проекта, поскольку иногда сами инструменты приводят к негативным результатам и снижают результативность управления проектом. Следовательно, инструменты управления рисками нужно рассматривать в комбинации с оценкой стоимости проекта из-за зависимости цели при выявлении и оценке рисков от максимальной производительности и наименьшей стоимости.

2. Инструменты анализа рисков управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта

Причиной появления рисков является неопределенность, которая в той или иной степени присуща всем без исключения проектам. Чем уникальнее и масштабнее проект, тем выше число рисков, которые могут оказать существенное влияние на его реализацию.

С точки зрения подхода к управлению рисками можно разделить на два вида.

Известные риски — это риски, которые могут быть выявлены и проанализированы. Для них можно спланировать конкретные мероприятия по реагированию. Большинство таких рисков лежат на поверхности и являются следствием принятых допущений, ограничений, требований, специфики условий реализации и прочее.

Неизвестные риски — это риски, которые сложно предусмотреть, а управление ими может осу-

ществляться только за счет формирования дополнительных запасов и резервов.

Также риски проектов можно разделить на неопределенности и события. Первые характерны для большинства показателей проекта, поэтому нужно задавать не точные значения, а диапазоны показателей. А потенциальные события риска следует определять, ранжировать, отбирать наиболее важные, разработать стратегии реагирования на них и определить, как же будет происходить разработка проекта, если событие произойдет.

При моделировании стоимости проекта всегда присутствует вероятность возникновения рисков. Например, таких как:

- риски неправильных допущений (соответствие денежных потоков и ставки дисконтирования, анализ прогнозных и исторических данных);
- риски некорректных расчетов (проверка аккуратности формул и логики расчетов).

Целями оценки рисков моделирования стоимости проекта являются:

- выявление реалистичных и возможных директивных показателей проекта;
- определение резервов на риски, которые нужно создать для точного достижения поставленных целей проекта.

Существует большое количество методов моделирования рисков проекта. Одним из них можно назвать метод Монте-Карло, при котором разработка проекта много раз моделируется с помощью различных параметров, выбираемых случайным образом в соответствии с ожидаемыми вероятностями их значений.

Другой метод — метод сценариев, при котором пользователь продумывает несколько сценариев реализации проекта (пессимистический, наиболее вероятностный и оптимистический), и на основании этих сценариев прогнозируется распределение вероятностей показателей проекта.

Рассматривая процесс управления инвестиционно-строительным проектом, следует отметить, что цель проекта достигается при условии управления рисками проекта на всех этапах его жизненного цикла, который включает этапы в соответствии с ГОСТ Р ИСО 31000 2019:

- оценка риска;
- идентификация риска;

- анализ риска;
- сравнительная оценка риска;
- обработка риска;
- документирование и отчетность;
- мониторинг.

Оценка риска включает идентификацию, анализ риска и сравнительную оценку. Эти процессы неразрывно связаны между собой, не всегда получается разделить их на отдельные части. При оценке риска проводится анализ риска, выявляются причины возникших рисков и возможные последствия. В процессе выявления рисков определяются все риски, присущие разрабатываемому проекту. Это качественная оценка рисков проекта.

Сравнительная оценка риска проводится для определения соответствия результатов анализа ключевым индикаторам риска (КИР), которые для каждого выявленного и занесенного в реестр риска устанавливаются до процесса оценки. Критерии применяются для оценки значимости риска и принятия последующих решений. Риск обрабатывается в несколько итераций на основе выбранного варианта обработки.

Процесс управления проектом не может быть точным и надежным без оценки рисков при моделировании стоимости проекта. При оценке рисков необходимо учитывать следующее:

- идентифицированные события рисков;
- неопределенность исходной информации;
- имеющиеся ограничения по проекту;
- воздействия, которые оказывают люди при появлении угроз для достижения целей проекта.

Остановимся подробнее на процессе анализа риска. Как было отмечено выше, это процесс оценки предполагаемых рисков, упорядочивания их по степени важности на основе качественных (позволяющих выявить вероятность риска и ранжировать сопутствующие последствия) и количественных (позволяющих определить изменения вероятности и последствий выявленных рисков) методов. Выбор метода анализа зависит от ряда причин: типа и крупности строительного проекта, доступности данных, финансовой значимости и целей получения результатов. Далее риски ранжируются для установления приоритета управления рисками на основе стоимости и вероятности их возникновения.

Управление стоимостью осуществляется в ходе инвестиционно-строительного проекта в следующих бизнес-процессах [4]:

- оценка стоимости проекта;
- разработка бюджета проекта;
- контроль выполнения бюджета проекта.

Классифицировать затраты проекта можно по трем укрупненным группам:

- затраты, связанные с обязательными платежами (возникающие при заключении договоров, контрактов);
- затраты, связанные с бюджетированием проекта (график расхода сметной стоимости работ проекта);
- итоговые фактические затраты по завершении этапов или проекта в целом (отчет о фактических затратах проекта).

На стадии оценки стоимости проекта могут применяться различные подходы к оценке рисков, в частности:

- оценка стоимости проекта на прединвестиционном этапе в виде грубой (приблизительной) величины стоимости;
- оценка стоимости проекта на этапе бизнес-планирования в виде предполагаемой величины обоснования стоимости;
- оценка стоимости проекта в процессе калькулирования затрат по видам работ — бюджетная оценка стоимости;
- оценка окончательной плановой стоимости проекта, включаемой в бюджет проекта, — точная оценка стоимости проекта.

При анализе возникающих рисков на различных стадиях оценки стоимости учитываются погрешности оценок. При грубой оценке погрешность может находиться в пределах от +100 до –50%. И даже точный расчет стоимости не исключает погрешности, которая может быть в пределах от +10 до –5%.

Применение различных инструментов и методов анализа риска на этапах жизненного цикла проекта отражено в таблице.

Рассмотрим некоторые из инструментов анализа рисков.

Инструмент анализа рисков с помощью деревьев событий (ЕТА) является одним из наиболее используемых в системе анализа рисков. Данный подход — это индуктивный анализ отказов, кото-

Таблица. Инструменты и методы анализа риска на этапах жизненного цикла проекта

Table. Risk analysis tools and methods during the project lifecycle

Этапы жизненного цикла проекта	Затраты на проект	Управление стоимостью проекта	Содержание этапа управления стоимостью	Назначение оценки стоимости	Допустимая погрешность, %	Инструменты и методы анализа рисков
Преинвестиционный этап	Обязательства Бюджетные	Оценка стоимости проекта	Определение состава работ проекта	Оценка жизнеспособности проекта	25—40	Декомпозиция работ проекта Анализ дерева решений Анализ дерева отказов (FTA) НАССР
Разработка бизнес-плана	Обязательства Бюджетные	Оценка стоимости проекта	Оценка трудозатрат работ проекта	Анализ плановых затрат по отношению к имеющимся ограничениям: бюджетным, кредитным и иным	15—25	Нормативы, экспертные оценки, оценки по аналогам Анализ чувствительности Анализ моделирования
Разработка проектно-сметной документации (этап проектирования)	Обязательства Бюджетные	Оценка стоимости проекта	Оценка необходимых ресурсов для выполнения работ проекта	Анализ проекта и подготовка плана финансирования проекта	10—15	Нормативы, экспертные оценки, анализ назначения ресурсов Диаграмма причин и следствий Контрольные списки
			Оценка стоимости работ проекта (с учетом стоимости ресурсов)	Формирование ценообразования — основы для расчета и управления стоимостью проекта	5—6	Нормативы, параметрическая оценка, экспертная оценка, оценка по аналогам Вероятностный анализ
			Разработка смет			Ресурсный, ресурсно-индексный, базисно-индексный, базисно-компенсационный, аналоговый Анализ дерева событий (ETA)
Этап возведения объекта	Обязательства Бюджетные Фактические	Разработка бюджета проекта; контроль выполнения бюджета проекта	Расчет и оптимизация бюджета	Управление стоимостью проекта	5—6	Методы формирования бюджета проекта Анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA)
			Фиксация базового (исходного) бюджета			
Этап эксплуатации объекта	Бюджетные Фактические	Контроль выполнения бюджета	Оптимизация бюджета	Управление стоимостью	5—6	Методы формирования бюджета проекта Анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA)

рый выполняется, чтобы определить последствия единичного отказа для риска или надежности всей системы в отличие от FTA — дедуктивного метода дерева отказов.

Дерево событий — это визуальная репрезентация последствий единичного отказа, а также его

влияния на другие события и систему в целом. Дерево отказов — это графический способ презентации логической структуры с отображением нежелательных событий («отказов») и их причин. Анализ деревьев отказов предоставляет возможность сосредоточиться на важном событии, таком как критиче-

ская угроза безопасности, и работать над тем, чтобы уменьшить его вероятность и последствия.

В практике применяется также инструмент анализа рисков — анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA); это логичное продолжение анализа надежности. Сейчас FMECA — полностью интегрированный модуль. Модуль FMECA позволяет просмотреть и дерево событий, и последовательность видов отказов => последствий на вышестоящем уровне => конечных последствий для каждого элемента.

Для анализа опасностей и критических контрольных точек проекта применяется инструмент НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points). Это инструмент, который по результатам анализа позволяет сосредоточить контроль на критических контрольных точках (ККТ). Применение НАССР включает несколько этапов.

1. Анализ опасных факторов — составляется перечень всех опасных факторов. Идентификация рисков включает анализ используемого сырья и материалов в процессе выполнения инвестиционно-строительного проекта и выявление рисков, которые ожидаются на каждом этапе технологического процесса строительства. При оценке опасных факторов учитывается вероятность возникновения опасных факторов и тяжесть последствий.

2. Определение критических контрольных точек (ККТ) — этап, на котором могут применяться меры контроля и который важен для предупреждения или устранения опасного фактора.

3. Установление критических пределов для каждой выявленной ККТ. Критические пределы необходимы для понимания того, находится ли ККТ под контролем. Для всех ККТ критические пределы могут устанавливаться по одному или нескольким параметрам.

4. Организация процесса мониторинга — проведение плановой последовательности наблюдений или измерений контрольных параметров, имеющих целью оценить, находится ли данная ККТ под контролем.

Заключение

Настоящее исследование показало, что оптимизация стоимости инвестиционно-строительного проекта может использоваться в качестве эффек-

тивного инструмента на всех этапах жизненного цикла объекта — проектирование, строительство, эксплуатация. Прежде всего это структурированный подход к определению стоимости в процессе выполнения проекта на основе общего понимания целей проекта и способов их достижения на стратегическом уровне.

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что достижение целей проекта с наименьшими затратами и обеспечение эффективности инвестиций в строительные проекты возможно за счет использования инструментов анализа рисков проекта на разных этапах оптимизации стоимости.

Целью процесса управления рисками является не полное устранение всех проектных рисков, а создание организованной модели, которая позволит более эффективно управлять проектными рисками и наиболее важными ключевыми рисками. Целью исследования управления стоимостью проекта является выявление функций, выполнение которых возможно с наименьшей стоимостью на протяжении жизненного цикла проекта. Этого можно достичь за счет использования новых материалов, упрощения процесса строительства, инновационных методов строительства, снижения стоимости и времени строительства, повышения качества и безопасности строительства и сведения к минимуму воздействия на окружающую среду.

Преимущества анализа/оценки риска основываются на обсуждении заинтересованными сторонами проекта предложений по управлению риском, что позволяет рассмотреть больше сценариев и решить проблему.

Операционная эффективность проекта может быть достигнута после смягчения воздействия негативных проектных рисков. Мероприятия по управлению рисками эффективны для избежания, снижения воздействия всех проектных рисков, поскольку достигается экономия времени и средств на протяжении всего жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, предотвращаются потери и выполняется график работ по проекту.

В управлении инвестиционно-строительными проектами моделирование стоимости и управление рисками должны осуществляться в рамках единых бизнес-процессов с начала и до завершения проек-

та, поскольку в обоих случаях оценивается неопределенность, связанная с проектами. При этом в процессе моделирования стоимости проекта устраняются неопределенности для того, чтобы проект был выполнен с оптимальным соотношением цены и качества; управление проектными рисками нацелено на устранение неопределенности в проекте и его результатах для обеспечения выполнения работ в установленные сроки. Комбинируя данные бизнес-процессы на ключевых этапах инвестиционно-строительного проекта, участники проекта могут достичь целей проекта с наименьшими затратами, сократить избыточную рабочую нагрузку и сосредоточиться на поиске направлений повышения эффективности выполнения проекта и снижения рисков.

Литература [References]

1. Бовсуновская М.П., Сайдакова Д.Д. Стоимостной контроллинг как инструмент снижения рисков инвестиционно-строительного проекта // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 11—3. С. 420—424, <https://doi.org/10.17513/vaael.1443>. [Bovsunovskaya M. P., Saidakova D. D. Cost controlling as a tool for reducing the risks of an investment and construction project // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2020;(11-3):420-424, (In Russ.), DOI: 10.17513/vaael.1443]
2. Мухаррамова Э.Р. Стоимостной инжиниринг в строительстве // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 10. С. 1179—1196, <https://doi.org/10.18334/rp.17.10.35283> [Mukharramova E. R. Cost engineering in construction // Russian Journal of Entrepreneurship. 2016;17(10):1179-1196, (In Russ.), <https://doi.org/10.18334/rp.17.10.35283>]
3. Рахматуллина Е.С., Майорова Д.С. Применение стоимостного инжиниринга в строительных проектах (на примере «Куба управления» стоимостного инжиниринга) // Иннов: электронный научный журнал. 2018. № 3 (36). С. 19 [Rakhmatullina E. S., Mayorova D. S.

Application of cost engineering in construction projects ((for example, "Managenet Cube" cost engineering) // Innov: electronic scientific journal. 2018;(3):19, (In Russ.)]

4. Сарченко В.И., Хиревич С.А. (2023). Стоимостное моделирование комплексного развития городских территорий. Недвижимость: экономика, управление, (4), 50—54. [Sarchenko V. I., & Khirevich C. A. (2023). Cost modeling of integrated urban development. Real Estate: Economics, Management, (4), 50—54, (In Russ.), <https://doi.org/10.22337/2073-8412-2022-4-50-54>]
5. Тарханова Н.А., Норкина Т.П. Теоретические аспекты управления стоимостью и эффективностью инвестиционно-строительных проектов // Экономика строительства и городского хозяйства 2019. Т. 15. № 4. С. 249—257. [Tarkhanova N. A., Norkina T. P. Theoretical aspects of management of cost and efficiency of investment-build projects // Economics of Civil Engineering and Municipal Economy. 2019;15(4):249-257, (In Russ.)]

Сведения об авторах

Шемякина Татьяна Юрьевна: кандидат экономических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой экономики и управления в строительстве, Государственный университет управления

Количество публикаций: более 60 научных работ

Область научных интересов: риск-менеджмент, инновационные технологии в строительстве, информационное моделирование зданий

Scopus Author ID: 57219558197

ORCID: 0000-0002-0136-8021

Контактная информация:

Адрес: 109542, Россия, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 99
ty_shemyakina@guu.ru

Смотров Анастасия Сергеевна: магистрант кафедры экономики и управления в строительстве, Государственный университет управления

Контактная информация:

Адрес: 109542, Россия, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 99
anastasia_smotrova@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 15.03.2023

Одобрена после рецензирования: 20.03.2023

Принята к публикации: 01.04.2023

Дата публикации: 28.04.2023

The article was submitted: 15.03.2023

Approved after reviewing: 20.03.2023

Accepted for publication: 01.04.2023

Date of publication: 28.04.2023

Инструкция для авторов

1. Общие требования к представлению статьи

Журнал «Проблемы анализа риска» публикует междисциплинарные научные и прикладные материалы, посвященные анализу рисков различного происхождения и характера: техногенного, природного, социально-экономического, финансового, экологического и др.

Представляемая в редакцию статья должна соответствовать тематике журнала, быть написана на русском языке (титульный лист представляется на русском и английском языке), быть оригинальной, ранее не опубликованной и не представленной к публикации в другом издании.

Авторы несут ответственность за достоверность приведенных сведений, отсутствие данных, не подлежащих открытой публикации, и точность информации по цитируемой литературе.

В первую очередь рассматриваются и принимаются к публикации материалы, содержащие ссылки на ранее опубликованные в журнале ПАР статьи по схожей тематике.

Все представленные в редакцию журнала рукописи авторам не возвращаются.

2. Порядок представления рукописи

Представление статьи в редакцию журнала осуществляется в электронном виде на e-mail journal@dex.ru.

В наименовании электронного файла статьи должны быть указаны: первый автор статьи, сокращенное название статьи, дата представления (например, «Иванов_Стандарты финансового РМ_12_01_18»).

Внимание! Статьи представленные не в соответствии с инструкцией для авторов, могут быть не приняты к рассмотрению.

Статья будет направлена на рецензирование одному или двум экспертам. Возможно, потребуются доработка или переработка статьи по результатам рецензирования до принятия решения о ее опубликовании.

Редакция оставляет за собой право дальнейшей редакционной и корректорской правки статьи. Корректуре автору в обязательном порядке не высылаются, с ней можно ознакомиться в редакции.

Если статья не принимается к печати, автору высылается отказ по электронной почте.

3. Общие требования к рукописи

Электронный файл рукописи должен быть сформирован с использованием стандартных пакетов редакторских программ (например, MS Word, WordPad).

Формат страниц: А4, рекомендуемые отступы от краев листа: сверху и снизу — 3 см, слева и справа — 2 см, рекомендуемый шрифт Times New Roman, 12 пт, межстрочный интервал — одинарный или полуторный. Страницы должны быть пронумерованы.

Файл со статьей должен содержать:

- 1) титульный лист (на русском и английском языке),
- 2) текст статьи (введение, структурированные разделы статьи, заключение),

- 3) литературу (последовательный перечень цитируемой литературы или по алфавиту при использовании международного стандарта),

- 4) сведения об авторах.

4. Титульный лист

Представляется на русском и английском языках и должен включать:

- УДК,
- Шифр специальности ВАК,
- краткое информативно-смысловое название,
- инициалы, фамилию,
- краткое (по возможности) наименование организации (при указании организации не допускается приводить только аббревиатуру), располагается после фамилии автора,
- город,
- аннотацию объемом не более 250, но не менее 150 слов.

Аннотация должна в сжатой форме содержать:

- цель работы
- методы исследования (если необходимо, то указать их преимущества по сравнению с ранее применявшимися), основные положения.
- основные результаты исследования.
- основные выводы.

Все аббревиатуры в аннотации необходимо раскрыть (несмотря на то, что они будут раскрыты в основном тексте статьи).

Ключевые слова: (5–8) помещают под аннотацией.

Ключевые слова должны использовать термины из текста статьи, определяющие предметную область и способствующие индексированию статьи в поисковых системах и не повторять название статьи.

5. Текст статьи

Основной текст статьи должен содержать:

- введение,
- структурированные, пронумерованные разделы статьи,
- заключение,
- литература.

Введение должно содержать четкое обозначение целей и задач работы. Авторы должны показать знакомство с публикациями журнала по тематике статьи с обязательными ссылками на ранее опубликованные в журнале работы. Также в нем могут даваться ссылки на ключевые работы в области исследования, но введение не должно быть литературным или историческим обзором.

Структурированные разделы статьи должны содержать четкое и последовательное изложение материала работы. Заголовки разделов основной части должны иметь нумерацию (1, 2, 3 и т. д.), эта же нумерация должна быть отражена в содержании (разделы введение, заключение, литература, сведения об авторах не нумеруются). Допускается в каждом разделе создавать подзаголовки разделов.

Заключение должно включать основные результаты и выводы, обсуждение спорных моментов, значимость

теоретических положений, их ограничения; место и роль в разрезе предыдущих исследований, возможностей практических приложений.

6. Требования к таблицам, рисункам и формулам

Таблицы и рисунки

Таблицы и рисунки рекомендуется располагать внутри текста после первого указания на них. Размер таблиц и рисунков не должен выходить за рамки формата текста. Все таблицы и рисунки должны быть последовательно пронумерованы и иметь краткое название (название таблиц дается над таблицей, рисунков — под ними).

Название рисунков (вместе с пояснениями) должно быть переведено на английский язык и располагаться под русскоязычным названием.

Таблицы и рисунки должны быть понятными безотносительно к объяснению в тексте. Пояснения к таблицам и рисункам должны быть краткими. Пояснения к таблицам должны располагаться внизу таблицы и иметь указатели с использованием надстрочной буквенной или цифровой индексации (меньшего размера относительно текста). Пояснения к рисункам должны располагаться под названием рисунков с использованием шрифта меньшего размера относительно текста названия рисунков.

Таблицы представляются в стандартном редакторе MS Office, например MS Word или MS Excel.

Рисунки должны быть высокого качества. Графики должны предоставляться преимущественно в формате MS Excel. Схемы и карты предоставляются в векторных форматах eps, cdr. Фотографии и другие иллюстративные материалы, предоставляемые в виде растровых изображений, должны иметь разрешение 300 dpi (при размере на формат издания) и быть в форматах TIFF или JPEG (без сжатия). На растровых рисунках должны хорошо прочитываться текст и все значимые элементы.

Формулы

Отдельно стоящие формулы должны быть набраны с использованием стандартных средств MathType или Equation.

Переменные величины и элементы формул, располагаемые внутри текста, набираются по возможности с использованием текстовых выделений (нижний, верхний регистры, курсив, греческие буквы и т. д.)

Формулы и буквенные обозначения должны быть тщательно выверены автором, который несет за них полную ответственность.

7. Литература

Библиографические ссылки в статье рекомендуются осуществлять как затекстовые ссылки и обозначать номерами в порядке цитирования в квадратных скобках, например [1] или [2—5], при необходимости с указанием страниц. Ссылки на неопубликованные работы недопустимы. Список литературы должен размещаться в конце статьи и составляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Порядок составления списка следующий:

— для книг: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название, место и год издания, издательство, общее количество страниц;

— для глав в книгах и статей в сборниках: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, полное название книги, фамилия и инициалы редактора (редакторов), место и год издания, издательство, номера первой и последней страниц;

— для журнальных статей: фамилия и инициалы автора (авторов), полное название статьи, название журнала, том издания, номер, номера первой и последней страниц. Если число авторов больше трех, вначале пишется название статьи, затем все авторы и далее название журнала, том издания, номер, номера первой и последней страниц;

— для диссертаций: фамилия и инициалы автора, докторская или кандидатская, полное название работы, год и место издания.

Ссылки на литературу в статьях (в том числе представленных для публикации зарубежными авторами) могут производиться с использованием международного стандарта, например, 1–2 автора: (Иванов, Сидоров, 2018), три и более авторов: (Maks et al, 1999). Список литературы составляется в этом случае в алфавитном порядке (сначала статьи на русском, затем иностранных языках).

Внимание!

— Если в списке литературы есть источники с индексом DOI, то он должен быть указан.

— Все цитируемые русскоязычные источники в списке литературы должны быть переведены на английский язык. Перевод располагается в квадратных скобках после цитирования на русском языке. Перевод названия должен точно совпадать с первоисточником и в конце в скобках указывается (Russia).

Авторы самостоятельно несут ответственность за точность информации по цитируемой литературе.

8. Сведения об авторах

Сведения об авторах должны включать:

- фамилию, имя и отчество (полностью),
- степень, звание и занимаемую должность, полное и краткое наименование организации,
- число публикаций, в том числе монографий, учебных изданий,
- область научных интересов,
- контактную информацию: почтовый адрес (рабочий), телефон, e-mail, моб. телефон (для связи с редакцией).

9. Заключение лицензионного договора

Если принято решение об опубликовании статьи, в соответствии с требованиями Гражданского кодекса РФ между авторами и журналом заключается лицензионный договор с приложением к нему акта приема-передачи произведения. Эти документы редакция направляет авторам статьи для подписи по эл. почте или по факсу с последующей отправкой оригиналов документов по почте.