DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4 ISSN 2308-8877

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

2025 г. № 4 (71)

(Volume 13, issue 4)

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ВГЛТУ)

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер ПИ № ФС 77 – 79357 *от 16.10.2020 года.*

Материалы настоящего издания могут быть воспроизведены только с письменного разрешения редакционной коллегии.

Научный журнал публикует статьи
по экономическим наукам (5.2.3. Региональная и отраслевая экономика).

Издание включено в Перечень ВАК РФ, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Издание реферируется в ВИНИТИ РАН. Включено в «Ulrich's Periodicals directory».

Компьютерная верстка:
И.И. Шанин

ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»
Адрес редакции, издателя: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8.
телефон +7 (473) 253-76-51,
факс +7 (473) 253-76-51,
e-mail: anni_vgltu@mail.ru
http://www.annivgltu.ru
© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2025

DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4 ISSN 2308-8877

CURRENT DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE XXI CENTURY: THEORY AND PRACTICE

No. 4 (71)

(Volume 13, issue 4)

Founder – Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov» (VSUFT)

The publication is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media.
Registration number PI No. FS 77 - 79357.

The materials of this publication can be reproduced only with the written permission of the editorial board.

The scientific journal publishes articles on economic sciences
(5.2.3. Regional and sectoral economics).

The publication is included in the VAK RF, Russian Science Citation Index. The publication is reviewed at VINITI RAS. Included in «Ulrich's Periodicals directory».

Computer layout:
I.I. Shanin

FSBEI HE «VSUFT»
Editorial address, publisher: 394087, Voronezh, 8, Timiryazeva Str.
phone +7 (473) 253-76-51,
fax +7 (473) 253-76-51,
e-mail: anni_vgltu@mail.ru
http://www.annivgltu.ru
© FSBEI HE «VSUFT», 2025

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Бугаков Владимир Михайлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и экономики предпринимательства, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (ВГЛТУ). ***Россия, Воронеж.***

Заместитель главного редактора:

Морковина Светлана Сергеевна – доктор экономических наук, профессор, проректор по науке и инновациям, зав. кафедрой менеджмента и экономики предпринимательства, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (ВГЛТУ). ***Россия, Воронеж.***

Члены редакционной коллегии:

Безрукова Татьяна Львовна - доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики и финансов, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (ВГЛТУ). ***Россия, Воронеж.***

Алиев Тарбиз Насиб Оглы - доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом Института Экономики НАН Азербайджана. ***Азербайджанская Республика, город Баку.***

Вертакова Юлия Владимировна - доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и информационных технологий Курского филиала Финуниверситета при Правительстве РФ. ***Россия, Курск.***

Мкртчян Вардан Суренович – доктор технических наук, профессор, Университет управления, информационной науки и технологии. ***Сидней, Австралия.***

Вовченко Наталья Геннадьевна - доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансов, Ростовский государственный экономический университет (РГЭУ РИНХ). ***Россия, Ростов-на-Дону.***

Байнев Валерий Федорович - доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой инноватики и предпринимательской деятельности. Белорусский государственный университет. ***Республика Беларусь, г. Минск.***

Колесниченко Елена Александровна - доктор экономических наук, профессор, Заведующий кафедрой кадрового управления, Институт экономики, управления и сервиса, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина (ТГУ имени Г.Р. Державина). ***Россия, Тамбов.***

Кочуров Борис Иванович - доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующей отделом физической географии и проблем природопользования ИГРАН. ***Россия, Москва.***

Яковенко Наталия Владимировна - доктор географических наук, доцент, главный научный сотрудник НИИ ИТЛК ВГЛТУ, Воронежский государственный лесчотехнический университет имени Г.Ф. Морозова (ВГЛТУ). ***Россия, Воронеж.***

Файзуллоев Машраб Курбоналиевич - доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики предприятий и предпринимательства Российско- Таджикского (Славянского) университета (РТСУ). ***Республика Таджикистан, г.Душанбе.***

Парахина Валентина Николаевна - доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента, Северо-Кавказский федеральный университет (СКФУ). ***Россия, Ставрополь.***

Плотников Владимир Александрович - доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ***). Санкт-Петербург, Россия.***

Ларионов Валерий Глебович - доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и организации производства, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана). ***Россия, Москва.***

Гыязов Айдарбек Токторович – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансы и кредит экономического факультета, Баткенский государственный университет. ***Кыргызстан, Баткенская область, город Баткен.***

Макаров Евгений Иванович - доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. ***Россия. Воронеж.***

Терешина Мария Валентиновна - доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры государственной политики и государственного управления, Кубанский государственный университет. ***Россия, Краснодар.***

Ответственный секретарь, научный редактор:

Шанин Игорь Игоревич – член редакционной коллегии, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов, «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ВГЛТУ). ***Россия, Воронеж.***

EDITORIAL BOARD

Chief Editor:

Bugakov Vladimir Mikhailovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Management and Business Economics, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov (VSUFT). ***Russia, Voronezh.***

Deputy Chief Editor:

Morkovina Svetlana Sergeevna - Doctor of Economics, Professor, Vice-Rector for Science and Innovation, Head. Department of Management and Business Economics, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov (VSUFT). ***Russia, Voronezh.***

Members of the editorial board:

Bezrukova Tatyana Lvovna - Doctor of Economics, Professor, Head. Department of Economics and Finance, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov (VSUFT). ***Russia, Voronezh.***

Aliyev Tarbiz Nasib Oglu - Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of the Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. ***Azerbaijan Republic, Baku city.***

Vertakova Yulia Vladimirovna - Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Management and Information Technologies of the Kursk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation. ***Russia, Kursk.***

Mkrtchyan Vardan Surenovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, University of Management, Information Science and Technology. ***Sydney, Australia.***

Vovchenko Natalya Gennadievna - Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Finance, Rostov State Economic University (RSEU RINH). ***Russia, Rostov-on-Don.***

Bainev Valeriy Fedorovich - Doctor of Economics, Professor, Head. Department of Innovation and Entrepreneurship. Belarusian State University. ***Republic of Belarus, Minsk.***

Kolesnichenko Elena Aleksandrovna - Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Personnel Management, Institute of Economics, Management and Service, Tambov State University named after G.R. Derzhavin (TSU named after G.R.Derzhavin). ***Russia, Tambov.***

Kochurov Boris Ivanovich - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading Researcher, Head of the Department of Physical Geography and Environmental Problems of IGRAN. ***Russia Moscow.***

Yakovenko Natalia Vladimirovna - Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Research Institute of ITLK VSUFT, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov (VSUFT). ***Russia, Voronezh.***

Faizulloev Mashrab Kurbonlievich - Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Economics of Enterprises and Entrepreneurship of the Russian-Tajik (Slavonic) University (RTSU). ***Republic of Tajikistan, Dushanbe.***

Parakhina Valentina Nikolaevna - Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Management, North Caucasus Federal University (NCFU). ***Russia, Stavropol.***

Plotnikov Vladimir Alexandrovich - Doctor of Economics, Professor, Saint petersburg state university of economics (SPbSEU). ***Saint-Petersburg, Russia.***

Larionov Valery Glebovich - Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Bauman Moscow State Technical University after N.E. Bauman (National research university of technology). ***Russia, Moscow.***

Gyyazov Aydarbek Toktorovich - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance and Credit of the Faculty of Economics, Batken State University. ***Kyrgyzstan, Batken region, Batken city.***

Makarov Evgeniy Ivanovich - Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Management of Socio-Economic Systems and Business Processes, Voronezh Branch of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov. ***Russia, Voronezh.***

Tereshina Maria Valentinovna - Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of State Policy and Public Administration, Kuban State University. ***Russia, Krasnodar.***

Executive secretary, scientific editor:

Shanin Igor Igorevich - Member of the Editorial Board, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov (VSUFT). ***Russia, Voronezh.***

СОДЕРЖАНИЕ

СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА ВГЛТУ 7

ВГЛТУ. НАУКА. ЛЕСТЕХУ – 95 ЛЕТ 8

СЛОВО ПРОРЕКТОРА ПО НАУКЕ И ИННОВАЦИЯМ ВГЛТУ 9

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Горелов Д.В., Яковлева Е.А. Оценка ущерба от лесных пожаров: территориальное распределение, причины и последствия 10

Коларж В.В., Недбаев И.С. Возможность реализации лесоклиматических проектов на территории лесных насаждений, погибших от промышленных выбросов 23

Кузнецов Д.К. Экосистемные услуги леса в трудах классической политической экономии 33

Лобовиков М.А., Оробинский В.А., Прядилина Н.К. Методология экономической оценки лесных ресурсов 50

Степанова Ю.Н., Арсентьева М.В. Анализ влияния антропогенных факторов ассимиляционный потенциал территории 65

Топчеев А.Н. Методический инструментарий оценки совместимости видов многоцелевого лесопользования 78

Шевченко А.Н. Научно-практические основы экономики ресурсосберегающего земледелия 94

СЛОВО ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ МИРОВОЙ И НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ ВГЛТУ 105

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Драпалюк М.В., Морковина С.С., Иванова А.В., Моисеев П.С., Макаренко Н.Н. Кластеризация регионов на основе критериев эффективности мероприятий по воспроизводству природного капитала лесов 106

Бурмистров А.М. Оценка эффективности использования лесных ресурсов в малолесной зоне 127

Гыязов А.Т., Безрукова Т.Л., Кувшинова О.В., Гаврилов Е.И., Куралбек К.И. Возобновляемая энергетика – Россия-Кыргызстан: потенциал, вызовы, перспективы 139

Яковенко Н.В., Колотушкин А.А., Комов И.В. Системный анализ модели землепользования Центрально-Черноземного региона: структурные трансформации, экологические риски и перспективы устойчивого развития 157

CONTENT

A WORD FROM THE EDITOR-IN-CHIEF OF VSUFT 7

VSUFT. SCIENCE. LESTEKHU – 95 YEARS 8

SPEECH BY THE VICE-RECTOR FOR SCIENCE AND INNOVATION OF VSUFT 9

ENVIRONMENTAL ECONOMICS

Gorelov D.V., Yakovleva E.A. Assessment of forest fire damage: territorial distribution, causes, and consequences. 10

Kolarzh V.V., Nedbaev I.S. Feasibility of implementing forest climate projects within areas of forest stands damaged by industrial emissions 23

Kuznetsov D.K. Forest ecosystem services in classical political economy 33

Lobovikov M.A., Orobinsky V.A., Pryadilina N.K. Methodology of economic assessment of forest resourses 50

Stepanova Y.N., Arsentyeva M.V. Systematization of Anthropogenic Factors Affecting Sustainable Development of the Territory 65

Topcheev A.N. Compatibility assessment toolkit types of multipurpose forest management. 78

Shevchenko A.N. Scientific and practical foundations of the economics of resource-saving agriculture 94

A SPEECH BY THE HEAD OF THE DEPARTMENT OF GLOBAL AND NATIONAL ECONOMICS AT VSUFT 105

FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMY

Drapalyuk M. V., Morkovina S.S., Ivanova A.V., Moiseev P.S., Makarenko N.N. Clustering of regions based on the effectiveness of measures for the restoration of natural capital forests 106

Burmistrov A.M. Assessment of the efficiency of use of forest resources in low-forested zones 127

Gyyazov A.T., Bezrukova T.L., Kuvshinova O.V., Gavrilov E.I., Kuralbek K.I. Renewable Energy – Russia-Kyrgyzstan: Potential, Challenges, Prospects 139

Yakovenko N.V., Kolotushkin A.A., Komov I.V. System analysis of the land use model of the Central Black Soil Region: structural transformations, environmental risks, and prospects for sustainable development 157

СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА ВГЛТУ

Уважаемые коллеги!

В 2025 году Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» отмечает юбилей с 95-ти летней историей. В связи с этим, издается юбилейный выпуск №4 журнала «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика». Наш ВУЗ имеет достаточно богатую историю и необходимый уровень развития университета, как научной, так и образовательной деятельности.

За многолетний период из стен ВГЛТУ вышли десятки тысяч студентов по различным направлениям и специальностям. Немаловажную роль в университете отводят научной деятельности, где осуществляется выполнение различных НИР и НИОКР, результаты которых публикуются в высокорейтинговых рецензируемых, в том числе, и международных изданиях.

На базе университета ежегодно осуществляется издательская деятельность, в рамках которой выпускаются учебные пособия, научные журналы, монографии, статьи ученых в журналах, индексируемых в международных и российских базах данных цитирования.

Журнал «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» в год Юбилейных мероприятий ВГЛТУ вошел в «Единый государственный перечень научных изданий - Белый список журналов РФ», что подтверждает деловую репутацию издания, научную значимость публикуемых статей для научного сообщества.

Всем авторам, редакционной коллегии, а также просто читателям журнала, хотелось бы выразить искреннюю признательность за плодотворное сотрудничество и возможности продолжения дальнейшей работы над повышением качества научных результатов.

Растим будущее с 1930 года

Главный редактор,

Доктор технических наук, профессор

Советник при ректорате *Бугаков Владимир Михайлович*

Ежегодное активное участие в реализации лесоклиматиеских проектов и инновационных разработок

СЛОВО ПРОРЕКТОРА ПО НАУКЕ И ИННОВАЦИЯМ ВГЛТУ

Юбилейный выпуск журнала, посвященный 95-летию ВГЛТУ, поднимает ключевые вопросы экономики природопользования, эффективного и рационального использования природных ресурсов, их сохранения и приумножения, через совершенствование моделей управления и экономической политики территорий.

Усугубление глобальных экологических проблем (изменение климата, истощение ресурсов, загрязнение), по причине растущего материального потребления и технического прогресса, требует не только пересмотра существующих моделей развития экономики территорий, но и иных механизмов и инструментов взаимодействия природы и человека. Как никогда важны комплексные и нетривиальные решения на пути достижения устойчивого социально-экономического развития и решения эколого-социально-экономических проблем современной цивилизации.

Изучение законов гармонизации взаимоотношений общества и окружающей природной среды в условиях климатических изменений и возрастания антропогенной нагрузки обеспечивает переход к модели «устойчивого роста» через экологизацию, рациональное использование ресурсов и внедрение «зеленых» технологий, открывая новые возможности для создания механизмов стимулирования природоохранной деятельности.

Доктор экономических наук,

Профессор

Проректор по науке и инновациям

ВГЛТУ *Морковина С.С.*

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-10-22

УДК 630.43

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ: ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Дмитрий В. Горелов ✉, dmitriy.gorelov@gmail.com, 0009-0003-4884-1319
Елена А. Яковлева ✉, elena-12-27@mail.ru, 0000-0002-9697-8024

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

Аннотация

Лесные пожары являются главной причиной гибели лесов, обеспечивающих необходимые условия жизни для населения всего мира, сохраняя биоразнообразие, защищая почву от разрушения и регулируя климат. Несмотря на тот факт, что в последние годы темпы ежегодного сокращения площади лесов в мире снизились по сравнению с последним десятилетием XX века, они остаются достаточно высокими. Россию эксперты относят к числу стран с крупнейшими лесопотерями, происходящими как по причинам масштабной вырубки лесных насаждений, так и вследствие катастрофических лесных пожаров. В 2024 году, считающимся самым жарким за всю историю наблюдений, фактическая площадь пожаров на землях лесного фонда России достигла 8,2 млн. га. В статье проанализирована статистика лесных пожаров за 2024 год, распределение количества и площади пожаров по федеральным округам РФ с учетом категорий лесов. Установлено, что лидером по площади лесов, пройденных огнем в 2024 году, стал Дальневосточный ФО, на который приходится более 95% совокупной площади лесных пожаров на территории РФ. Приводится оценка ущерба, причиненного пожарами лесному хозяйству РФ в 2024 году, и ранжирование федеральных округов РФ по величине ущерба в стоимостном выражении. Рассматриваются основные негативные факторы, способствующие превышению установленных правительством целевых показателей площади лесных пожаров.

Ключевые слова: лесной пожар, горимость лесов, количество и площадь пожаров, ущерб, гарь, лесовосстановление.

Благодарности: Авторы выражают признательность коллективу кафедры мировой и национальной экономики ВГЛТУ за помощь в выполнении исследований и в подготовке материалов для публикации.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Горелов Д.В., Яковлева Е.А. Оценка ущерба от лесных пожаров: территориальное распределение, причины и последствия / Д.В. Горелов, Е.А. Яковлева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13.

– № 4 (71). – С. 10–22. – *Библиогр.: с. 20–21 (10 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-10-22.

FOREST FIRE DAMAGE ASSESSMENT: TERRITORIAL DISTRIBUTION, CAUSES AND CONSEQUENCES

Dmitry V. Gorelov ✉, dmitriy.gorelov@gmail.com, 0009-0003-4884-1319
Elena A. Yakovleva ✉, elena-12-27@mail.ru 0000-0002-9697-8024

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation

Abstract

Forest fires are the main cause of deforestation, which is a major threat to the livelihoods of people around the world. Despite the fact that the rate of annual deforestation has decreased in recent years compared to the last decade of the 20th century, it remains relatively high. Russia is one of the countries with the largest deforestation rates, both due to large-scale logging and catastrophic forest fires. In 2024, which is considered the hottest year on record, the actual area of fires in Russia's forest lands reached 8.2 million hectares. The article analyzes the statistics of forest fires in 2024, the distribution of the number and area of fires by federal districts of the Russian Federation, taking into account the categories of forests. It is established that the Far Eastern Federal District became the leader in terms of the area of forests affected by fires in 2024, accounting for more than 95% of the total area of forest fires in the Russian Federation. The article provides an assessment of the damage caused by fires to the Russian forestry sector in 2024 and ranks the federal districts of the Russian Federation by the amount of damage in monetary terms. The article examines the main negative factors contributing to the exceeding of the government-set target area for forest fires.

Key words: forest fire, forest flammability, number and area of fires, damage, scorch, reforestation.

Acknowledgments: The authors express their gratitude to the staff of the Department of World and National Economics of the VGLTU for their help in carrying out research and preparing materials for publication.

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of the article.

Conflict of interest: The authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Gorelov D.V., Yakovleva E.A. Assessment of forest fire damage: territorial distribution, causes, and consequences. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 13, No. 4 (71), pp. 10-22 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-10-22.

Введение

Значительная часть лесов Российской Федерации, которая по праву считается крупнейшей лесной державой мира, произрастает в бореальной зоне, – они отличаются удаленностью и труднодоступностью, что в условиях постоянно растущей антропогенной нагрузки и глобальных климатических изменений приводит к увеличению частоты и степени интенсивности лесных пожаров.

Ежегодно лесные пожары наносят колоссальный ущерб не только лесному хозяйству, но и всей отечественной экономике. Разрушительное воздействие лесных пожаров проявляется не только в снижении продуктивности лесов, но и в утрате биоразнообразия лесных экосистем, деградации почв, росте выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, заболачиванию лесных территорий и т.п. К негативным последствиям лесных пожаров так же можно отнести изменение структуры ландшафта, обусловленное проблемами регенерации почвенного покрова и нарушением закономерности пространственного размещения лесной растительности, поскольку образуются участки, на которых невозможно естественное возобновление лесов на гарях.

Согласно данным многолетней статистики, в большей степени пожарам подвержены леса Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. В связи с тем, что занимаемые ими огромные территории имеют сложный рельеф, одновременное возникновение пожаров в разных труднодоступных местах, в которые невозможна доставка противопожарного оборудования и его нехватка, не позволяют обеспечить своевременное тушение лесных пожаров, что приводит к увеличению их масштабов до катастрофических, и повышению пройденной ими площади.

Проблемы оценки последствий лесных пожаров и оптимизации мер пожарной безопасности лесов в соответствии с целевым назначением можно отнести к категории наиболее сложных, решение которых имеет важное социально-экономическое значение, и затрагивает интересы всего мирового сообщества. Среди отечественных ученых и исследователей, труды которых связаны с поиском решения этих проблем, можно указать С.П. Анцышкина, А.С. Залесова, Н.П. Курбатского, П.Н. Львова, И.С. Мелехова, И.В. Овсянникова, А.И. Орлова, М.А. Сафронова, П.П. Серебренникова, В.В. Фуряева, Е.А. Щетинского и др. Повышение в последнее время внимания к мерам борьбы с лесными пожарами обусловлено все более разрушительными их последствиями и необходимостью снижения размеров наносимого ими ущерба. Формирование комплекса эффективных мер по профилактике лесных пожаров и использование систем мониторинга, обеспечивающих их раннее обнаружение, позволят контролировать развитие пожаров, минимизировать экологический и экономический ущерб.

Материал и методы исследования

Источниками информации являлись: федеральные и региональные информационные ресурсы, аналитические обзоры, научно-исследовательские работы в исследуемой области знаний, отчётность Федерального агентства лесного хозяйства за 2024 год. В качестве методологической основы исследования были использованы: системный поход, методы сравнения и обобщения, метод группировок и логического анализа.

Результаты исследования и их обсуждения

Согласно данным ФБУ «Авиалесоохрана», в 2024 году фактическая площадь пожаров на землях лесного фонда России превысила 8,2 млн. га при плановом показателе 5,1 млн. га (рисунок 1).

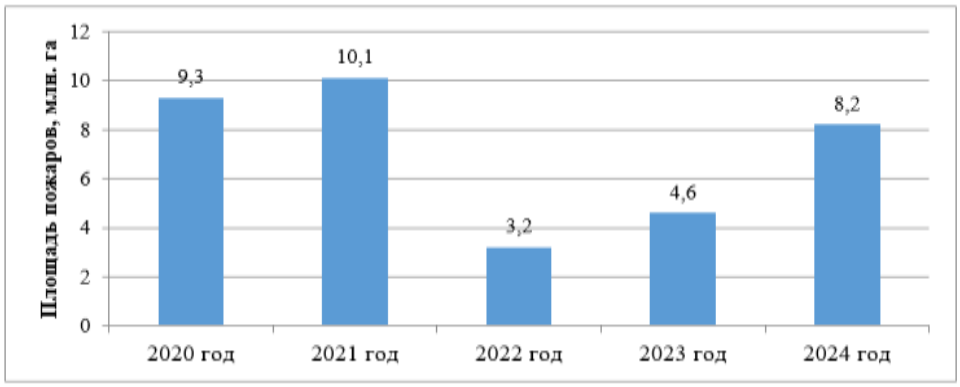

Рисунок 1 – Динамика площади лесных пожаров в РФ за 2020–2024 гг.
Figure 1 – Dynamics of forest fire areas in the Russian Federation from 2020 to 2024
Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Для такой категории лесов, как эксплуатационные леса, характерна более высокая степень относительной горимости, что обусловлено более высоким уровнем антропогенного воздействия и особенностями структуры лесных насаждений (преобладанием в них хвойных деревьев): на территории эксплуатационных лесов в 2024 году возникло 4656 пожаров или 52,38% от общего их количества, которое составило 8889. На данную категорию лесов так же приходится 76,97% общей площади лесов, пострадавших от пожаров, или 6354,25 тыс. га (рисунок 2).

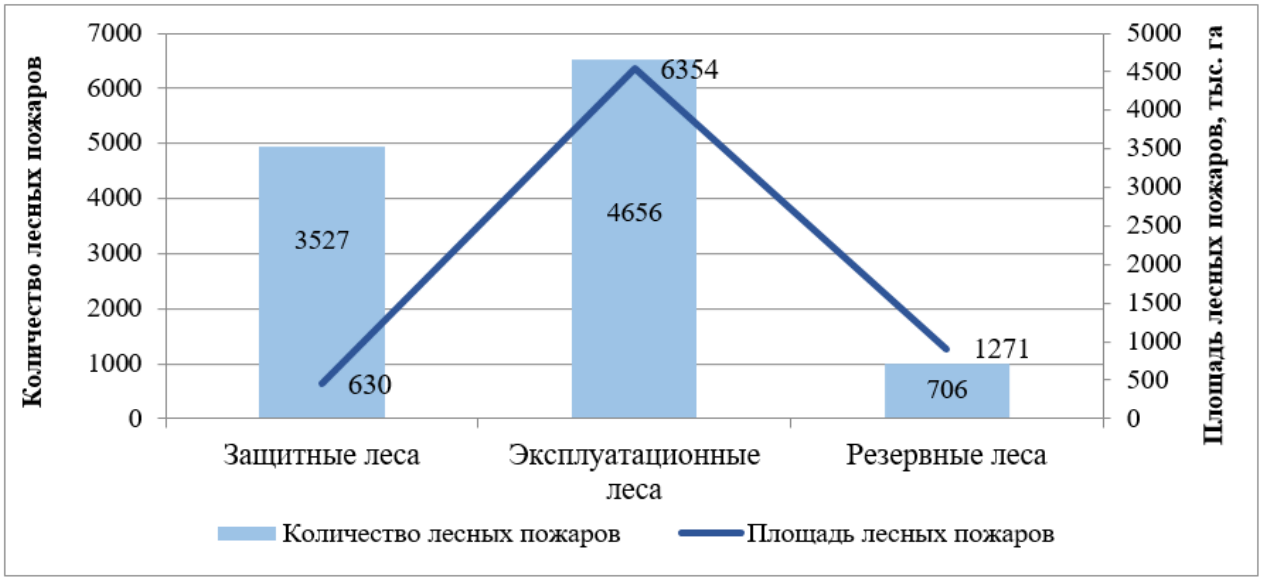

Рисунок 2 – Распределение количества и площади лесных пожаров в 2024 году по категориям лесов РФ
Figure 2 – Distribution of the number and area of forest fires in 2024 by forest category in the Russian Federation
Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Отличительной особенностью природных пожаров служит наличие двух пиков: весеннего и летне-осеннего. В результате глобальных климатических изменений наблюдается не только увеличение частоты и интенсивности пожаров, но и продолжительности пожароопасного периода [1].

Совокупный ущерб, причиненный лесному хозяйству РФ вследствие лесных пожаров, согласно данным Рослесхоза, составил в 2024 году около 10,59 млрд. руб., значительный вклад в который внесли потери древесины на корню в объеме 51652085 м^3. При этом, затраты на тушение превысили 11,44 млрд. руб. (рисунок 3).

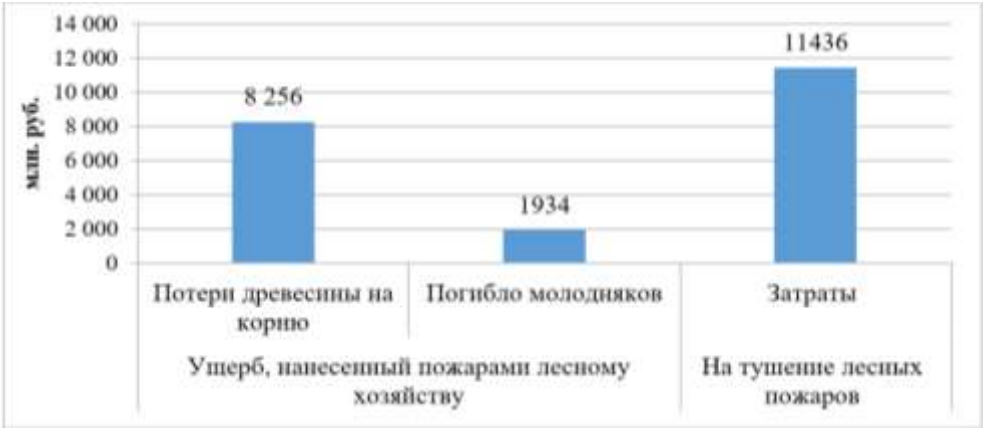

Рисунок 3 – Ущерб от лесных пожаров лесному хозяйству РФ в 2024 году
Figure 3 – Damage caused by forest fires to the Russian Federation's forestry sector in 2024
Источник: собственная композиция авторов
Source: author’s composition

Наибольший ущерб от лесных пожаров в 2024 году был нанесен лесному хозяйству двух федеральных округов РФ: Дальневосточному (6,45 млрд руб. или 60,85% от общей суммы ущерба) и Сибирскому (2,51 млрд руб. или 23,70% от общей суммы ущерба), что отражено на рисунке 4.

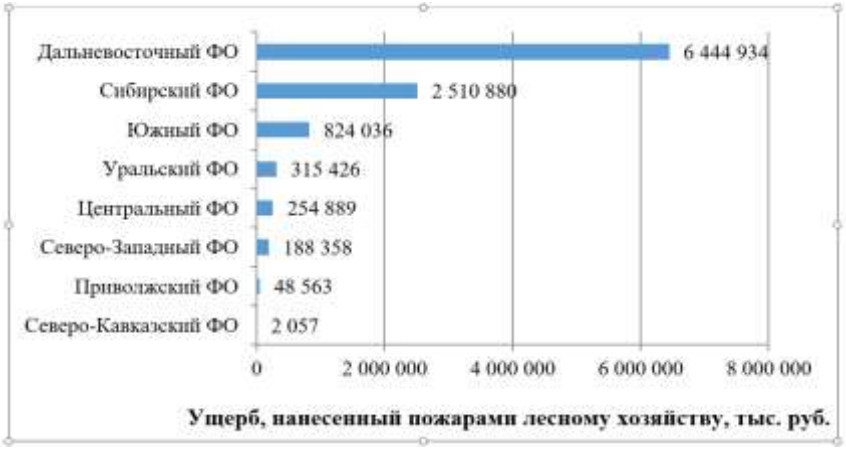

Рисунок 4 – Ранжирование федеральных округов РФ по величине ущерба от лесных пожаров в 2024 году
Figure 4 – Ranking of the Russian Federation's federal districts by the amount of damage caused by forest fires in 2024
Источник: собственная композиция авторов
Source: author’s composition

В 2024 году пожароопасный сезон начался достаточно рано: уже в начале апреля на территории Дальневосточного федерального округа произошло более 1000 возгораний, в результате которых наиболее пострадавшими оказались земли лесного фонда Забайкальского Приморского и Хабаровского края. Основной причиной весенних пожаров в России эксперты считают человеческий фактор.

Дальневосточный федеральный округ стал лидером по количеству лесных пожаров в 2024 году: там зарегистрирован 4351 случай, что почти в 2 раза превысило показатели 2023 года (рисунок 5).

Рисунок 5 – Ранжирование федеральных округов РФ по количеству лесных пожаров в 2024 году

Figure 5 – Ranking of the Russian Federation’s federal districts by the number of forest fires in 2024

Источник: собственная композиция авторов

Source: author’s composition

На Дальневосточный ФО в 2024 году приходится более 95% общей площади лесных пожаров на территории РФ (рисунок 6).

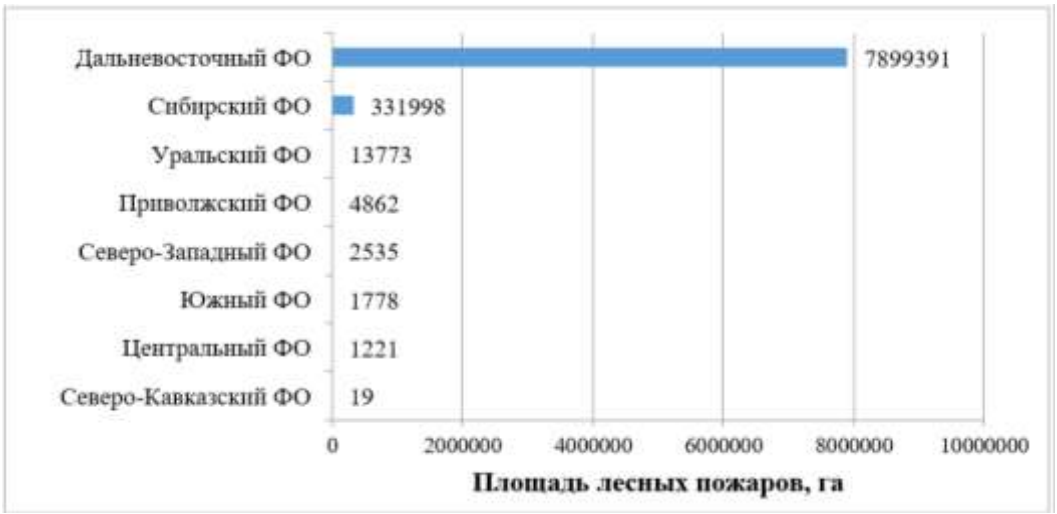

Рисунок 6 – Ранжирование федеральных округов РФ по площади лесных пожаров в 2024 году

Figure 6 – Ranking of the Russian Federation's federal districts by the area of forest fires in 2024

Источник: собственная композиция авторов

Source: author’s composition

В Дальневосточном ФО в 2024 году были существенно превышены целевые показатели площади лесных пожаров (3,9 млн. га), установленные Правительством РФ. Наибольшее превышение данных показателей наблюдалось в Амурской области, Забайкальском крае, Хабаровском крае и Республике Саха (Якутия).

Увеличение средней площади лесных пожаров в 2024 году в дальневосточном регионе было обусловлено невозможностью погасить их в первые сутки с момента возникновения по целому ряду причин, основным из которых эксперты считают [4,5]:

– повышение горимости лесов вследствие аномально жаркой и засушливой погоды;

– высокая плотность и быстрое распространение «грозовых» пожаров;

– наличие на территории округа труднодоступных районов со сложным ландшафтом и рельефом;

– отсутствие водных источников в некоторых районах возникновения пожаров;

– дефицит пожарной техники и сложности ее доставки в районы действия пожаров;

– нехватка специалистов для тушения лесных пожаров [9].

Так, в Забайкальском крае в 2024 году общее количество пожаров (1357) увеличилось почти в 5 раз по сравнению с 2023 годом (429), при этом количество крупных пожаров составило 591 в 2024 году против 103 в 2023 году (рисунок 7).

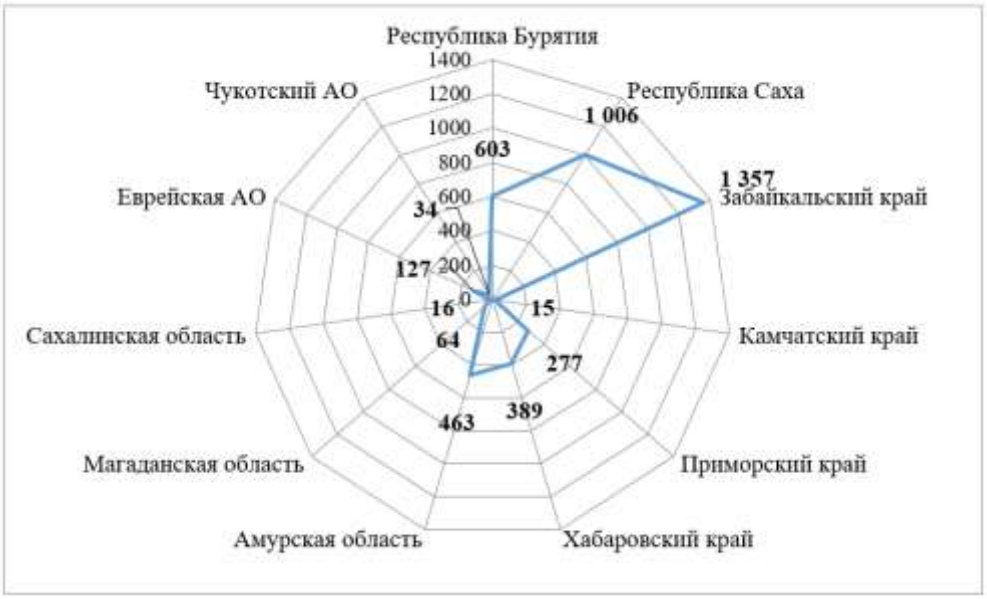

Рисунок 7 – Распределение количества лесных пожаров в 2024 году по территории Дальневосточного ФО

Figure 7 – Distribution of the number of forest fires in 2024 by territory of the Far Eastern Federal District

Источник: собственная композиция авторов

Source: author’s composition

Наряду с Забайкальским краем в составе лидеров дальневосточного региона по количеству лесных пожаров в 2024 году можно указать Якутию (1006 пожаров) и Республику Бурятия (603 пожара) [6].

Ухудшение ситуации с горимостью лесов в Забайкальском крае наглядно демонстрирует увеличение такого показателя, как средняя площадь обнаружения одного

пожара на момент его ликвидации, который выросла с 5,26 га в 2023 году до 31,83 га в 2024 году [2]. Соответственно, увеличилась средняя площадь ликвидации лесного пожара с 151,90 га до 1464,37 га, и площадь земель лесного фонда, пройденная пожарами: с 65,17 тыс. га до 1987,15 тыс. га (рисунок 8).

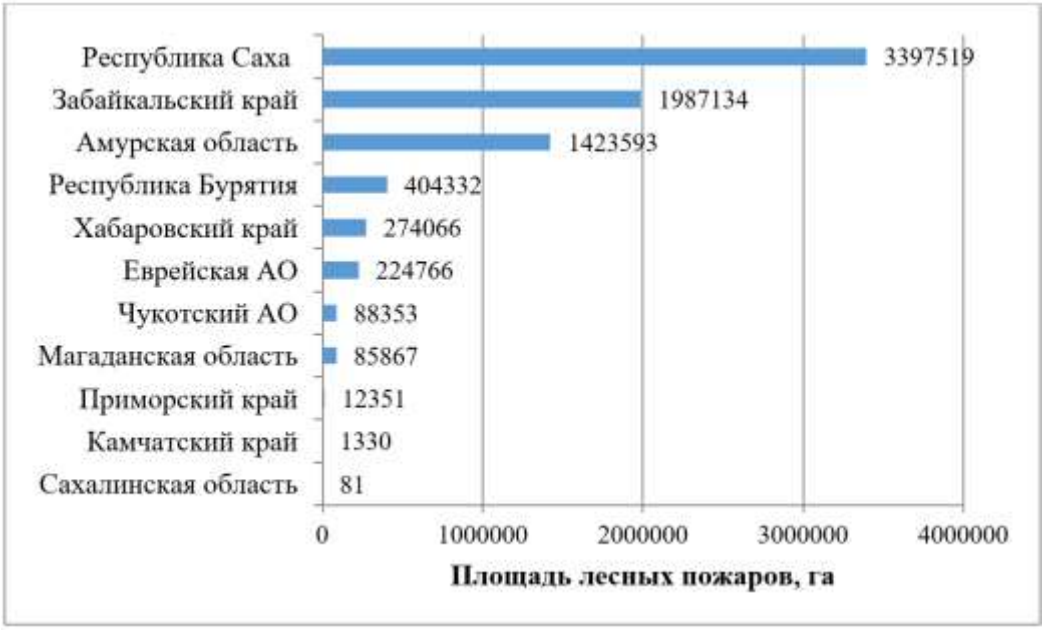

Рисунок 8 – Распределение площади лесных пожаров в 2024 году по территории Дальневосточного ФО

Figure 8 – Distribution of forest fire areas in 2024 by territory of the Far Eastern Federal District

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

Наряду с Забайкальским краем лидерами по общей площади лесных пожаров в Дальневосточном ФО в 2024 году стали: Республика Саха (Якутия) и Амурская область.

Общие потери древесины на корню в 2024 году в дальневосточном регионе составили 45 332 319 м^3 или 89,8% от общего объема по Рослесхозу, при этом потери древесины в Якутии составили 18 348 269 м^3, в Забайкальском крае – 16 738 958 м^3 [7].

От лесных пожаров в Дальневосточном ФО пострадали в основном эксплуатационные леса, – площади пожаров, приходящиеся на эту категорию лесов, составляют 85,34% от общей площади лесных пожаров на территории данного округа. Защитные и резервные леса были затронуты пожарами в меньшей степени.

Увеличение числа лесных пожаров в Сибирском федеральном округе в 2024 году до 1875 вызвано, по мнению международной группы исследователей, ростом индекса пожароопасности из-за снижения концентрации морского льда в Арктике [3]. Сумма ущерба по Сибирскому ФО в 2024 году превысила показатель предыдущего года почти в 4 раза.

Работы по лесовосстановлению осуществляются на землях лесного фонда (вырубки, гари, редины, пустыри, прогалины), которые для этого предназначены [8]. Согласно статистическим данным ЕМИСС, ежегодный фонд лесовосстановления РФ за 2014-2024 гг. характеризуется положительной динамикой [10]. В его структуре прослеживается тенденция постоянного увеличения удельного веса площади земель, предназначенных для

лесовосстановления после гарей, – в 2024 году он превысил 72% от общей площади земель для лесовосстановления (рисунок 9).

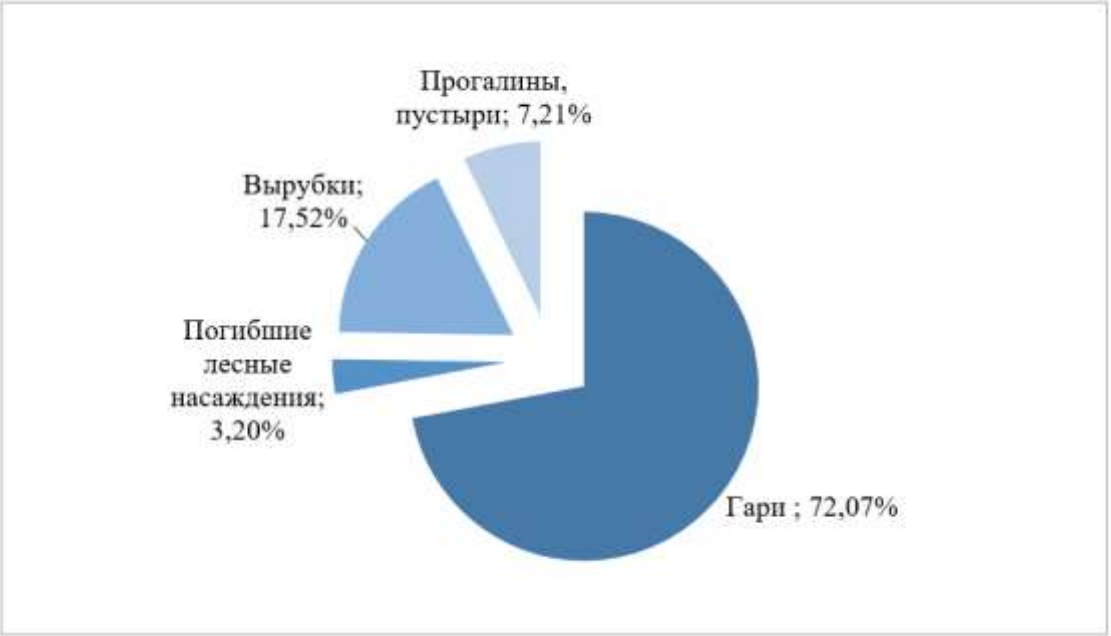

Рисунок 9 – Структура фонда лесовосстановления в РФ за 2024 год
Figure 9 – Structure of the Russian Federation's Forest Restoration Fund for 2024
Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Согласно сегментированию земель, предназначенных для лесовосстановления после гарей, в 2024 году больше половины их площади (50,26%) приходится на эксплуатационные леса (рисунок 10).

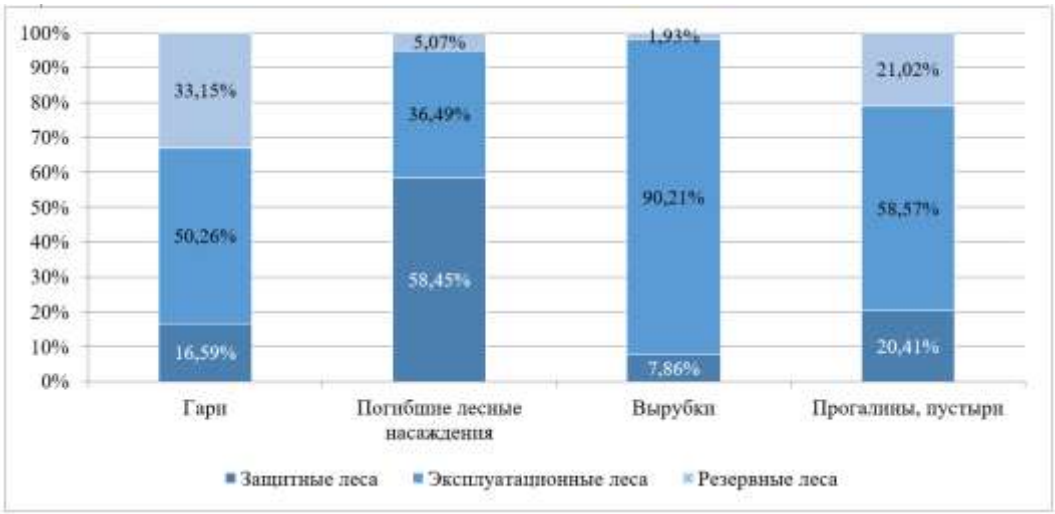

Рисунок 10 – Сегментирование фонда лесовосстановления по категориям лесов РФ в 2024 году
Figure 10 – Segmentation of the reforestation fund by forest categories in the Russian Federation in 2024
Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Согласно данным Рослесхоза, площадь лесных земель для лесовосстановления после гарей в целом по РФ в 2024 году составила 25608,4 тыс. га, значительная часть которых приходится на два наиболее пострадавших от пожаров округа: Дальневосточный ФО – 87,79% или 22481 тыс. га, Сибирский ФО – 9,73% или 2492 тыс. га (рисунок 11).

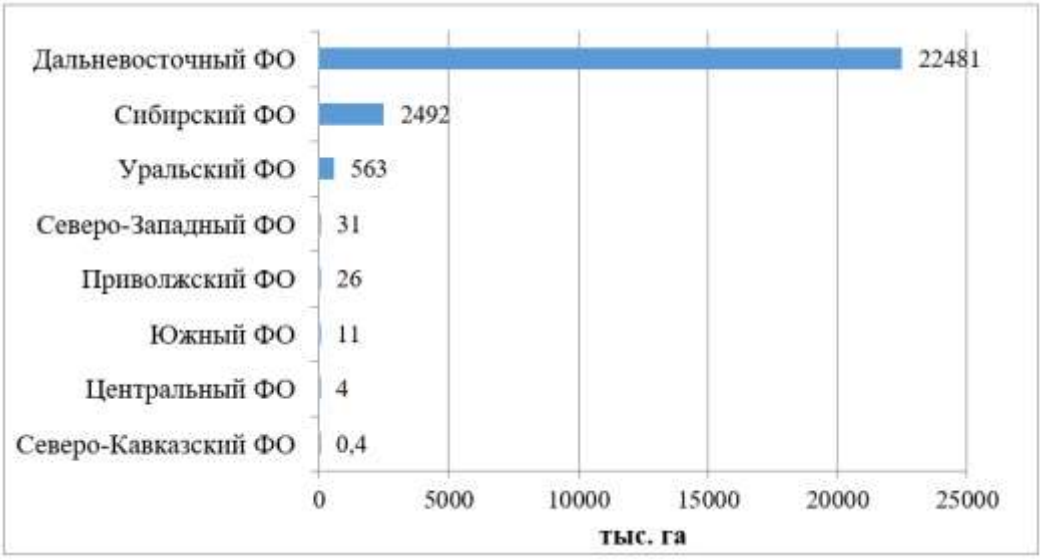

Рисунок 11 – Ранжирование федеральных округов РФ по площади земель, предназначенных для лесовосстановления после гарей в 2024 году

Figure 11 – Ranking of the Russian Federation's federal districts by the area of lands intended for reforestation after wildfires in 2024

Источник: собственная композиция авторов

Source: author’s composition

Таким образом, наиболее масштабные потери леса в результате пожаров в 2024 году наблюдались в Дальневосточном ФО, который стал лидером по количеству и площади лесных пожаров в РФ. Если в Сибирском ФО площадь погибших от пожаров насаждений в 2024 году сопоставима с площадью рубок, то в Дальневосточном ФО она существенно выше площади рубок, что требует увеличения фонда лесовосстановления на его территории.

Рост общей площади лесных пожаров приводит к соответствующему росту финансирования на борьбу с ними: в 2023 году для этой цели из федерального бюджета было выделено 14,2 млрд. руб., а в 2024 году сумма финансирования была увеличена до 14,9 млрд. руб. Расходы федерального бюджета на защиту лесов от пожаров в 2025 году уже достигли рекордных 19,5 млрд. руб.

Заключение

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о том, что лесные пожары остаются одним из наиболее деструктивных факторов, наносящих значительный ущерб лесному хозяйству России и подрывающих глобальную экологическую стабильность. Несмотря на общее снижение темпов обезлесения в мире, ситуация в РФ, особенно условиях рекордно жаркого 2024 года, продолжает вызывать серьезную озабоченность. Увеличение продолжительности пожароопасного сезона, который сопровождался засухой, штормовыми ветрами и сухими грозами в некоторых регионах России, послужило причиной роста частоты и интенсивности лесных пожаров в 2024 году по сравнению с показателями 2023 года.

Ключевым выводом является катастрофическая концентрация пожаров на территории Дальневосточного федерального округа, где было пройдено огнем более 95% от общей площади возгораний в стране. Это указывает на ярко выраженную региональную специфику проблемы, требующей особых подходов к мониторингу и тушению. Значительный материальный ущерб, нанесенный лесному хозяйству, подтверждает, что последствия пожаров носят не только экологический, но и экономический характер. Стоимостная оценка ущерба позволяет ранжировать регионы по степени воздействия и более точно определять объем необходимых ресурсов для восстановления.

Превышение установленных целевых показателей площади лесных пожаров является следствием комплекса негативных факторов, среди которых, выделяются недостаточное финансирование лесной охраны, сложность контроля удаленных и труднодоступных территорий, а также усугубляющиеся климатические изменения, ведущие к повышению пожарной опасности. В этой связи для противодействия дальнейшей деградации лесных экосистем необходима разработка и реализация мер, включающих усиление материально-технической базы пожаротушения, внедрения современных систем раннего обнаружения возгорания (включая спутниковый мониторинг), а также проведение масштабной профилактической работы. Только целенаправленная и консолидированная работа на федеральном и региональном уровнях позволит минимизировать риски и последствия катастрофических лесных пожаров в будущем. Негативное изменение статистики лесных пожаров вследствие роста влияния антропогенных и природных факторов обуславливает необходимость увеличения объемов средств из федерального бюджета для финансирования мероприятий, направленных не только на предупреждение и борьбу с лесными пожарами в Российской Федерации, но и для поддержания баланса между выбытием лесов в результате гарей и их восстановлением.

Библиографический список

1. Ерицов, А.М. О необходимости совершенствования нормативно-правового регулирования в области охраны лесов от пожаров / А.М. Ерицов, И.М. Секерин, А.А. Кректунов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2023. – № 3(72). – С. 79-86. – DOI: 10.60797/IRJ.2025.153.129.
2. Кузнецов, Л. Е. Оценка горимости лесов в Российской Федерации / Л. Е. Кузнецов, А. М. Ерицов, И. М. Секерин, А. А. Кректунов, С. В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2024. – № 3 (90). – С. 93-101. – DOI: 10.51318/FRET.2024.31.73.008.
3. Binhe Luo Rapid summer Russian Arctic sea-ice loss enhances the risk of recent Eastern Siberian wildfires // *Nature Communications.* – 2024. – № 8. – https://doi.org/10.1038/s41467-024-49677-0.
4. Майорова, Л.П. Лесные пожары: воздействие на углеродный баланс / Л. П. Майорова, О. О. Куспангалиева //Экономика строительства. – 2022. – № 6. – С. 87-97. – DOI 10.17513/fr.43471.
5. Сравнительный анализ последствий лесных пожаров на территории Российской Федерации / Л. Е. Кузнецов, А. А. Кректунов, И. М. Секерин, П. В. Щеплягин, П. С. Юдина // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 4 (87). – С. 69-77 – DOI: 10.51318/FRET.2023.87.4.007.
6. ФБУ «Авиалесоохрана» : официальный сайт. URL: https://aviales.ru

7. Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) : официальный сайт. – URL: https://rosleshoz.gov.ru

8. Звягина, А. В. Воспроизводство лесов и лесоразведение в Российской Федерации: понятие, структура, анализ современного состояния / А. В. Звягина, С. Г. Везломцева //Проблемы экономики и юридической практики. – 2023. – Т. 19. – № 5. – С. 256-263.

9. Яковлева Е.А., Титова Е.В., Степанова Ю.Н., Панявина Е.А. Методические подходы к оценке роли экологических инноваций в «Зеленом» развитии экономики // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. № 3 (62). С. 107-121.

10. Единая межведомственная информационно-статистическая ЕМИСС. – URL: https://www.fedstat.ru/

References

1. Eritsov, A.M. On the need to improve legal regulation in the field of forest protection from fires / A.M. Eritsov, I.M. Sekerin, A.A. Krektunov // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after. V.R. Filippova. – 2023. – No. 3(72). – P. 79-86. – DOI: 10.60797/IRJ.2025.153.129.

2. Kuznetsov, L. E. Assessment of forest fire rate in the Russian Federation / L. E. Kuznetsov, A. M. Eritsov, I. M. Sekerin, A. A. Krektunov, S. V. Zalesov // Forests of Russia and management in them. – 2024. – No. 3 (90). – P. 93-101. – DOI: 10.51318/FRET.2024.31.73.008.

3. Binhe Luo. Rapid summer Russian Arctic sea-ice loss enhances the risk of recent Eastern Siberian wildfires // Nature Communications. – 2024. – No. 8. – https://doi.org/10.1038/s41467-024-49677-0.

4. Mayorova, L.P. Forest fires: impact on the carbon balance / L. P. Mayorova, O. O. Kuspangalieva // Construction Economics. – 2022. – No. 6. – pp. 87-97. – DOI 10.17513/fr.43471.

5. Comparative analysis of the consequences of forest fires in the Russian Federation / L. E. Kuznetsov, A. A. Krektunov, I. M. Sekerin, P. V. Shcheplyagin, P. S. Yudina // Forests of Russia and their management. - 2023. - No. 4 (87). - P. 69-77 - DOI: 10.51318/FRET.2023.87.4.007.

6. FBU "Avialesookhrana": official website. URL: https://aviales.ru

7. Federal Forestry Agency (Rosleskhoz): official website. – URL: https://rosleshoz.gov.ru

8. Zvyagina, A. V. Forest reproduction and afforestation in the Russian Federation: concept, structure, analysis of the current state / A. V. Zvyagina, S. G. Vezlomtseva // Problems of Economics and Legal Practice. – 2023. – Vol. 19. – No. 5. – Pp. 256-263.

9. Yakovleva E. A., Titova E. V., Stepanova Yu. N., Panyavina E. A. Methodological approaches to assessing the role of environmental innovations in the "Green" development of the economy // Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice. 2023. Vol. 11. No. 3 (62). Pp. 107-121.

10. Unified interdepartmental information and statistical system EMISS. – URL: https://www.fedstat.ru/

Сведения об авторах

✉ *Горелов Дмитрий Витальевич***,** аспирант кафедры мировой и национальной экономики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4884-1319, e-mail: dmitriy.gorelov@gmail.com

✉ *Яковлева Елена Александровна*, доктор экон. наук, профессор кафедры мировой и национальной экономики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9697-8024, e-mail: elena-12-27@mail.ru

Information about the authors

✉ *Gorelov Dmitry Vitalievich*, postgraduate student of the Department of World and National Economics, Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova, st. Timiryazeva, 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4884-1319, e-mail: dmitriy.gorelov@gmail.com

✉ Yakovleva Elena Alexandrovna, Doctor of Economics. Sciences, Professor of the Department of World and National Economics, Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova, st. Timiryazeva, 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9697-8024, e-mail: elena-12-27@mail.ru

✉ - Для контактов/Corresponding author

Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика 4/2025

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-23-32

УДК 33

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ЛЕСОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ, ПОГИБШИХ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Вячеслав В. Коларж[1], ✉ v.kolarzh@spb-niilh.ru, 0009-0002-1859-388X
Иван С. Недбаев[1]

[1]*Федеральное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научноисследовательский институт лесного хозяйства» (СПбНИИЛХ), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Аннотация

Статья рассматривает возможность реализации лесоклиматических проектов на территориях, где лесные насаждения погибли от промышленных выбросов. Анализируя масштабы проблемы и отсутствие адекватных методик, авторы подчеркивают необходимость разработки специализированной методологии для лесовосстановления на таких участках. Они отмечают потенциал привлечения инвестиций от бизнеса, заинтересованного в экологических инициативах, и преимущества, которые принесет реализация подобных проектов, включая улучшение экологической обстановки, повышение биоразнообразия и формирование устойчивого развития региона. Особое внимание уделено законодательным аспектам и практическим трудностям, связанным с выполнением лесовосстановительных работ на землях промышленности. В заключение делается вывод о важности дальнейшего изучения вопроса и формирования правовых норм, способствующих внедрению эффективной модели лесовосстановления на поражённых выбросами территориях. В настоящей статье рассматриваются климатические проекты на лесных площадях, погибших от промышленных выбросов, и предлагаются механизмы имплементации подобных проектов.

Ключевые слова: Лесоклиматические проекты, парниковые газы, лесовосстановление, промышленные выбросы, лесные насаждения.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Коларж В.В., Недбаев И.С. Возможность реализации лесоклиматических проектов на территории лесных насаждений, погибших от промышленных выбросов / В.В. Коларж, И.С. Недбаев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 23–32. – *Библиогр.: с. 30–32 (20 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-23-32.

FEASIBILITY OF IMPLEMENTING FOREST CLIMATE PROJECTS WITHIN AREAS OF FOREST STANDS DAMAGED BY INDUSTRIAL EMISSIONS

Viacheslav V. Kolarzh[1], ✉ v.kolarzh@spb-niilh.ru, 0009-0002-1859-388X
Ivan S. Nedbaev[1]

[1] *St. Petersburg Forestry Research Institute (SPbFRI), St. Petersburg, Russia*

Abstract

This article examines the feasibility of implementing forest climate projects in areas where forests have been destroyed by industrial emissions. Analyzing the scale of the problem and the lack of adequate methodologies, the authors emphasize the need to develop a specialized methodology for reforestation in such areas. They note the potential for attracting investment from businesses interested in environmental initiatives and the benefits of implementing such projects, including improved environmental conditions, increased biodiversity, and the promotion of sustainable regional development. Particular attention is paid to the legislative aspects and practical challenges associated with reforestation on industrial lands. The article concludes by emphasizing the importance of further research and the development of legal norms that facilitate the implementation of an effective reforestation model in areas affected by emissions. This article examines climate projects in forests destroyed by industrial emissions and proposes mechanisms for implementing such projects.

Keywords: Forest climate projects, greenhouse gases, reforestation, industrial emissions, forest stands.

***Conflict of interest*:** the authors declares no conflict of interest.

***For citation*:** Kolarzh V.V., Nedbaev I.S. (2025) Feasibility of implementing forest climate projects within areas of forest stands damaged by industrial emissions. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice]. Vol. 13, No. 4 (71), pp. 23-32 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-23-32.

Введение

Новые поправки к Лесному кодексу, которые были введены Федеральным законом от 26.12.2024 N 492-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации» ввели в практику лесного хозяйства понятие «лесоклиматические проекты» [1]. Под ними понимаются климатические проекты, реализуемые в лесах, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий, за исключением земель сельскохозяйственного назначения [2]. В свою очередь, климатические проекты – это мероприятия, направленные на уменьшение выбросов или увеличение поглощения парниковых газов.

Актуальность внедрения подобных проектов обусловлена тем, что потенциал лесоклиматических проектов не исчерпывается только лишь поглощением парниковых газов. Лесоклиматические проекты могут способствовать и целям снижения воздействия на окружающую природную среду в силу возможности поглощения загрязняющих веществ, в частности, поллютантов, составляющих выбросы крупных металлургических производств.

В рамках настоящей публикации рассмотрены следующие вопросы:

- характеристика воздействия промышленных выбросов на древесную растительность на существующих примерах,
- основные положения лесовосстановления в Российской Федерации,
- возможный механизм реализации климатических проектов на лесных площадях, погибших от промышленных выбросов,
- дополнительные преимущества, получаемые в результате предлагаемых лесоклиматических проектов.

Воздействие промышленных выбросов на растительность

Антропогенное воздействие на растительный покров можно отслеживать по скорости деградации лесов, которая согласуется с динамикой техногенной нагрузки на экосистему. Например, в районе города Норильска гибель отдельных деревьев началась в 1940-е гг. В 1960-е гг. начали работать новые производства, трехкратно увеличился объем продукции металлов, что, в свою очередь, увеличило площадь загрязнения. С этого времени фиксируется массовая гибель древостоя. К 1990-м гг. на расстоянии 120 км от Норильска наблюдалось 50 % уничтожение леса, а в 7 – 50-километровой зоне – 100 % уничтожение. В 1990-х – начале 2000-х гг. отмечено возобновление роста колец деревьев, возможно, связанное со снижением техногенной нагрузки [3]. Всего с 1960-х гг. с подветренной стороны Норильского промышленного района погибло до 24 тыс. км^2 леса.

Среднеуральский медеплавильный завод до недавнего времени был одним из крупнейших источников загрязнения: выбросы предприятия в 1980 г. составляли 225 тыс. т поллютантов в год. В результате многолетнего поступления поллютантов лесные экосистемы вокруг завода существенно деградировали. В течение последних десятилетий поступление поллютантов постепенно сокращалось, что инициировало восстановление отдельных групп биоты даже непосредственно вблизи завода. В то же время восстановление разнообразия и обилия некоторых других групп, например, растений травяно-кустарничкового яруса лесов, в зонах сильного загрязнения практически отсутствует [4].

В 1980-е годы город Мончегорск (Мурманская область) был в десятке самых экологически неблагополучных городов СССР. Аэротехногенное загрязнение от медно-никелевого комбината распространялось на площади около 380 тысяч гектаров. Погибли 15 тысяч гектаров леса вокруг города [5].

Согласно формам статистической отчётности ОИП-10, в 2022 году в Российской Федерации в составе лесного фонда общая площадь погибших и поврежденных лесных насаждений от воздействия промышленных выбросов составила 2309,2 га, причём

практически вся площадь находится в Красноярском крае – 2303,8 га. Общая гибель от всех антропогенных факторов – 12 тыс. га [6].

Требуется отметить, что воздействие промышленных выбросов может выражаться не только в форме гибели насаждений, но и в угнетении их продуктивности. Как следствие, потенциальная площадь насаждений, пострадавших от промышленных выбросов может быть существенно больше.

Существующие практики лесовосстановления

Лесовосстановление в Российской Федерации проводится на основании Правил лесовосстановления [7]. Данные правила актуальны для земель лесного фонда, соответственно, при гибели лесных насаждений от промышленных выбросов на территории лесного фонда существует обязательность их исполнения. Однако если погибли лесные экосистемы на территории земель промышленности и другого специального назначения, то лесовосстановление является лишь рекомендацией, но не обязанностью. Для лесовосстановления необходимо внести территорию в категорию земель, предназначенных для лесовосстановления. Конечной целью этого процесса является отнесение территорий к лесным землям, что производится в соответствии с Приказом Минприроды от 11 марта 2019 года N 150. Для этого оформляется акт отнесения земель, предназначенных для лесовосстановления, к землям, на которых расположены леса.

Лесовосстановление проводится, в соответствии с требованиями к посадочному материалу лесных древесных пород, следующими древесными породами: ель европейская *Picea abies* (L.) H.Karst., ель сибирская *Picea obovata* Ledeb., лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., сосна сибирская *Pinus sibirica* Du Tour.

В качестве мероприятий по повышению устойчивости фитоценозов в условиях техногенного пресса рекомендуются выборочные и сплошные санитарные рубки, проведение рубок ухода и создание лесных культур из газоустойчивых лесных растений [8]. Последнее обстоятельство не противоречит Правилам лесовосстановления, так как в них отмечается, что стоит использовать те породы, которые наилучшим образом отвечают условиям произрастания, экосистемным и социально-экономическим целям освоения лесов. В случае промышленных выбросов, условия произрастания характеризуются повышенным содержанием поллютантов в почве и атмосферном воздухе, а, соответственно, необходимо подбирать породы, адаптированные к подобным условиям.

Климатические проекты как вариант лесовосстановления на лесных площадях, погибших от промышленных выбросов

Лесной кодекс допускает возможность реализации лесных климатических проектов не только на землях лесного фонда, но и на землях иных категорий (например, на землях промышленности). То есть, на землях промышленности могут быть проведены работы по лесовосстанолению без внесения этих территорий в категорию земель, предназначенных для лесовосстановления, если оформить все мероприятия как лесной климатический проект, направленный на депонирование углерода. Под лесовосстановлением в рамках

климатических проектов понимается восстановление вырубленных, погибших, поврежденных лесов, а также сохранение полезных функций лесов, их биологического разнообразия.

Стоит отметить, что методология реализации климатического проекта № 0010 «Лесовосстановление», разработанная Институтом глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля, при посадке лесов на землях промышленности не применима [9]. К тому же, методология № 0010 не допускает использование инвазивных видов, монокультур и деревьев, полученных методами искусственной селекции и/или генетической модификации [10].

Методология реализации климатического проекта № 0025 «Лесоразведение и фиторекультивация» [11] применима частично. Данная методология предусматривает возможность реализации климатических проектов на территориях, образованных в том числе, из промышленных земель. Однако, данные земли должны быть не заняты лесами в течение как минимум 50 лет, что существенно снижает применимость методологии. Помимо этого, присутствует ограничение на применение видов, инвазивных видов, монокультур и деревьев, полученных методами искусственной селекции и/или генетической модификации. Таким образом, применение видов, адаптированных к промышленным выбросам, не представляется возможным.

На основании вышеизложенного, возникает потребность разработки дополнительной методологии реализации климатического проекта, направленной именно на восстановление земель, древесная растительность которых погибла и/или пострадала в результате промышленных выбросов (рисунок 1), либо возможно изменение уже существующей методологии касательно её применимости.

Лесовосстановление может быть осуществлено естественным, искусственным или комбинированным способом в целях восстановления погибших и поврежденных лесов. С точки зрения, принципа дополнительности для климатических проектов необходимо обосновать преимущества в поглощении углерода при искусственном или комбинированном лесовосстановлении в сравнении с естественным [12]. Тем более, исходя из опыта валидации климатических проектов, авторы статьи могут сделать вывод, что затруднение естественного возобновления уже является причиной, по которой принцип дополнительности может быть соблюдён.

В связи с указанными выше причинами авторы статьи видят возможным создание лесных климатических проектов на землях промышленности и другого специального назначения (например, на территории самих производств, которые входят в санитарно-защитную зону). Таким образом, у представителей промышленности будет возможность инвестировать в продвижение экологических инициатив в рамках климатической повестки. При разработке соответствующих нормативно-правовых актов возможна ситуация и с финансированием деятельности по лесовосстановлению в субъекте Российской Федерации крупными предприятиями.

Рисунок 1 – Возможность реализации климатических проектов на территории лесных насаждений, погибших от промышленных выбросов
Figure 1 – Possibility of implementing climate projects on the territory of forest plantations destroyed by industrial emissions

Таким образом, создание лесных климатических проектов не только на землях лесного фонда открывает новые горизонты для взаимодействия представителей бизнеса и структур, занимающихся охраной окружающей среды [13]. Это может дать возможности для интеграции устойчивых практик в стратегию предприятий, повышая их социальную ответственность и имидж в природоохранной деятельности. Важно учитывать, что такой тип проектов может сформировать дополнительный источник финансирования для восстановительных и адаптационных мероприятий в лесах и тем самым способствовать развитию местных лесохозяйственных организаций и созданию рабочих мест [14].

С точки зрения охраны окружающей среды, возобновление лесов на территориях, пострадавших от промышленных выбросов, не только поможет в увеличении поглощения парниковых газов (ключевой цели климатических проектов), но и будет способствовать улучшению экологического состояния территории в целом. За счет посадки деревьев возможно восстановление нарушенной природной среды, улучшение качества воздуха и водных ресурсов, а также создание новых экосистем, что, в свою очередь, даёт дополнительные преимущества.

Дополнительные преимущества лесных климатических проектов

Леса выполняют множество экосистемных функций, необходимых как природным ландшафтам, так и социуму. Леса обеспечивают человека древесиной, недревесными лесными и пищевыми ресурсами. По подсчётам экспертов, лесные экосистемы поддерживают средства к существованию для миллионов людей во всем мире, а также поддерживают водный режим территории и благоприятствуют сохранению биоразнообразия [15]. Помимо этого, леса улучшают качество почвы и предотвращают эрозию, что жизненно важно для производительности сельского хозяйства, и способствуют круговороту питательных веществ, что необходимо для нормального функционирования ландшафтов [16].

Деревья могут поглощать не только парниковые газы, но и загрязняющие вещества, нормируемые в законодательстве Российской Федерации. Например, взвешенные вещества интенсивно поглощаются (до 5 г/м^2) следующими породами: тополь черный *Populus pyramidalis* Rozier, тополь бальзамический *Populus Balsamifera*, рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L., береза повислая *Betula pendula* Roth., липа мелколистная *Tilia cordata* Mill [17]. Некоторые виды (например, *Salix matsudana* Koidz.) могут поглощать значительные количества диоксида серы, с поглощающей способностью от 1,27 до 2,64 г/кг в листьях, в зависимости от вида и уровня загрязнения [18]. Исследования показывают, что городские зелёные насаждения могут поглощать от 0,79 до 1,11 г/м^2 в год оксидов азота [19]. Ашока *Saraca asoca* (Roxb.) W.J. de Wilde и сигизиум тминный *Syzygium cumini* (L.) Skeels. в городских условиях поглощают металлы, такие как железо и алюминий в высоких концентрациях, причем Fe достигает 234,49 мг/кг, а Al – 364,18 мг/кг [20].

Заключение

Рассмотрена возможность реализации климатических проектов на лесных площадях, погибших от промышленных выбросов. Отмечено наличие значительного количества площадей лесных насаждений, погибших в результате промышленных выбросов в районах расположения крупных металлургических производств. Однако эти научные данные не находят отражение в статистических формах.

Существующие практики лесовосстановления запрещают использовать инвазивные виды и виды, полученные в результате селекции, которые могут иметь повышенную устойчивость к выбросам, содержащим токсичные количества поллютантов для древостоев. Также лесовосстановление рассматривается только для земель лесного фонда. Эти два обстоятельства на данный момент являются барьерами к реализации проектов по лесовосстановлению на площадях, где леса погибли от выбросов. Но климатические проекты могут выступать инструментом для лесовосстановления на таких площадях. Для этого целесообразно разработать новую методологию реализации климатического проекта, направленную на лесовосстановление и лесоразведение на территориях, находящихся под интенсивным воздействием выбросов промышленных производств. Данное решение может способствовать восстановлению экосистем, которое будет финансироваться за счёт представителей бизнеса, которые вовлечены в экологическую и климатическую повестки.

Библиографический список

1. Хаустов, Д. В. Обзор нового законодательства и судебной практики / Д. В. Хаустов // Экологическое право. – 2025. – № 3. – С. 40-44.
2. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025).
3. Юркевич, Н. В. Техногенное воздействие на окружающую среду в Российской Арктике на примере Норильского промышленного района / Н.В. Юркевич, И.Н. Ельцов, В.Н. Гуреев, Н.А. Мазов, Н.В. Юркевич, А.В. Еделев // Известия ТПУ. 2021. №12.
4. Трубина, М.Р. Современное состояние мохового покрова лесов после сокращения выбросов Среднеуральского медеплавильного завода / М.Р. Трубина, А.П. Дьяченко // Поволжский экологический журнал. 2020. №4. С.477–491.
5. Коротков, В.Н. Восстановление растительности на техногенных пустошах в окрестностях Мончегорска (Мурманская область, Россия) / В. Н. Коротков, Г. Н. Копцик, И. Е. Смирнова, С. В. Копцик // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 1-18. – DOI 10.21685/2500-0578-2019-1-4.
6. Справочник исходных данных для проведения ретроспективной оценки уровня опасности климатических рисков в лесном хозяйстве субъектов РФ : база данных № 2024624246 : заявл. 08.10.2024 : опубл. 22.10.2024 / А.В. Константинов, И.С. Недбаев, Е.И. Семенова, А.О. Сорока ; заявитель ФБУ «СПбНИИЛХ».
7. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2021 года N 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления».
8. Чжан С. А., Рунова Е. М., Пузанова О. А. Ведение лесного хозяйства в условиях длительного техногенного загрязнения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. №31.
9. Кузнецов, Д.К. Экономический инструментарий реализации лесоклиматических проектов : диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук : 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (Экономика природопользования и землеустройства). 2024. Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова.
10. Методология реализации климатического проекта № 0010 «Лесовосстановление». Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля. 2023.
11. Методология реализации климатического проекта № 0025 «Лесоразведение и фиторекультивация». Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля. 2024.
12. Руководство по реализации климатического проекта № 001 «Обоснование дополнительности проектной деятельности». Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля. 2021.
13. Kolarzh V. V. ANALYSIS OF THE POTENTIAL OF CARBON PROJECTS IMPLEMENTED IN GREEN AREAS // Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice. 2024. no. 4. pp. 33-43. DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2024-12-4-33-43.
14. Морковина, С.С. Управление реализацией лесоклиматических проектов в РФ: перспективы и риски / С.С. Морковина, Е.А. Панявина, И.С. Зиновьева // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 40(2). – С. 198-203.
15. Došenović L. The modern concept of public forest functions, 2023.

16. Zahirah, N. Z. R. Trade-offs and synergies of forest ecosystem services from the perspective of plant functional traits: A systematic review // Ecosystem services. 2022. (58). C. 101484.

17. Журавлёва, А.Н. Эколого-биологическое состояние и особенности семенного размножения растений в условиях урбанизированной среды : диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук : 03.02.08. Экология (биология). 2012. Удмуртский государственный университет.

18. Bin, S. Leaf structures and relationship with SO_2-absorption capacity of 13 ornamental trees. 2015. № 6 (35). C. 1206–1214.

19. Gong, C. [и др.]. Estimating NOx removal capacity of urban trees using stable isotope method: A case study of Beijing, China. // Environmental Pollution. 2021. (290). C. 118004.

20. Ramesh S., Gopalsamy S. Heavy metal absorption in the leaves of evergreen trees (Saraca asoca and Syzygium cumini) in Kanchipuram town, Tamil Nadu, India // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. № 1 (1100). C. 012018.

References

1. Khaustov, D. V. Review of new legislation and judicial practice / D. V. Khaustov // Environmental law. - 2025. - No. 3. - P. 40-44.

2. Forest Code of the Russian Federation of 04.12.2006 N 200-FZ (as amended on 26.12.2024) (as amended and supplemented, entered into force on 01.01.2025).

3. Yurkevich, N. V. Man-made impact on the environment in the Russian Arctic: the example of the Norilsk industrial region / N. V. Yurkevich, I. N. Yeltsov, V. N. Gureev, N. A. Mazov, N. V. Yurkevich, A. V. Edelev // TPU News. 2021. No. 12.

4. Trubina, M.R. Current state of forest moss cover after reducing emissions from the Sredneuralsk Copper Smelter / M.R. Trubina, A.P. Dyachenko // Volga Region Ecological Journal. 2020. No. 4. Pp. 477–491.

5. Korotkov, V.N. Vegetation restoration on man-made wastelands in the vicinity of Monchegorsk (Murmansk region, Russia) / V. N. Korotkov, G. N. Koptsik, I. E. Smirnova, S. V. Koptsik // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2019. – Vol. 4, No. 1. – Pp. 1–18. – DOI 10.21685/2500-0578-2019-1-4.

6. Directory of initial data for conducting a retrospective assessment of the level of danger of climate risks in the forestry of the constituent entities of the Russian Federation: database No. 2024624246: declared 08.10.2024: published 22.10.2024 / A.V. Konstantinov, I.S. Nedbaev, E.I. Semenova, A.O. Soroka; applicant FBU "SPbNIILH".

7. Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated December 29, 2021 N 1024 "On approval of the Rules for reforestation, the form, composition, procedure for approving a reforestation project, grounds for refusing to approve it, as well as requirements for the electronic format of a reforestation project." 8. Zhang S. A., Runova E. M., Puzyanova O. A. Forestry Management in Conditions of Long-Term Technogenic Pollution // Actual Problems of the Forest Complex. 2012. No. 31.

9. Kuznetsov, D. K. Economic Instruments for the Implementation of Forest Climate Projects: Dissertation for the Degree of Candidate of Economic Sciences: 5.2.3. Regional and Sectoral Economics (Economics of Nature Management and Land Management). 2024. Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov.

10. Methodology for the Implementation of Climate Project No. 0010 "Forest Restoration". Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology. 2023.

11. Methodology for the Implementation of Climate Project No. 0025 "Afforestation and Phytoreclamation". Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology. 2024.

12. Guidelines for the Implementation of Climate Project No. 001 "Justification of the Additionality of Project Activities". Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology. 2021.

13. V. V. Kolarzh. ANALYSIS OF THE POTENTIAL OF CARBON PROJECTS IMPLEMENTED IN GREEN AREAS // Actual directions of scientific researches of the 21st century: theory and practice. 2024. no. 4. pp. 33-43. DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2024-12-4-33-43.

14. S. S. Morkovina. Management of the Implementation of Forest Climate Projects in the Russian Federation: Prospects and Risks. Panyavina, I.S. Zinovieva // Natural Sciences and Humanities. - 2022. - No. 40 (2). - P. 198-203.

15. Došenović L. The modern concept of public forest functions, 2023.

16. Zahirah, N. Z. R. Trade-offs and synergies of forest ecosystem services from the perspective of plant functional traits: A systematic review // Ecosystem services. 2022. (58). P. 101484.

17. Zhuravleva, A.N. Ecological and biological state and features of seed reproduction of plants in an urbanized environment: dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences: 03.02.08. Ecology (biology). 2012. Udmurt State University.

18. Bin, S. Leaf structures and relationships with SO2-absorption capacity of 13 ornamental trees. 2015. No. 6 (35). pp. 1206–1214.

19. Gong, C. [et al.]. Estimating NOx removal capacity of urban trees using stable isotope method: A case study of Beijing, China. // Environmental Pollution. 2021. (290). C. 118004.

20. Ramesh S., Gopalsamy S. Heavy metal absorption in the leaves of evergreen trees (Saraca asoca and Syzygium cumini) in Kanchipuram town, Tamil Nadu, India // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. No. 1 (1100). C.012018.

Сведения об авторах

✉ *Коларж Вячеслав Вячеславович* – кандидат эконом.наук, начальник отдела валидации и верификации парниковых газов, ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФБУ «СПбНИИЛХ»), Институтский пр., 21, г. Санкт-Петербург, 194021, Российская Федерация, ORCID: 0009-0002-1859-388X, v.kolarzh@spb-niilh.ru

Недбаев Иван Сергеевич – канд. геогр. наук, ведущий эксперт отдела валидации и верификации парниковых газов, ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФБУ «СПбНИИЛХ»), Институтский пр., 21, г. Санкт-Петербург, 194021, Российская Федерация.

Information about the authors

✉ *Vyacheslav V. Kolarzh* – Cand. Sci. (Econ.), Head of the Greenhouse Gas Validation and Verification Department, Saint Petersburg Forestry Research Institute (SPbFRI), 21 Institutsky Ave., Saint Petersburg, 194021, Russian Federation, ORCID: 0009-0002-1859-388X, v.kolarzh@spb-niilh.ru

Nedbaev Ivan Sergeevich – PhD in Geogr. Sciences, leading expert of the Department of Greenhouse Gas Validation and Verification, Saint Petersburg Forestry Research Institute (SPbFRI), 21 Institutsky Ave., Saint Petersburg, 194021, Russian Federation.

✉ - Для контактов/Corresponding author

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-33-49

УДК 332.01

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ЛЕСА В ТРУДАХ КЛАССИЧЕСКОЙ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИИ

Денис К. Кузнецов[1]✉, kuznetsovden1999@mail.ru, 0009-0000-1611-8394

[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия*

Аннотация

Настоящая статья посвящена вопросам теоретического обоснования и трансформации концепции экосистемных услуг леса с течением социально-экономических и исторических условий. В рамках настоящей работы рассмотрены классические труды в области политической экономии на предмет наличия или отсутствия в них вопросов, связанных с услугами леса, экономикой природопользования или смежных аспектов экономической теории, сформирован обзор основных положений о функциях леса как о природном ресурсе в рамках классической политической экономии, а также установлены взаимосвязи положений о лесе как о части фактора производства «Земля» с современными положениями экономической теории, рассматривающей лес в качестве поставщика экосистемных услуг. В результате настоящей работы было установлено, что представления о лесе как об экосистеме, предоставляющей определенный набор экосистемных услуг, сложились ещё на заре экономической науки, но, вместе с тем, по ряду причин не получили широкого распространения ввиду неоднозначности рассмотрения экологических вопросов в рамках экономической науки. Также в рамках исследования был сделан вывод о необходимости трансформации подходов к пониманию экосистемных услуг леса в условиях современной экономической системы, в том числе, с опорой на труды исследователей периода классической политической экономии.

Ключевые слова: экосистемные услуги, лес, лесное хозяйство, экономика лесного хозяйства, климаторегулирующий потенциал лесов.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Кузнецов Д.К. Экосистемные услуги леса в трудах классической политической экономии / Д.К. Кузнецов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 33–49. – *Библиогр.: с. 43–49 (36 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-33-49.

FOREST ECOSYSTEM SERVICES IN CLASSICAL POLITICAL ECONOMY

Denis K. Kuznetsov[1]✉, kuznetsovden1999@mail.ru, 0009-0000-1611-8394

[1]*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation*

Abstract

This article is devoted to the issues of theoretical substantiation and transformation of the concept of forest ecosystem services over the course of socio-economic and historical conditions. This work examines classical works in the field of political economy for the presence or absence of issues related to forest services, environmental economics or related aspects of economic theory, provides an overview of the main provisions on the functions of forests as a natural resource within the framework of classical political economy, and establishes the relationship of provisions on forests as part of The factor of production is «Land» with modern provisions of economic theory, considering the forest as a provider of ecosystem services. As a result of this work, it was found that the idea of a forest as an ecosystem providing a certain set of ecosystem services was formed at the dawn of economics, but at the same time, for a number of reasons, they were not widely used due to the ambiguity of consideration of environmental issues within economics. The study also concluded that it is necessary to transform approaches to understanding forest ecosystem services in the context of the modern economic system, including based on the work of researchers from the period of classical political economy.

Keywords: ecosystem services, forest, forestry, forestry economics, climate-regulating potential of forests.

***Conflict of interest*:** the author declare no conflict of interest.

***For citation*:** Kuznetsov D.K. (2025) Forest ecosystem services in classical political economy. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 13, No. 4 (71), pp. 33-49 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-33-49.

Введение

Формирование новых институциональных условий в части использования климаторегулирующего потенциала лесов, фактически, определяемого в качестве экосистемной услуги, а также развитие путей и подходов к использованию иных экосистемных услуг в современных условиях в России создают необходимость для поиска новых теоретических и концептуальных оснований организационно-экономического использования лесов и лесных ресурсов.

В этих целях рассмотрение процесса трансформации теории экономики природопользования целесообразно начинать ещё до момента зарождения лесной науки,

поскольку именно тогда учёными в области классической политической экономии были сформулированы тезисы, которые в настоящее время определяются как концепция экосистемных услуг, в том числе, в сфере лесного хозяйства.

При этом, вопрос о первенстве формализации концепции экосистемных услуг в настоящее время не решен. Так, исследователями указывается на первую работу в области классификации экосистемных услуг [26, 28] за авторством R. Costanza et al. (1997) [1]. Действительно, в данной работе указывается, на то, что под экосистемными услугами подразумеваются функции и товары, которые производят экосистемы. Вместе с тем, даются ссылки на более ранние исследования de Groot [3] и R.K. Turner и, что самое главное, на работу Daily, G. (1997) [2], причём в отношении указанной работы отмечается, что она «…содержит новейший подробный справочник по описанию, измерению и стоимостной оценке экосистемных услуг». Иные современные исследователи [12] указывают в качестве одного из классических исследований в области экосистемных услуг именно книгу Daily, G. (1997) (где экосистемные услуги определяются в качестве условий и процессов, через которые природные экосистемы и биологические виды, создающие их, поддерживают и наполняют человеческую жизнь), однако, и эта работа не является в полной мере первоисточником концепции экосистемных услуг, поскольку ссылается на более ранние работы P.Ehrlich [5], причем в его исследованиях рассматривался вопрос «услуг окружающей среды» [4].

И до этого наблюдаются работы, которые по существу включали в себя концепцию экосистемных услуг. Например, E. Schumacher в работе «Малое прекрасно…» (1973) рассматривает несколько категорий «благ», в том числе блага природные и блага рукотворные. Причем, природные блага он разделяет на возобновляемые и невозобновляемые. Так, он пишет: «Ещё важнее осознать существование «благ», которые никогда не появляются на рынке, поскольку не могут быть – или до сих пор не были – присвоены в частном порядке, но тем не менее составляют необходимое условие для всей человеческой деятельности. Сюда относятся воздух, вода, почва и, по большому счету, весь организм живой природы» [34].

В некоторых общедоступных источниках содержится ссылка на один из источников термина «экосистемные услуги» - отдельный «Доклад об исследовании критических экологических проблем», который по существу является монографией «Man's impact on the global environment» [6]. В ней действительно поднимался вопрос «услуг окружающей среды», однако, и в этой работе отсутствует достаточно чётко выраженная новизна концепции экосистемных услуг, как и сами услуги определены в ней не в экономическом, а в экологическом контексте.

Ввиду этого возникает ряд обоснованных вопросов, связанных с концепцией экосистемных услуг лесов, в том числе, с его климаторегулирующим потенциалом. Во-первых, высокая степень неопределенности заключается в том, в какой исторический момент развития экономики природопользования вопросы собственности на экосистемные функции природных экосистем (в т.ч. лесов) переросли в концепцию экосистемных услуг, во-вторых, насколько отличаются исторические представления о роли природных экосистем (в том числе, лесов) в экономике по сравнению с современными теоретическими подходами, и, в-

третьих, возможно ли на основе сложившихся теоретических воззрений в экономике природопользования сформировать основу для использования и развития климаторегулирующего потенциала лесов.

В этих условиях особую важность приобретает описание этих современных теоретических воззрений на экосистемные услуги лесов. Вопросы взаимодействия лесных экосистем и внешней среды, в том числе, климатических условий, поднимались ещё в трудах основателей лесной науки в России.

В настоящее время особое внимание исследователями уделяется вопросу глобального регулирования климата как экосистемной услуге леса [11, 23]. При этом, ключевым вопросом остаётся экономическая оценка, в том числе, лесных экосистемных услуг [32]. Использование различных методических подходов к проведению соответствующих оценок привело к обобщению рентной концепции [24] экономики экосистемных услуг и концепции общей экономической стоимости [20]. При этом, на международном уровне установлен единый концептуальный подход к их классификации: на обеспечивающие, регулирующие, культурные и поддерживающие [15, 35]. Исходя из этой классификации проводятся и современные исследования [31], в некоторых работах приводятся небольшие корректировки [19].

В исследовании В.В. Кирея приведено обобщение методов оценки экосистемных услуг, в том числе, рыночных цен, затрат, производственных функций, косвенной рыночной оценки (предпочтений), транспортных расходов, нерыночной оценки (предпочтений), групповой оценки, моделирования [18]. Наличие существенного количества методов оценки может свидетельствовать о неопределенности в концепции экосистемных услуг в условиях рынка. Эта «…Неопределенность во многом порождается недостатком знаний о законах функционирования экологических систем, что приводит к игнорированию сложно прогнозируемых и отдаленных последствий в рыночных решениях» [12]. Важным вопросом является и сама возможность поливариантного определения термина «экосистемные услуги», причем различия в этом определении могут быть существенными, что показано в обзоре литературы, приведенном в работе К.А. Татаринова [30]. Одновременно с этим, в последнее время особое внимание исследователями уделяется вопросам климаторегулирующих экосистемных услуг. Впервые был поставлен вопрос о монетизации таких экосистемных услуг в виде углеродных единиц [16], а, следовательно, наконец может быть окончательно решен вопрос в отношении рыночной экономической оценки поглощения парниковых газов как экосистемной услуги лесов.

В современных условиях теоретически может быть установлено, что стоимость углеродных единиц и является стоимостью климаторегулирующих экосистемных услуг, даже в условиях, когда «…современная рыночная экономика не может корректно определить ценность природы» [13], а «…величина и качество природного капитала (включая биоразнообразие, ценность экосистемных услуг и др.) драматически снизились» [25]. Истоки такого подхода не новы, что будет показано по результатам настоящего исследования.

Материал и методы исследования

Основу материалов настоящего исследования составили труды и работы авторов в области классической политической экономии, составляющие основу экономической теории в целом и определяющие ряд тезисов в отношении экономики природопользования. Учитывая необходимость систематизации положений классической политической экономии в настоящей работе рассмотрены исключительно основные труды таких авторов как А. Смит, Д. Рикардо, Ж.-Б. Сэя, Дж. С. Милля, Ф. Кенэ и др. Кроме того, рассмотрены некоторые интерпретации положений классической политической экономики в современной теории экономики природопользования.

В качестве методов исследования выступили анализ источников, позволивший определить основные тезисы в отношении экосистемных услуг лесов авторов классических трудов по экономике, а также компаративный анализ, позволивший определить концептуальные рамки развития климаторегулирующего потенциала лесов в качестве их экосистемной услуги.

Результаты исследования и их обсуждение

Одно из главных произведений классической политической экономии («Исследование о природе и причинах богатства народов») впервые систематизировало общие представления об экономических процессах и функционировании современной на тот момент экономики в условиях развития промышленного капитализма. Указанное произведение показало и существующие факторы производства – труд, землю и капитал в контексте становления капиталистических отношений. При анализе соответствующих факторов производства А. Смит упоминает, что лесные ресурсы и естественная продукция земли сама по себе являются бесплатными для рабочих и затраты на их сбор и заготовку составляет только заработная плата (фактор производства «Труд»). Исходя из этого, в «Исследовании…» указывается, что сбор и заготовка таких ресурсов, к которым прилагался только труд в части их сбора и заготовки, принесли лишь дополнительный доход рабочим.

Более того, А. Смит отмечает возможности взаимодействия внутри экосистем, а именно, животного и растительного сообществ. Так, в качестве примера приводятся взаимодействия стад и древесных насаждений: «Многочисленные стада крупного рогатого скота, которым позволено бродить по лесу, хотя и не уничтожают старые деревья, препятствуют росту молодых, так что в течение одного-двух столетий весь лес погибает» [29]. Этот пример приведен для подтверждения следующего тезиса: сокращение количества товаров (в этом случае – древесины) приводит к повышению цен на оставшееся количество товаров.

Также в книге отмечается зависимость человека от своих естественных потребностей, в частности, для удовлетворения потребностей в еде человек использует охотничьи ресурсы леса. Это показывает, что ещё в условиях зарождения экономической теории вопрос об экосистемных услугах лесов поднимался и являлся предметом дискуссионных обсуждений. Учитывая современную терминологию, А. Смит вёл речь об обеспечивающих экосистемных услугах лесов (продовольствии и иных ресурсах леса), но уже тогда им был сделан вывод об экономической оценке таких услуг, а именно о том, что их стоимость определяется самим

рынком, поскольку лесные ресурсы требуют затрат на сбор и заготовку, а продаются на рыночных условиях. Следовательно, современный вопрос об оценке ряда экосистемных услуг леса не может обладать новизной в том смысле, что вывод о стоимости лесных ресурсов в таком случае становится очевидным.

А. Смит поддерживает и вовлечение лесных участков в хозяйственных оборот для организации экономической деятельности (указывая, что на некоторых таких лесных участках плотность лесных насаждений сведена к минимуму), поскольку, по его мнению, передача таких участков в частную собственность будет способствовать дополнительным доходам государства.

Ж.-Б. Сэй в своём «Трактате политической экономии…» замечает: «Люди пользуются известными благами, которые природа доставляет им даром, как, например, воздухом, водой, светом солнца; но это не те блага, которые обыкновенно принято называть богатством» [8]. При этом, он замечает, что богатство само по себе подразумевает измеримость в рамках частной собственности, тогда как природные богатства собственника не имеют. Исходя из этого, тезис определен следующим образом – природные факторы, которые использует человек в целях организации экономической деятельности, поскольку частной собственностью не являются, способствуют увеличению результата такой деятельности или уменьшению затрат. Причём, как отмечает Ж.-Б. Сэй, это приводит к тому, что при привлечении дополнительных природных факторов цена конечного продукта может как понизится, и тогда выгода для потребителя очевидна, либо остаться на прежнем уровне, и тогда очевидна выгода производителя.

Указанный вывод, конечно, имел бы право на существование, если бы не разработанные тезисы трудовой теории стоимости конечных товаров. На это обращает внимание Д. Рикардо в «Началах политической экономии и налогового обложения». Вообще, наблюдается довольно активный обмен тезисами по этому вопросу в трудах Ж.-Б. Сэя и Д. Рикардо. При этом, цитата Ж.-Б. Сэя в одной из редакций «Трактата…» в отношении экосистемных услуг, в целом, совпадает с позицией А. Смита: «…но к счастью, никто не мог сказать: ветер и солнце принадлежат мне, и за услугу, которую они оказывают, мне нужно заплатить» [8].

Непосредственно Д. Рикардо в «Началах политической экономии…» рассматривает также обеспечивающую сторону экосистемных услуг леса, где древесина представляет собой непосредственный товар на рынке. Дискутируя с тезисами А. Смита, он выделяет вопрос ренты за фактор производства «Земля», а именно, указывает, что вопрос ренты зависит, в первую очередь, от вовлеченности тех или иных ресурсов в процесс производства, и, следовательно, потенциальное вознаграждение пользователя лесных ресурсов за дальнейшее разведение леса или возобновление иных лесных ресурсов также может быть названо рентой, поскольку являлось бы платой за фактор производства «Земля». Таким образом, если А. Смит указывает на то, что спрос на товары формирует ренту, то Д. Рикардо указывает опосредованный характер этого процесса, отмечая, что ренту формирует вовлеченность экономических ресурсов в хозяйственный оборот: «Но в том случае, о каком говорит Адам Смит, вознаграждение платилось за право вырубки и продажи леса, а не за право разведения его». Активно дискутируя и с Ж.-Б. Сэем Д. Рикардо указывает на необходимость учёта ренты

при оценке доходов и расходов пользователей земельных участков [27]. Кроме того, тезисы, определенные в труде Д. Рикардо, в отношении отсутствия частной собственности на некоторые природные блага, фактически дублируется в ранее упомянутой работе E. Schumacher.

Труд ещё одного представителя классической политической экономии – Т. Мальтуса, хотя и не затрагивает тему экосистемных услуг леса («Опыт закона о народонаселении…» [21]), но представляет особый интерес в части самой парадигмы исследования, при которой природа не сможет в полной мере обеспечивать человечество необходимым количеством продукции. Следовательно, Т. Мальтус также может быть отнесен в рамках своих тезисов к вопросам обеспечивающих экосистемных услуг леса в части продовольствия и иных продуктов, в том числе, лесных экосистем. Если труды Т. Мальтуса можно в какой-либо степени отнести к вопросам экономики природопользования, то, например, У. Петти в своих основных работах вопросы природных ресурсов как факторов производства, и, соответственно, экосистемных услуг, не поднимал.

Дж.С. Милль в «Принципах политической экономии…» рассматривает тему факторов производства – «Труда» и «Природных объектов». Причём в данном случае речь идёт уже не только о древесных, но и о недревесных лесных ресурсах. Если предыдущие классические произведения определяли в качестве главных лесных ресурсов непосредственно древесину, продовольствие и охотничьи ресурсы, то Дж.С. Милль уже включает в недревесные ресурсы «…плоды, коренья, дикий мёд и другие натуральные продукты…». Следует отметить, что возможно ранее этот вопрос в трудах классической политической экономии не поднимался, поскольку наличие в лесу таких ресурсов подразумевалось как нечто известное заранее. В книге отмечается, что все эти лесные ресурсы – лишь инструмент удовлетворения потребностей человека и, следовательно, их стоимость определяется в рамках рыночных отношений. При этом, указывается, что степень переработки таких ресурсов может доходить до крайностей, когда сама природа представляется лишь как «вспомогательный материал». Связывая использование экосистемных обеспечивающих услуг с социальной философией Дж.С. Милль указывает на потенциал использования лесных ресурсов и участков земли, где ранее лес был вырублен, вокруг индейских деревень, которые не вовлекаются в хозяйственный оборот, что обусловлено, как он полагает, скоростью получения конечного продукта [7].

Некоторые учёные, такие как И. (Дж.) Бентам, вообще не рассматривали вопросы факторов производства, и, следовательно, не могли дать конкретное заключение в отношении природных ресурсов, что могло бы быть интерпретировано в рамках концепции экосистемных услуг.

При этом, следует отметить одного из главных представителей физиократического направления в экономике – Ф. Кенэ. Его работы отличаются оригинальностью именно потому, что ставят в приоритет простой продукт не промышленного, а сельскохозяйственного производства. Так, ключевым аспектом Ф. Кенэ видит вовлечение земельных участков в производительный хозяйственный оборот (с учётом «производительных издержек»), в том числе, в целях организации выращивания лесов, целевых пород деревьев для получения

лесных древесных и недревесных лесных ресурсов. Он отмечает, что создание лесов и сопутствующих условий для лесных экосистем требует небольших затрат. Используя в качестве примера продажу леса на корню Ф. Кенэ показывает разницу в окупаемости лесных ресурсов и их транспортировке в различных областях страны, отмечая, что в зависимости от транспортных издержек и цены товаров на локальных рынках продажа того или иного товара в сравнении может обеспечить равную эффективность. Вместе с тем, показана разница между различными видами издержек (операционными и единовременными), которые требуется включать в стоимость товара и оценку конечного дохода.

Интересны и количественные данные, приводимые Ф. Кенэ рамках лесного дела. Он отмечает, что во Франции общее количество занятых в лесном деле должно составлять около 450 тыс. чел., их вознаграждение в соответствии с приведенными расчётами – 225 млн ливров, а вознаграждение предпринимателей в лесном деле (24 тыс. чел.) – 28 млн ливров. При этом, чистую прибыль от лесного дела во Франции Ф. Кенэ оценивает в 300 млн ливров, так называемый общий продукт – в 688 млн ливров. Фактически Ф. Кенэ впервые в стоимостном выражении оценивает обеспечивающие экосистемные услуги леса.

Кроме того, Ф. Кенэ показывает отраслевую взаимосвязь – при увеличении расходов на развитие одной из отраслей и расширении, тем самым, сельскохозяйственного производства, повышается спрос на развитие смежных отраслей, продукция которых выступает расходными материалами для первой отрасли. В рамках современной терминологии имеется ввиду рост спроса на обеспечивающие экосистемные услуги лесов.

И в этом моменте возникает важное примечание Ф. Кенэ: «В каждом государстве следует различать блага, которые имеют потребительную ценность, не имея продажной, от богатств, имеющих и потребительную и продажную ценность» [17]. Он говорит о том, что в различное время люди пользовались природными благами, которые имели лишь потребительную стоимость, но не имели меновой (продажной). С течением времени в условиях развития мировой торговли ряд государственных образований начали пользоваться благами в условиях рынка, тем самым, придав им меновую стоимость.

Вообще, вопрос о существовании двух родов стоимости – потребительной и меновой – поднимается так или иначе у всех представителей классической политической экономии. Если принимать во внимание эту концепцию, а также ранее высказанные тезисы Ж.-Б. Сэя и других исследователей, возникает вопрос – для каких целей необходимо обеспечить экономическую оценку остальных типов экосистемных услуг (регулирующих, поддерживающих и культурных), если они не обладают меновой стоимостью. Обладать меновой стоимостью они могут только в условиях рынка, следовательно, чтобы провести такую оценку необходимо пересмотреть концепцию собственности на экосистемные услуги леса. В настоящее время, как и ранее, меновой стоимостью обладают только продукты леса, выведенные в рамки рыночных отношений – древесные и недревесные лесные ресурсы.

Именно это и сделано в современных институциональных условиях с климаторегулирующим потенциалом лесов. Фактически, собственность на некоторый объем поглощения парниковых газов и сокращения выбросов парниковых газов, переведенная в товарный эквивалент в виде углеродных единиц, стала частной. Только в таком случае, по

аналогии с климаторегулирующим потенциалом лесов, когда все или часть экосистемных услуг будут переведены в частную собственность и потребуется оценка их меновой, а не потребительной стоимости, станет возможной их более или менее объективная экономическая оценка. Фактически, ряд современных исследователей берется оценивать потребительную стоимость экосистемных услуг леса, не принимая во внимание затруднения её оценки. Так об этом писал К. Маркс: «Вещь может быть потребительной стоимостью и не быть стоимостью. Так бывает, когда ее полезность для человека не опосредствована трудом. Таковы: воздух, девственная почва, естественные луга, дикорастущий лес и т. д.» [22].

А.Р.Ж. Тюрго, в целом, указывает на особенности первобытнообщинного строя в части присвоения продуктов природы человеком, когда в экономике господствовало натуральное хозяйство и человек был непосредственным пользователем обеспечивающих экосистемных услуг до того, как они стали обладать меновой стоимостью [33]. Акцент на зарождении меновой стоимости обеспечивающих экосистемных услуг леса по результатам специализации труда, который делает А.Р.Ж. Тюрго, указывает на логичный вывод о двойственности стоимости таких услуг, за единственным разногласием с тезисами К. Маркса, который считал, что лес в таком случае выступал не «ничьей» собственностью, а собственностью общественной, а, следовательно, человек эксплуатировал лесные экосистемы. Разница указанных коннотаций указывает лишь на подходы к рассмотрению экосистемных услуг, но не является свидетельством неправильности подхода, связанного с потребительной стоимостью.

Ранее П. Буагильбер так отметил экосистемные услуги природы: «Уже было замечено, что природа, которая есть не что иное, как провидение, относится к людям не менее благосклонно, чем к животным…» [10]. И хотя это высказывание не лишено исторического контекста, вызывает справедливое опасение тот факт, что концепция экосистемных услуг до настоящего времени не установила иных потребителей услуг леса.

Ж. де Сисмонди в «Новых началах политической экономии…» [14] фактически дублирует подход Ж.-Б. Сэя в отношении богатства и природных благ. Среди иных представителей классической политической экономии следует отметить Н.У. Сениора который в «Кратком очерке…» указывает: «Сосна, пока она стояла, не имела ценности. Покупатель оплачивает только труд и воздержание, необходимые для ее срубки и отделки» [9]. Изложенный подход также демонстрируют двойственность стоимости экосистемных услуг леса.

Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге…» продолжает, тем не менее, логическую линию К. Маркса в отношении использования лесов: «Городские ремесленники … имели огороды и небольшие поля, пасли свой скот в общинном лесу, который, кроме того, доставлял им строительный материал и топливо…» [36], также рассматривая обеспечивающие экосистемные услуги лесов.

По результатам компаративного анализа позиций в отношении экосистемных услуг лесов в трудах классической политической экономии можно привести следующую сводную таблицу 1. Представленные позиции показывают как наличие общих тезисов у представителей классической политической экономии, так и некоторые различия, связанные,

прежде всего, с углублением самих тезисов и включения леса и его услуг в состав рассмотрения исследовательских трудов.

Таблица 1

Позиции учёных в области классической политической экономии
по вопросу экосистемных услуг леса

Table 1

Positions of classical political economists on the issue of forest ecosystem services

Учёный в области классической политической экономии	Позиция по вопросу экосистемных услуг леса
А. Смит	Поднят вопрос об обеспечивающих экосистемных услугах леса в части продовольствия и иных благ, формируемых природными экосистемами
Д. Рикардо	Определен вопрос о причинах ренты за фактор производства «Земля» в рамках природных экосистем
Ж.-Б. Сэй	Отмечено, что ряд благ, предоставляемых для человека природными экосистемами, не может быть оценен в рамках рыночных отношений, поскольку не является частной собственностью, плата за них не осуществляется
Т. Мальтус	Установлено наличие лимита природных благ (с учётом современной терминологии – экосистемных услуг), которые может предоставить природа сама по себе для удовлетворения потребностей человечества
Дж.С. Милль	Расширен перечень лесных ресурсов, которые могут быть получены в рамках использования экосистемных услуг, поднимается вопрос о необходимости сравнения скорости получения конечного продукта в рамках использования фактора производства «Земля»
И. (Дж.) Бентам	Вопросы экосистемных услуг не поднимались
У. Петти	Вопросы экосистемных услуг не поднимались
Ф. Кенэ	Рассматривается вопрос об обеспечивающих экосистемных услугах леса, проводится их первичная стоимостная оценка для условий Франции, указывается на двойственность стоимости таких услуг
К. Маркс	Устанавливает наличие лишь потребительной стоимости у дикорастущего леса ввиду отсутствия частной собственности на него в первобытном обществе
А.Р.Ж. Тюрго	Определяет наличие потребительной стоимости обеспечивающих лесных экосистемных услуг в условиях первобытнообщинного строя
П. Буагильбер	Устанавливаются вариации потребителей природных экосистемных услуг
Ж. де Сисмонди	Определяет, что экосистемные услуги леса не являются частной собственностью, а, следовательно, не могут быть определены в качестве богатства
Н.У. Сениор	Двойственность стоимости лесов (потребительной и меновой) при отсутствии и наличии частной собственности
Ф. Энгельс	Дополнение позиций К. Маркса, расширение перечня продуктов лесных экосистем

Источник: составлено автором
Source: compiled by the author

Выводы

Таким образом, в ходе настоящего исследования был выявлен ряд аспектов, которые позволяют на современном этапе выстроить концепцию использования и развития климаторегулирующего потенциала лесных экосистем Российской Федерации.

Во-первых, было показано, что в трудах классической политической экономии главным вопросом использования лесов является вопрос обеспечивающих экосистемных услуг, то есть, непосредственно древесных и недревесных лесных ресурсов, которые подлежат рыночному обмену. Это обстоятельство объясняется наличием меновой стоимости у таких ресурсов в рамках капиталистической экономики.

Во-вторых, уточнено, что иные типы экосистемных услуг леса, которые в настоящее время рассматриваются различными исследователями (регулирующие, поддерживающие и культурные) не обладают меновой стоимостью в понимании положений трудов классической политической экономии, а, следовательно, не могут подлежать экономической оценке, поскольку рассмотрение их потребительной стоимости всегда будет вызывать ряд затруднений.

В-третьих, определено, что человек является не единственным потребителем экосистемных услуг леса, что ещё больше затрудняет их экономическую оценку для целей удовлетворения потребностей человека.

В-четвертых, установлено, что отдельные аспекты концепции экосистемных услуг леса рассматривались в рамках трудов классической политической экономии. Это открывает окно возможностей для проведения дополнительной систематизации концептуальных положений теории экономики природопользования, определения целей и задач концепции экосистемных услуг, в том числе, в отношении лесных экосистем.

В-пятых, определено, что меновую стоимость отдельные экосистемные услуги могут приобрести в ходе присвоения их в качестве частной собственности и формирования условий для их обмена в рамках рыночных отношений.

Изложенные подходы напрямую иллюстрируются современной институциональной практикой, когда климаторегулирующий потенциал лесов, являясь экосистемной услугой лесов, был частично переведен в частную собственность через эквивалент в виде углеродных единиц. Обмен этими углеродными единицами фактически представляет собой торговлю экосистемными услугами лесов, что и определило возможности их экономической оценки. Исходя из этого возможно построение прогнозов и выработки мер эколого-экономической политики в сфере климаторегулирующего потенциала лесов.

Библиографический список

1. Costanza, R. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital / R. Costanza, R. Groot, S. Farberk, et al. // Nature, 1997. – № 387. С. 253-260. – DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00020-2.
2. Daily, G. Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems / G. Daily, S. Postel, K. Bawa, L. Kaufman // Bibliovault OAI Repository the University of Chicago Press., 1997. – 392 с.
3. de Groot, R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics / R.S. de Groot // Environmentalist, 1987. - №7, С. 105–109
4. Ecoscience: population, resources, environment / P. Ehrlich et al. - San Francisco: W.H. Freeman, 1977. – URL: https://archive.org/details/ecosciencepopula00ehrl/ (дата обращения: 12.07.2025)
5. Ehrlich, P. Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species / P. Ehrlich, A. Ehrlich. - London: Gollancz, 1982. – 305 с.
6. Man's impact on the global environment: assessment and recommendations for action: report of the Study of Critical Environmental Problems. – Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1970. – 319 с.
7. Mill, J. S. Principles of political economy, with some of their applications to social philosophy / J.S. Mill. - London, New York [etc.]: Longmans, Green, and co., 1920. – URL:

https://archive.org/details/principlesofpoli04mill/page/n57/mode/2up (дата обращения: 27.07.2025)

8. Say, J.-B. Traité d'économie politique ou simple exposition de la manière dont se forment, se distribuent et se consomment les richesses / J.-B. Say. – Paris: Institut Coppet, 2011. – 393 c.

9. Senior, N.W. An outline of the science of political economy / N.W. Senior. – URL: https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.59405/page/n73/mode/2up?q=nature (дата обращения: 25.07.2025)

10. Traité sur la nature, culture, commerce et intérêt des grains tant par rapport au public, qu'a toutes les conditions d'un état; divisé en deux parties, dont la première fait voir que plus les grains sont a vil prix, plus les pauvres, surtout les ouvriers, sont misérables; et la seconde, que plus il sort des blés d'un royaume, et plus il se garantit des funestes effets d'une extrême disette / P. de Boisguilbert. – Paris: Institut Coppet, 2014. – 131 c.

11. Антонова, Н. Е. Использование экосистемных услуг леса как перспектива развития лесного комплекса региона / Н. Е. Антонова // Современные проблемы регионального развития: материалы X Всероссийской научной конференции с международным участием, Биробиджан, 20–22 мая 2024 года. – Биробиджан: Институт комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения РАН, 2024. – С. 107-109. – DOI 10.31433/978-5-904121-41-9-2024-107-109. – EDN CRHXHJ.

12. Бобылев, С.Н. Экосистемные услуги и экономика / С.Н. Бобылев, В.М. захаров. — М: Типография ЛЕВКО, Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. — 72 с.

13. Бобылев, С. Н. «Зеленая» экономика и экосистемные услуги: российский контекст / С. Н. Бобылев // Восточный вектор России: шанс для «зелёной» экономики в природно-ресурсных регионах: Материалы научного семинара, Иркутск, оз. Байкал, Малое Море, 27 июля – 01 августа 2015 года. – Иркутск, оз. Байкал, Малое Море: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2016. – С. 3-19. – EDN XANOWH.

14. де Сисмонди, Ж. С. Новые начала политической экономии / Ж.С. де Сисмонди. – URL: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/cQK13zHdKXJCBxZj5Vsc0o8MkdyiFpKIIMb4WNOu_WntptPNZ1hRTtwmqEEjeL_0eHlnG6VAoc4wmR1NUkLtnFyLZQWceGWklr9WusVxVjY1CYRJlkXdjw/Sismondi_S_-_Novye_nachala_politicheskoy_ekonomii_T_1_-_1937.pdf (дата обращения: 19.07.2025)

15. Женевское исследование по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности № 34. Ценность лесов. Плата за экосистемные услуги в условиях «зеленой» экономики / ЕЭК ООН. – URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/SP-34small_R.pdf (дата обращения: 18.07.2025)

16. Карбоновые полигоны и измеряемые параметры углеродных экосистемных услуг / Е. В. Абакумов, М. А. Макарова, Е. В. Шевченко [и др.] // II Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах»: Материалы Международной научной конференции, посвященной первому профессору почвоведения на Урале, заведующему кафедрой почвоведения (1924-1932) Василию Васильевичу Никитину, 100-летию первой кафедры почвоведения на Урале, 140-летию науки почвоведения, Пермь, 14–17 ноября 2023 года. – Пермь: Издательство «От и До», 2023. – С. 469-473. – EDN TIPSYO.

17. Кенэ, Ф. Избранные экономические сочинения / Ф. Кенэ. – М: Директмедиа Паблишинг, 2008. – 538 с.

18. Кирей, В. В. Мета-анализ экономических методов оценки экосистемных услуг / В. В. Кирей, С. В. Шарова // Управленческий учет. – 2023. – № 7. – С. 317-325. – DOI 10.25806/uu72023317-325. – EDN YRSBWC.

19. Кирей, В. В. Факторы спроса и предложения экосистемных услуг, предоставляемых городскими лесами / В. В. Кирей // Особенности природопользования, состояние биоразнообразия и современные принципы устойчивого развития природных и природно-антропогенных комплексов: Монография (научное издание) / Под общей редакцией М.В. Ларионова. А.А. Володькина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 79-99. – EDN HAIWUQ.

20. Логвиненко, О. А. Оценка экосистемных услуг национального природного капитала / О. А. Логвиненко, М. Н. Игнатьева, А. Н. Иванов // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 14–15 апреля 2022 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 223-226. – EDN RHPOXJ.

21. Мальтус, Т. Р. Опыт закона о народонаселении / Т.Р. Мальтус; пер. И.А. Вернера. — М: К.Т. Солдатенков, 1895. - 251 с.

22. Маркс, К. Капитал: том 1 / К. Маркс. – URL: https://istmat.org/files/uploads/59307/k._marks._kapital._tom_1._1952_g.pdf (дата обращения: 25.07.2025)

23. Морковина, С. С. Лесохозяйственные мероприятия в системе обеспечения углеродного баланса России / С. С. Морковина, Е. А. Колесниченко, С. С. Шешницан // Саяпинские чтения: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Тамбов, 01 апреля 2025 года. – Тамбов: Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 2025. – С. 262-268. – EDN WZODDV.

24. Неверов, А. В. Экосистемные услуги лесов Беларуси: физическое и стоимостное измерение / А. В. Неверов, Х. А. Бахед // Белорусский экономический журнал. – 2022. – № 2(99). – С. 107-121. – DOI 10.46782/1818-4510-2022-2-107-121. – EDN DAVUSB.

25. Порфирьев, Б. Н. Приоритеты устойчивого развития и климатическая повестка в начале 2020-х годов в мире и в России / Б. Н. Порфирьев // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2023. – Т. 241, № 3. – С. 72-80. – DOI 10.38197/2072-2060-2023-241-3-72-80. – EDN YBHMJK.

26. Пыжев, А. И. Экономическое измерение экосистемных услуг лесов: состояние вопроса и перспектива для России / А. И. Пыжев, Е. В. Зандер, Ю. И. Пыжева // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2023. – Т. 16, № 11. – С. 2045-2054. – EDN HGUMYK.

27. Рикардо, Д. Начала политической экономии и налогового обложения / Д. Рикардо; [пер. с англ. Н. Зибера]. – М: АСТ, 2023. – 576 с. – (Эксклюзивная классика)

28. Самцова, Д. В. Зарубежный опыт развития и применения концепции экосистемных услуг / Д. В. Самцова // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 52-64. – EDN PQVEFJ.

29. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит; [пер. с англ. П. Клюкина]. – М: Эксмо, 2016. – 1056 с. – (Великие экономисты)

30. Татаринов, К. А. Экосистемные услуги: сущность и принципы оценки / К. А. Татаринов // Вестник ИрГСХА. – 2024. – № 123. – С. 108-117. – DOI 10.51215/1999-3765-2024-123-108-117. – EDN FKDQMN.

31. Тихонова, Т. В. Подходы к измерению экосистемных услуг на территории лесопользования / Т. В. Тихонова // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2022. – № 3(55). – С. 56-65. – DOI 10.19110/1994-5655-2022-3-56-65. – EDN WILJNG.

32. Трушина, Н. И. Анализ методических подходов оценки экосистемных услуг лесов России / Н. И. Трушина // Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России: материалы научно-практической конференции, Архангельск,

23–24 ноября 2023 года. – Москва: Т8 Издательские Технологии, 2023. – С. 394-401. – EDN JSHEQE.

33. Тюрго, А. Р. Ж. Избранные экономические произведения / А.Р.Ж. Тюрго; [пер. с франц. Л. М. Бродской и А. Н. Миклашевского]. - Сост. И.С. Бака. - М: Соцэкгиз, 1961. - 202 с.

34. Шумахер, Э. Ф. Малое прекрасно. Экономика, в которой люди имеют значение / Э.Ф. Шумахер; [пер. с англ, и примем. Д. О. Аронсона]. - М: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2012. — 352 с. — (Социальная теория).

35. Экосистемы и благосостояние людей. Доклад концептуальной рабочей группы по «Оценке экосистем на пороге тысячелетия» / Millennium Ecosystem Assessment. – URL: https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_A%20framework%20for%20Assessment_RUS.pdf (дата обращения: 20.07.2025)

36. Энгельс, Ф. Анти-Дюринг. Переворот в науке, произведенный господином Евгением Дюрингом / Ф. Энгельс; [пер. с нем. Ю. Айхенвальда]. – М: АСТ, 2020. – 480 с. – (Философия – Neoclassic).

References

1. Costanza, R. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital / R. Costanza, R. Groot, S. Farberk, et al. // Nature, 1997. – № 387. С. 253-260. – DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00020-2.

2. Daily, G. Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems / G. Daily, S. Postel, K. Bawa, L. Kaufman // Bibliovault OAI Repository the University of Chicago Press., 1997. – 392 с.

3. de Groot, R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics / R.S. de Groot // Environmentalist, 1987. - №7, С. 105–109

4. Ecoscience: population, resources, environment / P. Ehrlich et al. - San Francisco: W.H. Freeman, 1977. – URL: https://archive.org/details/ecosciencepopula00ehrl/ (дата обращения: 12.07.2025)

5. Ehrlich, P. Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species / P. Ehrlich, A. Ehrlich. - London: Gollancz, 1982. – 305 с.

6. Man's impact on the global environment: assessment and recommendations for action: report of the Study of Critical Environmental Problems. – Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1970. – 319 с.

7. Mill, J. S. Principles of political economy, with some of their applications to social philosophy / J.S. Mill. - London, New York [etc.]: Longmans, Green, and co., 1920. – URL: https://archive.org/details/principlesofpoli04mill/page/n57/mode/2up (дата обращения: 27.07.2025)

8. Say, J.-B. Traité d’économie politique ou simple exposition de la manière dont se forment, se distribuent et se consomment les richesses / J.-B. Say. – Paris: Institut Coppet, 2011. – 393 с.

9. Senior, N.W. An outline of the science of political economy / N.W. Senior. – URL: https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.59405/page/n73/mode/2up?q=nature (дата обращения: 25.07.2025)

10. Traité sur la nature, culture, commerce et intérêt des grains tant par rapport au public, qu’a toutes les conditions d’un état; divisé en deux parties, dont la première fait voir que plus les grains sont a vil prix, plus les pauvres, surtout les ouvriers, sont misérables; et la seconde, que plus il sort des blés d’un royaume, et plus il se garantit des funestes effets d’une extrême disette / P. de Boisguilbert. – Paris: Institut Coppet, 2014. – 131 с.

11. Antonova, N. E. Ispol'zovanie ekosistemnyh uslug lesa kak perspektiva razvitiya lesnogo kompleksa regiona [The use of forest ecosystem services as a perspective for the development of the forest complex in the region] / N. E. Antonova // Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya: materialy H Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym

uchastiem = Modern problems of regional development: proceedings of the X All-Russian Scientific Conference with International Participation, Birobidzhan, 20–22 maya 2024 goda. – Birobidzhan: Institut kompleksnogo analiza regional'nyh problem Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN, 2024. – S. 107-109. – DOI 10.31433/978-5-904121-41-9-2024-107-109. – EDN CRHXHJ.

12. Bobylev, S.N. Ekosistemnye uslugi i ekonomika [Ecosystem services and economics] / S.N. Bobylev, V.M. zaharov. — M: Tipografiya LEVKO, Institut ustojchivogo razvitiya / Centr ekologicheskoj politiki Rossii, 2009. — 72 s.

13. Bobylev, S. N. «Zelenaya» ekonomika i ekosistemnye uslugi: rossijskij kontekst [«Green» economy and ecosystem services: the Russian context] / S. N. Bobylev // Vostochnyj vektor Rossii: shans dlya «zelyonoj» ekonomiki v prirodno-resursnyh regionah: Materialy nauchnogo seminara = Eastern vector of Russia: a chance for a «green» economy in natural resource regions: Proceedings of a scientific seminar, Irkutsk, oz. Bajkal, Maloe More, 27 iyulya – 01 avgusta 2015 goda. – Irkutsk, oz. Bajkal, Maloe More: Izdatel'stvo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2016. – S. 3-19. – EDN XANOWH.

14. de Sismondi, Zh. S. Novye nachala politicheskoj ekonomii [New beginnings of political economy] / Zh.S. de Sismondi. – URL: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/cQK13zHdKXJCBxZj5Vsc0o8MkdyiFpKIIMb4WNOu_WntptPNZ1hRTtwmqEEjeL_0eHlnG6VAoc4wmR1NUkLtnFyLZQWceGWklr9WusVxVjY1CYRJlkXdjw/Sismondi_S_-_Novye_nachala_politicheskoy_ekonomii_T_1_-_1937.pdf (data obrashcheniya: 19.07.2025)

15. Zhenevskoe issledovanie po sektoru lesnogo hozyajstva i lesnoj promyshlennosti № 34. Cennost' lesov. Plata za ekosistemnye uslugi v usloviyah «zelenoj» ekonomiki [Geneva Study on the Forestry and Forestry Industry Sector No. 34. The value of forests. Payment for ecosystem services in a «green» economy] / EEK OON = UNECE. – URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/SP-34small_R.pdf (data obrashcheniya: 18.07.2025)

16. Karbonovye poligony i izmeryaemye parametry uglerodnyh ekosistemnyh uslug [Carbon polygons and measurable parameters of carbon ecosystem services] / E. V. Abakumov, M. A. Makarova, E. V. Shevchenko [i dr.] // II Nikitinskie chteniya «Aktual'nye problemy pochvovedeniya, agrohimii i ekologii v prirodnyh i antropogennyh landshaftah»: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj pervomu professoru pochvovedeniya na Urale, zaveduyushchemu kafedroj pochvovedeniya (1924-1932) Vasiliyu Vasil'evichu Nikitinu, 100-letiyu pervoj kafedry pochvovedeniya na Urale, 140-letiyu nauki pochvovedeniya = Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the first professor of soil science in the Urals, head of the Department Soil Science (1924-1932) Vasily Vasilyevich Nikitin, 100th anniversary of the first Department of Soil Science in the Urals, 140th anniversary of the Soil Science, Perm', 14–17 noyabrya 2023 goda. – Perm': Izdatel'stvo «Ot i Do», 2023. – S. 469-473. – EDN TIPSYO.

17. Kene, F. Izbrannye ekonomicheskie sochineniya [Selected economic writings] / F. Kene. – M: Direktmedia Pablishing, 2008. – 538 s.

18. Kirej, V. V. Meta-analiz ekonomicheskih metodov ocenki ekosistemnyh uslug [Meta-analysis of economic methods for assessing ecosystem services] / V. V. Kirej, S. V. Sharova // Upravlencheskij uchet = Management accounting. – 2023. – № 7. – S. 317-325. – DOI 10.25806/uu72023317-325. – EDN YRSBWC.

19. Kirej, V. V. Faktory sprosa i predlozheniya ekosistemnyh uslug predostavlyaemyh gorodskimi lesami [Factors of demand and supply of ecosystem services provided by urban forests] / V. V. Kirej // Osobennosti prirodopol'zovaniya, sostoyanie bioraznoobraziya i sovremennye principy ustojchivogo razvitiya prirodnyh i prirodno-antropogennyh kompleksov: Monografiya (nauchnoe izdanie) = Features of nature management, the state of biodiversity and modern principles of sustainable development of natural and natural-anthropogenic complexes: Monograph (scientific edition) / Pod obshchej redakciej M.V. Larionova. A.A. Volod'kina. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2023. – S. 79-99. – EDN HAIWUQ.

20. Logvinenko, O. A. Ocenka ekosistemnyh uslug nacional'nogo prirodnogo kapitala [Assessment of ecosystem services of national natural capital] / O. A. Logvinenko, M. N. Ignat'eva, A. N. Ivanov // Effektivnoe upravlenie ekonomikoj: problemy i perspektivy: sbornik trudov VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii = Effective economic management: problems and prospects: Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference, Simferopol', 14–15 aprelya 2022 goda. – Simferopol': Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Izdatel'stvo Tipografiya «Arial», 2022. – S. 223-226. – EDN RHPOXJ.

21. Mal'tus, T. R. Opyt zakona o narodonaselenii [An Essay on the Principle of Population, as It Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers] / T.R. Mal'tus; per. I.A. Vernera. — M: K.T. Soldatenkov, 1895. - 251 s.

22. Marks, K. Kapital: tom 1 [Capital: vol. 1] / K. Marks. – URL: https://istmat.org/files/uploads/59307/k._marks._kapital._tom_1._1952_g.pdf (data obrashcheniya: 25.07.2025)

23. Morkovina, S. S. Lesohozyajstvennye meropriyatiya v sisteme obespecheniya uglerodnogo balansa Rossii [Forestry measures in the system of ensuring the carbon balance of Russia] / S. S. Morkovina, E. A. Kolesnichenko, S. S. Sheshnican // Sayapinskie chteniya: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. V 2-h chastyah = Sayapinsky readings: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference. In 2 parts, Tambov, 01 aprelya 2025 goda. – Tambov: Tambovskij gosudarstvennyj universitet im. G.R. Derzhavina, 2025. – S. 262-268. – EDN WZODDV.

24. Neverov, A. V. Ekosistemnye uslugi lesov Belarusi: fizicheskoe i stoimostnoe izmerenie [Ecosystem services of forests of Belarus: physical and cost measurement] / A. V. Neverov, H. A. Bahed // Belorusskij ekonomicheskij zhurnal = Belarusian Economic Journal. – 2022. – № 2(99). – S. 107-121. – DOI 10.46782/1818-4510-2022-2-107-121. – EDN DAVUSB.

25. Porfir'ev, B. N. Prioritety ustojchivogo razvitiya i klimaticheskaya povestka v nachale 2020-h godov v mire i v Rossii [Priorities of sustainable development and the climate agenda in the early 2020s in the world and in Russia] / B. N. Porfir'ev // Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii = Scientific Papers of the Free Economic Society of Russia. – 2023. – T. 241, № 3. – S. 72-80. – DOI 10.38197/2072-2060-2023-241-3-72-80. – EDN YBHMJK.

26. Pyzhev, A. I. Ekonomicheskoe izmerenie ekosistemnyh uslug lesov: sostoyanie voprosa i perspektiva dlya Rossii [Economic dimension of ecosystem services of forests: the state of the issue and prospects for Russia] / A. I. Pyzhev, E. V. Zander, Yu. I. Pyzheva // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki = Journal of the Siberian Federal University. Series: Humanities. – 2023. – T. 16, № 11. – S. 2045-2054. – EDN HGUMYK.

27. Rikardo, D. Nachala politicheskoj ekonomii i nalogovogo oblozheniya [On the Principles of Political Economy and Taxation] / D. Rikardo; [per. s angl. N. Zibera]. – M: AST, 2023. – 576 s. – (Eksklyuzivnaya klassika)

28. Samcova, D. V. Zarubezhnyj opyt razvitiya i primeneniya koncepcii ekosistemnyh uslug / D. V. Samcova [Foreign experience in the development and application of the concept of ecosystem services] // Vestnik Grodnenskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Yanki Kupaly. Seriya 5. Ekonomika. Sociologiya. Biologiya = Bulletin of the Yanka Kupala Grodno State University. Episode 5. Economy. Sociology. Biology. – 2024. – T. 14, № 1. – S. 52-64. – EDN PQVEFJ.

29. Smit, A. Issledovanie o prirode i prichinah bogatstva narodov [An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations] / A. Smit; [per. s angl. P. Klyukina]. – M: Eksmo, 2016. – 1056 s. – (Velikie ekonomisty)

30. Tatarinov, K. A. Ekosistemnye uslugi: sushchnost' i principy ocenki [Ecosystem services: the essence and principles of assessment] / K. A. Tatarinov // Vestnik IrGSHA = Bulletin of IrGSHA. – 2024. – № 123. – S. 108-117. – DOI 10.51215/1999-3765-2024-123-108-117. – EDN FKDQMN.

31. Tihonova, T. V. Podhody k izmereniyu ekosistemnyh uslug na territorii lesopol'zovaniya [Approaches to measuring ecosystem services in the territory of forest management] / T. V. Tihonova // Izvestiya Komi nauchnogo centra UrO RAN = Bulletin of the Komi Scientific Center of the Ural Department of the Russian Academy of Sciences. – 2022. – № 3(55). – S. 56-65. – DOI 10.19110/1994-5655-2022-3-56-65. – EDN WILJNG.

32. Trushina, N. I. Analiz metodicheskih podhodov ocenki ekosistemnyh uslug lesov Rossii [Analysis of methodological approaches for assessing ecosystem services of Russian forests] / N. I. Trushina // Aktual'nye voprosy taezhnogo i pritundrovogo lesovodstva na Evropejskom Severe Rossii: materialy nauchno-prakticheskoj konferencii = Topical issues of taiga and tundra forestry in the European North of Russia: Proceedings of the scientific and practical conference, Arhangel'sk, 23–24 noyabrya 2023 goda. – Moskva: T8 Izdatel'skie Tekhnologii, 2023. – S. 394-401. – EDN JSHEQE.

33. Tyurgo, A. R. Zh. Izbrannye ekonomicheskie proizvedeniya [Selected economic works] / A.R.Zh. Tyurgo; [per. s franc. L. M. Brodskoj i A. N. Miklashevskogo]. - Sost. I.S. Baka. - M: Socekgiz, 1961. - 202 s.

34. Schumaher, E. F. Maloe prekrasno. Ekonomika, v kotoroj lyudi imeyut znachenie [Small Is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered] / E.F. Schumaher; [per. s angl, i primem. D. O. Aronsona]. - M: Izd. Dom Vysshej shkoly ekonomiki, 2012. — 352 s. — (Social'naya teoriya).

35. Ekosistemy i blagososto yanie lyudej. Doklad konceptual'noj rabochej gruppy po «Ocenke ekosistem na poroge tysyacheletiya» [Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment] / Millennium Ecosystem Assessment. – URL: https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_A%20framework%20for%20Assessment_RUS.pdf (data obrashcheniya: 20.07.2025)

36. Engel's, F. Anti-Dyuring. Perevorot v nauke, proizvedennyj gospodinom Evgeniem Dyuringom [Anti-Dühring] / F. Engel's; [per. s nem. Yu. Ajhenval'da]. – M: AST, 2020. – 480 s. – (Filosofiya – Neoclassic).

Сведения об авторах

✉ *Кузнецов Д.К.* - кандидат экон. наук, м.н.с. НИИ ИТЛК, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0009-0000-1611-8394, e-mail: kuznetsovden1999@mail.ru

Information about the authors

✉ *Denis K. Kuznetsov*, Cand. Sci. (Econ.), junior research assistant, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0009-0000-1611-8394, e-mail: kuznetsovden1999@mail.ru

✉ - Для контактов/Corresponding author

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-50-64

УДК 33; 640*641

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Максим А. Лобовиков[1], maxim.lobovikov@mail.ruб, 0000-0002-8012-5035
Вячеслав А. Оробинский [2], orobinskiy@list.ru, 0000-0003-3776-5181
Наталья К. Прядилина[3] pryadilinank@m.usfeu.ru, 0000-0001-8136-3660

[1]*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет», Институтский пер. 5А, г. Санкт-Петербург, 194021, Россия*

[2]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова», ул. Тимирязева ,8, г. Воронеж, 394087, Россия*

[3]*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, 620100, Россия*

Аннотация

Понятие стоимости в экономике многогранно и динамично. Стоимость зависит от предпочтения людей и постоянно претерпевает изменения. Согласно капиталистической рыночной доктрине, если ресурс имеет ценность, она должна быть определена в стоимостном выражении. В противном случае ресурс нещадно эксплуатируется, пока не истощается настолько, что приходится либо вводить государственное регулирование, либо устанавливать административные высокие цены для ограничения доступа к ресурсу. Ценности лесов разнообразны. Лишь ничтожная часть их адекватно оценивается рынком в стоимостном выражении. Древесина, за исключением дров, как правило, достаточно хорошо оценивается в рыночной экономике. Другие продукты и услуги либо недооцениваются рынком, либо вовсе не имеют рыночной цены. С каждым днем становится все важнее правильно оценить ресурсы. Эта оценка прямо сказывается на лесной политике. Можно не сомневаться, что общественное движение в защиту экологических ценностей лесов продолжит стремительно расти, что означает необходимость их справедливой экономической оценки. Какие методы хранятся в арсеналах лесной экономики для того, чтобы встретить возрастающие глобальные экологические вызовы? Без ответа на этот вопрос невозможно понять, сможет ли государственная политика в области природопользования достойным образом встретить требования общества в новой экологической эпохе.

Ключевые слова: лесные ресурсы, экономическая оценка, инвайронментальная экономика, стоимостной анализ, экосистемный менеджмент, маржинальная цена, готовность платить, готовность принять плату, анализ частичного равновесия, анализ общего равновесия.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Лобовиков М.А., Оробинский В.А., Прядилина Н.К. К вопросу об экономической оценки лесных ресурсов / М.А. Лобовиков, В.А. Оробинский, Н.К. Прядилина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025 – Т. 13. - № 4(71). – С.50-64 – Библиогр.: с. 62-64 (12 назв.) – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-50-64.

METHODOLOGY OF ECONOMIC ASSESSMENT OF FOREST RESOURCES

Maxim A. Lobovikov[1], maxim.lobovikov@mail.ruб, 0000-0002-8012-5035
Vyacheslav A. Orobinsky [2], orobinskiy@list.ru, 0000-0003-3776-5181
Natalya K. Priadilina[3] pryadilinank@m.usfeu.ru, 0000-0001-8136-3660

[1]Saint Petersburg State Forest Technical University, Institute lain 5A, г. Saint Petersburg, 194021, Russian Federation

[2]Voronezh State University Forest Technical University of Forestry and Technology named after G.F.Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation

[3]Ural State Forest Engineering University, Siberian tract, 37, Ekaterinburg city, 620100, Russian Federation

Abstract

The concept of value in economics is multifaceted and dynamic. Value depends on people's preferences and is constantly changing. According to capitalist market doctrine, if a resource has value, it must be defined in monetary terms. Otherwise, it is mercilessly exploited until it is depleted and government regulation or high administrative prices are imposed to restrict access. Forest values vary widely. Only a tiny fraction of them is adequately valued by the market. Timber, except for firewood, is generally well valued in a market economy. Other products and services are either undervalued by the market or have no market price at all. Accurately valuing resources is becoming increasingly important. This valuation directly impacts forest policy. There's no doubt that public movement to protect the ecological values of forests will continue to grow and strengthen, necessitating their fair economic valuation. What methods are available in the arsenals of modern forest economics to address the global environmental concerns? Without answering this question, it's impossible to understand whether public policy on environmental management can be implemented adequately to meet the demands of society in the new ecological era.

Keywords: Forest resources, economic evaluation, environmental economics, cost-benefit analysis, ecosystem management, marginal price, willingness to pay, willingness to accept, partial equilibrium analysis, general equilibrium analysis.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Lobovikov M.A., Orobinsky V.A., Pryadilina N.K. (2025) On the issue of economic assessment of forest resources. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 13, No. 4 (71), pp. 50-64 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-50-64.

Введение

Леса выполняют ключевые и жизненно важные для человека функции, включая экономические, выступая как источник древесины, продуктов питания, лекарственных растений, и экосистемных услуг, экологические, включающие защиту почвы от эрозии, поддержание биоразнообразия, секвестрация углекислоты, а также культурные, образовательные, исторические, эстетические и прочие функции1.

Экономические функции на протяжении веков определяли главные направления развития лесного менеджмента в мире. Ситуация резко изменилась с наступлением экологической эпохи и экосистемного лесного менеджмента в середине-конце прошлого века2. Во многих случаях экология стала играть равную или определяющую роль в лесоуправлении развитых экономик мира. Учет экосистемных услуг, наряду с экономическими функциями леса, потребовал развития и пересмотра традиционного инструментария экономической оценки лесных ресурсов [1]. Экосистемные услуги – это вклад экосистем в создание благ, используемых в экономической и другой деятельности человека. По мнению Тарасенока А.И. оценка экосистемных услуг базируется на стоимостной оценке экологического ресурса различных типов естественных экологических систем: лесных, представленных лесными землями, водных, представленных землями под водными объектами, луговых и болотных не подверженных антропогенной трансформации3. Средняя удельная стоимость экосистемных услуг ЕС оценена в 39 150 евро/км^2, или 391,5 евро на 1 га.[4]

Следует отметить, что в достоверной оценке лесных ресурсов заинтересован не только лесной менеджмент, она необходима, в частности:

- **Для принятие обоснованных решений по экологической политике.** Цены необходимы для принятия обоснованных решений по экологической политике. Общество должно знать, оправдываются ли расходы на экологию выгодами от ее улучшения. Адекватная оценка природы позволяет оправдать размер и размещение инвестиций в экономику.

- **Для определения "цены" экологических ограничений, компенсации частному сектору.** Налагая экологические ограничения на лесной менеджмент, правительство хотело бы знать экономические последствия этих решений. Если речь идет о введении ограничений в частном секторе, требуется справедливая компенсация частному лесовладельцу или арендатору леса.

---

[1] Evaluation of forests in the area of mountain Avala in relation to their environmental, social and economic functions / Đ. Jović, G. Dražić, B. Krstić [et al.] // Экологический вестник. – 2014. – No. 2. – P. 60-65. – EDN ICFFRH.

[2] Иваницкая, И. И. Новые подходы к экономической оценке потенциала леса / И. И. Иваницкая, И. В. Левина // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2020. – № 4(114). – С. 27-33. – DOI 10.26726/1812-7096-2020-4-27-33. – EDN MIHLXR.

[3] Тарасенок, А. И. Экономическая оценка экосистемных услуг лесов Республики Беларусь / А. И. Тарасенок // Сацыяльна-эканамічныя і прававыя даследаванні. – 2023. – № 1(71). – С. 82-90. – EDN HWEEIO.

[4] Vysna V., Maes J., Petersen J. E., La Notte A., Vallecillo S., Aizpurua N., Ivits E., Teller A. Accounting for ecosystems and their services in the European Union (INCA). Final report from phase II of the INCA project aiming to develop a pilot for an integrated system of ecosystem accounts for the EU. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021

- **Для судов и возмещения ущерба от потери биоразнообразия в результате хозяйственной деятельности и стихийных бедствий.** Суды часто решают вопросы справедливого возмещения ущерба от потери биоразнообразия, рыбы, дичи, эстетики в результате хозяйственных операций, пожаров и загрязнений и должны знать цены этих природных ресурсов.
- **Для политиков – для определения эффективности государственных и частных собственников.** Финансовая эффективность лесоуправления в частном секторе нередко служит аргументом в устах сторонников приватизации природных ресурсов. Это происходит потому, что отсутствуют наде жные способы измерений выгод лесоуправления государством и ущерба обществу, который причиняют арендаторы и частные владельцы, обеспокоенные только финансовой отдачей от своего лесного участка.
- **Для финансистов – для учета и отражения в бухучете и национальных счетах.** Природные ресурсы не достаточно полно отражены в Валовом Национальном Продукте и Национальном Доходе. В то время как эти показатели широко используются в экономическом анализе для выработки политических рекомендаций макроэкономического уровня. Экосистемные услуги леса хронически недопредставлены в экономических расчетах и постоянно дискриминируется в плане инвестиций. В зарубежных странах все чаще используют систему экосистемного учета, разработанную специально для регистрации, изучения взаимосвязей и отслеживания изменений в экосистемах, их размера и состояния, а также для измерения взаимодействия между экосистемами и экономикой. Однако в этом учете не в полной мере представлена оценка количественного и качественного истощения природных ресурсов и деградации окружающей среды [1].
- **Для международных торговых отношений и экологии планеты.** Международные торговые отношения должны учитывать воздействие на окружающую среду. Сохранение природных ресурсов в одних странах за счет импорта в эти страны ресурсов из других государств с худшими природными условиями и более низкими стандартами на охрану окружающей среды вредно сказываются на экологии всей планеты.

После оценки природы стоимостной анализ (benefit-cost analysis) должен пролить свет на три основных вопроса:

1) сравнительное достоинство альтернативных вариантов экосистемного менеджмента,
2) выбор оптимального варианта
3) выбор оптимального графика выполнения оптимального варианта.

Главной целью экономического анализа является обеспечение лесной политики информацией об увеличении или уменьшении ценностей в результате осуществления альтернативных сценариев.

Можно не сомневаться, что общественное движение в защиту экологических ценностей будет стремительно расти. Что означают эти экологические ценности, и какие методы хранятся в арсеналах экономической науки, чтобы во всеоружии встретить вызов нового столетия? Без ответа на эти вопросы невозможно понять, смогут ли экологическая политика и экономика достойным образом встретить требования общества в новой экологической эпохе [2].

Методология и анализ данных

Традиционная экономическая наука делит все ценности леса на используемые (use values) и неиспользуемые (nonuse values) ценности (Рисунок 1).

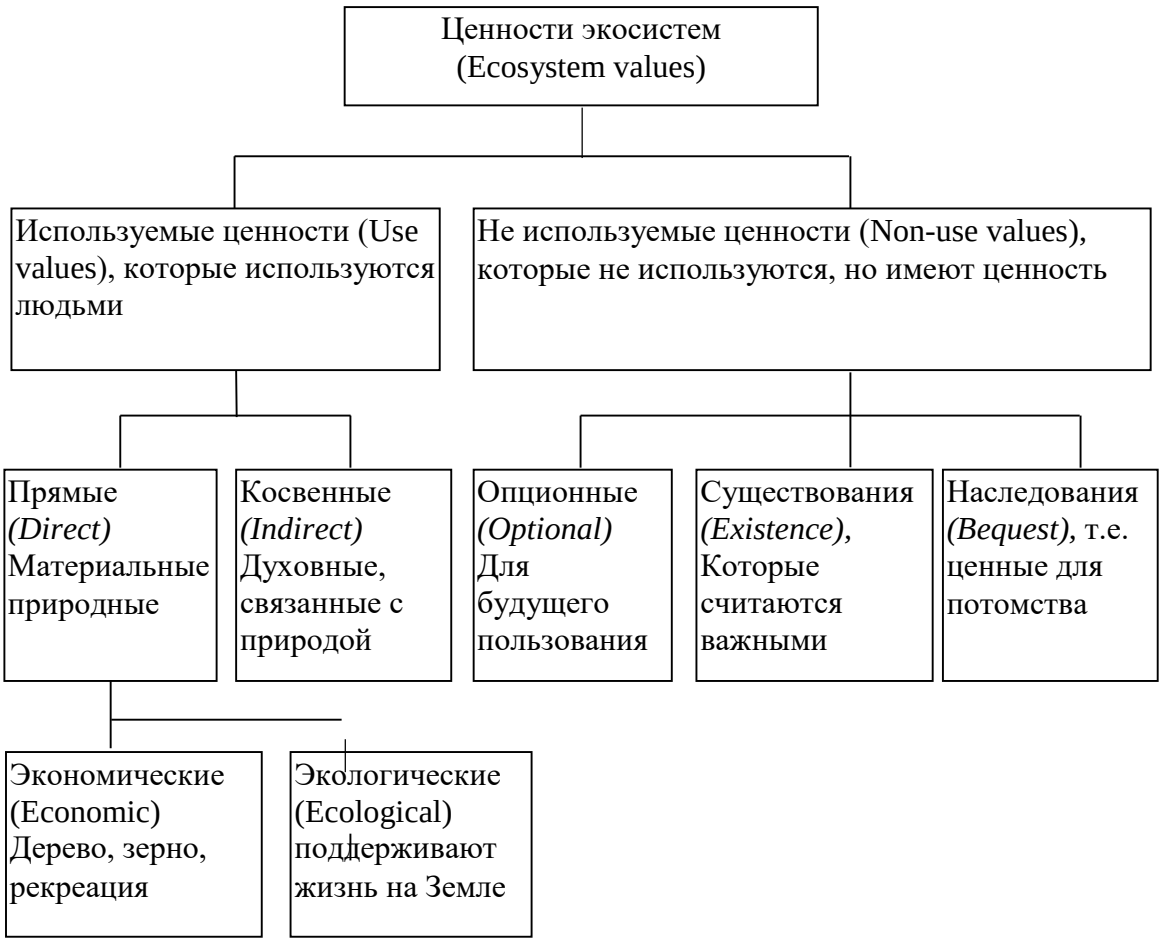

Рисунок 1 - Классификация ценностей леса
Figure 1 - Classification of forest values

Используемые ценности – те, которые применяются в экономической и социальной жизни общества и поэтому представляют ценность. Неиспользуемые – те, которые не используются, но тем не менее имеют ценность в настоящем, либо в будущем (Таблица 1).

Используемые ценности делятся на **прямые (direct) материальные** ценности и **косвенные (indirect) духовные** ценности. Прямые материальные ценности непосредственно потребляются потребителями и делятся на экономические и экологические.

Экономические ценности служат целям традиционного многоцелевого устойчивого использования природы с точки зрения наивысших выгод в наибольшем количестве и на длительную перспективу [3]. Экономические ценности включают, в частности, следующие продукты и услуги: лесоматериалы, дрова, осмол, живицу, баррас, каучук, пищевые продукты (грибы, ягоды, дичь, рыбу), медицинские продукты, рекреацию (охоту, рыбалку, туризм, пикники) и проч. Экономические ценности достаточно хорошо изучены. Рекреация связывает экономические и экологические ценности, поскольку несет в себе материальные и духовные ценности.

Таблица 1

Используемые и неиспользуемые ценности леса

Table 1

Use and non-use forest values

Используемые. (use values)	Прямые (direct) материальные	Экономические, которые непосредственно потребляются людьми (economic)	Лесоматериалы, дрова, зерно, рыба, рекреация
		Экологические, которые поддерживают жизненную и экономическую активность на земле (ecological)	Атмосферные, водоохранные, почвообразующие, климаторегулирующие, биоразнобразие, прочие неизвестные функции экосистем
	Косвенные (indirect) духовные	Ценности, которые существуют в сознании людей: искусство, мораль, религия, вероучения, нравственность, эстетика, этика, связанные с природой	Материальные носители: человек, произведения искусства, экосистемы
Неиспользуемые, ценности, которые не используются, но имеют цену (non-use values)	Опци-онные (optional)	Ценности, которые люди намерены использовать в будущем	Будущие лекарства, новые способы использования и др.
	Существо-вания (existence)	Ценности, которые люди считают важными, даже если никогда не видели и не намерены использовать	Антарктида, белый медведь
	Наследования (bequest)	Ценности, которые люди хотят сохранить для потомства	Каркаралинский НацПарк

Экологические ценности поддерживают жизненную и экономическую активность на Земле. Они также важны для общества, как фундамент для здания. Многие люди не осведомлены о функциях природы по жизнеобеспечению. Между тем эти ценности существуют независимо от того, насколько люди осведомлены о роли экосистем в их повседневной жизни.

Экологические (экосистемные) функции включают, в частности, следующие полезности.

1) Атмосфероохранные функции: поддержание баланса газов и влаги в атмосфере, производство кислорода, фитонцидов, озона, создание озонового слоя; депонирование углекислого газа, абсорбция и расщепление загрязнений, очищение воздуха и воды.

2) Водоохранные и водозащитные функции: поддержание кругооборота воды в природе, очистка и регулирование водостока и уровня грунтовых вод.

3) Почвообразующие и почвозащитные функции: поддержание кругооборота питательных веществ в природе и сельском хозяйстве, закрепление почв, накопление питательных веществ в почве, предотвращение эрозии, поглощение солнечной энергии и преобразование ее в жизненную энергию посредством фотосинтеза, разложение органических и неорганических отходов.

4) Климаторегулирующие функции: регулирование осадков, защита от солнечной радиации путем создания озонового слоя, предотвращение парникового эффекта путем поглощения углекислого газа.

5) Функции лесов по поддержанию биоразнообразия: сохранение генофонда, регулирование баланса форм жизни.

6) Прочие неизвестные, но жизненно важные функции леса.

Прямые (материальные) ценности могут быть совместимыми и несовместимыми с косвенными (нематериальными). Менеджмент ради биоразнообразия и красота ландшафта обычно совместимы и взаимодополняемы. Сплошные рубки благоприятствуют животным и растениям, обитающим в открытых структурах, но часто вредят красоте ландшафтов и тем представителям животного и растительного мира, которым нужны закрытые пространства для питания и выведения потомства.

Пользуемые косвенные (духовные) ценности. Кроме прямых материальных экономических (включая рекреационные) и экологических ценностей экосистемы являются носителями косвенных пользуемых ценностей духовного общения с природой. Прямые ценности материальны. Косвенные ценности нематериальны, поскольку присутствуют только в сознании людей. Природа не знает добра и зла. Эти категории имеются только в сознании человека. Природа сознательно оценивает себя глазами человека через его восприятие.

Духовные ценности исторически уходят корнями в природу и связаны с ней. Духовные ценности включают искусство, мораль, религию, вероучения, нравственность, эстетику, этику. Увядание и разрушение экологии влечет моральную деградацию общества. Одна из причин, высокой преступности в городах состоит в отрыве людей от природы, замене природного пейзажа индустриальным. Духовные ценности нематериальны, но имеют три вида материальных носителей:

1) Человек является материальным носителем духовных ценностей природы. Прямым материальным пользованием рекреационных ценностей является, например, отдых в лесу. Косвенным пользованием рекреационных ресурсов является воспоминание об отдыхе в лесу, на реке. Воспоминания нередко более ценны, чем сама рекреация, поскольку воспоминания остаются с человеком навсегда.

2) Произведения искусства (книги, фотографии, картины, кинофильмы) являются вторичными материальными носителями духовных ценностей природы. Рекреация представляет собой прямое пользование рекреационными ресурсами. Но чтение книг о рекреации является непрямым пользованием рекреационных ресурсов. При чтении книг человек использует также чужой опыт общения с природой. Искусство черпает силы у природы.

3) Наконец, первичным материальным носителем духовных ценностей природы являются сами экосистемы - леса, озера, реки, ручьи, деревья, трава, пейзаж.

Духовные эстетические и моральные ценности играют важную роль в хозяйственных решениях и приобретают вполне материальный вид. Одна из главных причин, почему люди инвестируют в парки - потому, что они красивы.

Непользуемые ценности. В конце 1960-х годов экономисты неожиданно обнаружили, что огромная часть ценностей ресурсов игнорируется, если учитывать только пользуемые ценности. Неиспользуемые ценности были немедленно классифицированы и названы:

1) опционные,

2) наследственные

3) ценности существования.

Опционные ценности - те, которые люди намерены лично использовать в будущем. Например, человек планирует посетить в будущем национальный парк и поэтом желает его сохранения.

Наследственные ценности - те, которые люди хотят сохранить для потомков. Например, человек может желать сохранить для потомков уникальный каньон в горах и готов платить за его сохранение, хотя можно построить там электростанцию и получать дешевую электроэнергию.

Ценности существования – это ценности, существование которых люди считают важным, даже если они никогда не видели и не намерены лично их использовать. Например, человек не собирается посещать Антарктиды, но желает сохранения там нетронутой природы.

Непользуемые ценности могут существовать независимо, но чаще служат добавкой к пользуемым ценностям. Они в большей или меньшей степени присущи практически всем пользуемым ценностям, включая рыночные товары, такие как древесина, уголь, газ. Чем более уникален ресурс и чем меньше заменителей он имеет, тем выше его непользуемая ценность.

Рыночная экономика различает все ценности также по признакам исключительности и соперничества. По этим признакам все ценности делятся на четыре категории: исключительные соперничающие, исключительные не соперничающие, неисключительные соперничающие и неисключительные не соперничающие. Примеры приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Классификация ценностей по признакам исключительности и соперничества

Table 2

Classification of values according to the characteristics of exclusivity and rivalry

Исключительность / соперничество	Соперничающие (rival)	Не соперничающие (non-rival)
Исключительные (excludable)	Исключительные и соперничающие (частный лес): частный товар (private goods)	Исключительные и не соперничающие (грибы): открытый доступ (open access)
Неисключительные (non-excludable)	Неисключительные и соперничающие (нацпарк): так называемый "клубный товар" (club goods)	Неисключительные и не соперничающие (воздух): общественные товары (public goods)

Лес имеет множество ценностей: пользуемых и непользуемых, материальных и духовных, экономических и экологических, исключительных и неисключительных, соперничающих и не соперничающих. Все они должны учитываться инвайронментальной экономикой и политикой при составлении проектов лесного менеджмента. Ныне основным экономическим инструментом принятия хозяйственных решений является стоимостной анализ (benefit-cost analysis). Проблема в том, что многие из ценностей природы не учитываются точно либо вовсе не поддаются экономическому учету. Без точной стоимостной оценки экосистем часто бывает трудно экономически оправдать хозяйственные решения экосистемного менеджмента.

В одном случае цена присутствует и отражает полностью стоимость товара. В другом случае цена присутствует, но не отражает полной стоимости товара для общества. Наконец, в

третьем, наиболее сложном случае, цена вовсе отсутствует, хотя ценность ресурса очевидна. Последние два случая наиболее типичны для леса, если на время забыть о его товарных продуктах. Аналогичные проблемы оценки стоимости ресурсов встречаются на других товарных рынках, но они несопоставимы по сложности с теми проблемами, от которых страдает лесной менеджмент [4].

Методология проведения экономической оценки экосистем состоит из ряда шагов. Как правило сюда входит:

1) Определение цели оценки,

2) определение масштаба и границ оценки,

3) определение ценности экосистемы,

4) определение издержек и выгод от оценки экосистемы,

5) выбор соответствующих методов экономической оценки,

6) сбор данных для оценки,

7) очищение и анализ данных для оценки,

8) представление выводов для принятия хозяйственных решений.

Центральным в этом перечне является п. 5 – выбор методов экономической оценки экосистем [5].

Существует давняя традиция отождествлять стоимость с ценой. На самом деле цена является лишь одной из трех концепций стоимости, рисунок 2.

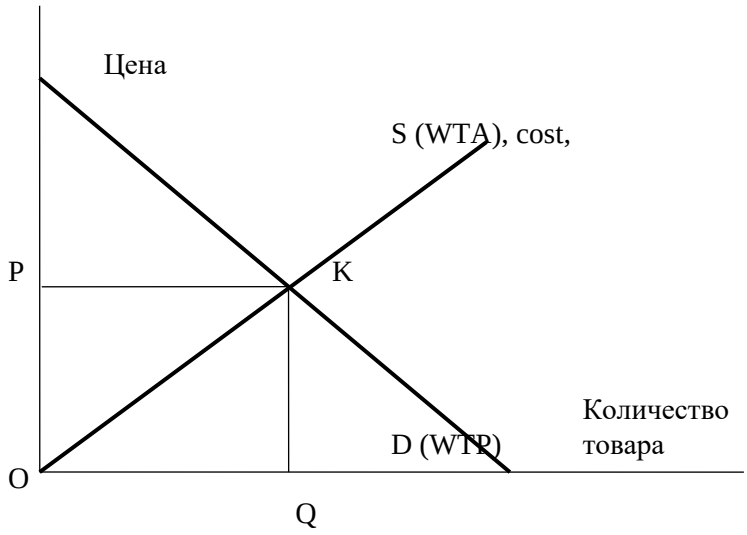

Рисунок 2 - Три концепции стоимости продукции
Figure 2 - Three concepts of product cost

Цена (P) является маржинальной (предельной) стоимостью ресурса. Она правильно измеряет стоимость не всегда и не везде, а только тогда и там, где существует эффективный рынок с отсутствием провалов и искажений. Таких идеальных рынков практически не существует. Две других концепции стоимости - стоимость производства (cost) или готовность принять плату (willingness to accept – WTA) и готовность платить (willingness to pay WTP).

Функция предложения (S) являет собой маржинальную стоимость производства. Это то, как воспринимает стоимость производитель [6]. Функция спроса (D), наоборот,

представляет собой восприятие стоимости покупателем – готовность платить за товар (WTP). Когда эти два восприятия стоимости (D и S) сталкиваются на конкурентном рынке, вырисовывается цена (P) и рынок приходит в равновесие. Анализ маржинальных изменений в цене является объектом анализа частичного равновесия (partial equilibrium). Анализ немаржинальных изменений должен производиться с применением анализа общего равновесия (general equilibrium analysis). Важно заметить, что стоимости, полученные по трем названным концепциям, не подлежат суммированию, поскольку строятся на трех разных концептуальных основах, рисунок 3.

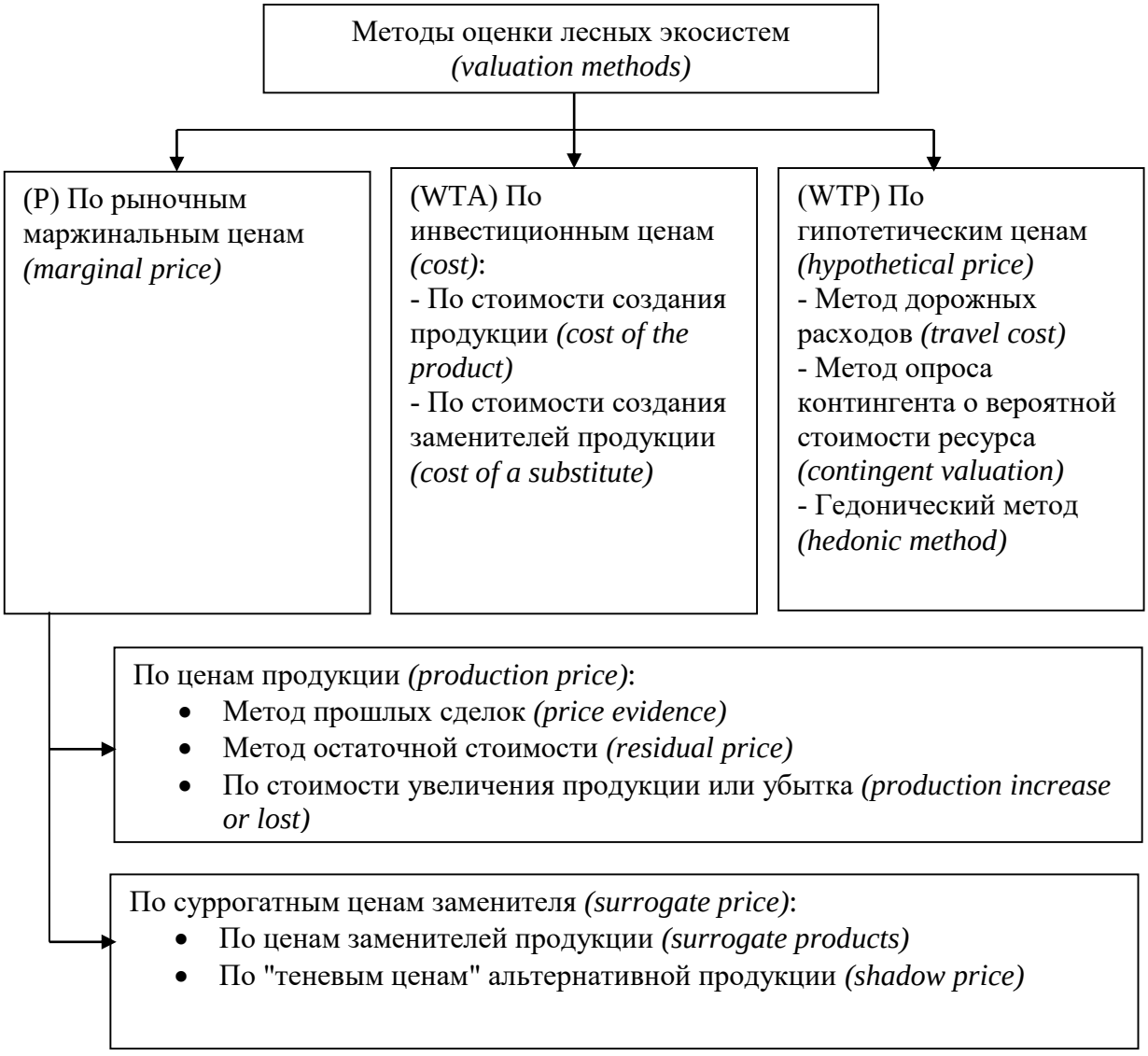

Рисунок 3 - Методы оценки лесных экосистем
Figure 3 - Methods for assessing forest ecosystems

Эта классификация отражает три подхода и три группы методов определения стоимости продукции: по рыночной цене, инвестиционной цене (стоимости производства) производителя и гипотетической цене (готовности купить) покупателя. Все три группы методов применяются в настоящее время к оценке как древесных, так и недревесных продуктов и полезностей леса (Таблица 3).

Таблица 3

Ценности леса и методы их оценки

Table 3

Forest values and methods of their assessment

Ценности экосистем / методы оценки	Методы оценки по рыночным ценам продукции и заменителя продукции		Методы оценки по инвестиционным ценам (затратам)	Методы оценки по гипотетическим рыночным ценам
	Продукции: -Прошлых сделок -Остаточной стоимости -По приросту продукции	Заменителя продукции: -По цене заменителя -По теневой цене	-По стоимости создания продукции -По стоимости создания заменителя	-Дорожных расходов -Опроса контингента о вероятной стоимости ресурса -Гедонический метод
Прямые экономические ценности: -Лесоматериалы, дрова, питание, медицинские продукты, рыба, услуги	-Прошлых сделок -Остаточной стоимости -По приросту продукции	-По цене заменителя -По теневой цене	-По стоимости создания продукции - По стоимости создания заменителя	
Услуги рекреации				-Дорожных расходов -Опроса -Гедонический метод
Прямые экологические ценности Атмосферо-образующие Водоохранные Почвообразующие Климаторегулирующие Биоразнообразия Прочие неизвестные функции		-По цене заменителя -По теневой цене	-По стоимости создания продукции -По стоимости создания заменителя	-Дорожных расходов -Опроса контингента -Гедонический метод
Косвенные (духовные) ценности: эстетические, нравственные, моральные, религиозные, культурные				-Опроса контингента -Гедонический
Непользуемые ценности природы: опционные, существования, наследования	?			-Опроса контингента -Гедонический

Обсуждение

Как явствует из рисунка, существующие рыночные методы ценообразования применимы лишь к экономическим пользуемым ценностям. Традиционно оцениваются эффекты от лесопользования в разрезе поступлений в бюджеты государства и регионов (Таблица 4). В 2022 году основными источниками дохода стали платежи по таким

традиционным использованиям лесов как заготовка древесины и добыча полезных ископаемых.

Таблица 4
Table 4

Доходы от использования лесов (2022 г., тыс.руб.)
Income from forest use (2022, thousand rubles)

Виды лесопользования	Федеральный бюджет	Бюджеты субъектов РФ
Заготовка древесины	22 368 173,8	22 007 956,3
Инвестиционные проекты	3 219 662,6	1 701 377,9
Изыскательские работы	6 636,1	5,0
Создание лесоперерабатывающей инфраструктуры	11 050,3	1 979,4
Строительство линейных объектов	4 981 013	27 728
Гидромелиорация	655 927,8	3 077,8
Добыча полезных ископаемых	15 891 559,9	88 440,5
Создание лесных питомников	3 597,3	245,2
Выращивание плодовых	3 685,5	701,2
Создание лесных плантаций	371,1	22,3
Рекреация	2 082 722	256 565
НИОКР	1 145	252
Оленеводство	5 341	541
Аквакультура	4 539	184
Сенокошение	41 652	5987
Ведение с/х	78 012	11278
Охота	20 283	7107
Сбор лескарственных трав	209 278	115 466
Сбор и заготовка недревесных лесных ресурсов	4 950	1874
Заготовка живицы	143,9	90,4
Всего	49 589 743,30	24 230 878,00

Суммарный доход от лесопользования в целом по РФ составил 73 820, 6 млн. руб., в том числе, в региональные бюджеты субъектов поступило 24 230,8 млн. р.

Но ни один из известных рыночных методов не может быть применен для оценки пользуемых экологических, духовных и не пользуемых экосистемных ценностей и услуг. Все остальные ценности оцениваются либо по затратам, либо по гипотетическим рыночным ценам.

Сумма всех типов ценностей ресурса в научной экономической литературе называется тотальной экономической оценкой (total economic value, TEV). Лес, например, может одновременно давать древесину, экосистемные услуги, воду для электростанций, сырье для фармацевтических компаний, секвестрацию углерода [7, 11].

Первоначально оценка природных экосистем применялась лишь к рыночным ценностям и базировалась как на затратах, так и на рыночных ценах. Когда в конце 1960-х годов стала развиваться и выходить на первый план рекреация, рыночные ценовые методы оказались не в состоянии оценить ее стоимость. Рекреация была признана "нерыночной ценностью". В попытке разрешить парадокс рекреации появилась и затем эволюционировала методология определения гипотетических цен на основе концепций готовности купить, готовности продать и потребительского излишка. Основу новой методологии составили два метода: дорожных расходов, опроса контингента, а также их гедонические модификации [8].

В конце 1980-х годов с появлением экосистемного подхода к лесному менеджменту озабоченность рекреационными ценностями отошла на второй план перед растущим осознанием экологических ценностей леса. Это осознание привело к появлению политики экосистемного лесного менеджмента на уровне природных ландшафтов. Еще более актуальной, чем ранее, стала задача оценки, наряду с прямыми экономическими товарными и рекреационными ценностями, также экосистемных, косвенных (духовных) и не пользуемых ценностей экосистем (опционных, существования и наследования) [9].

Из всего прежнего арсенала методов лишь метод опроса контингента о вероятной стоимости ресурса был признан пригодным для оценки новых "нерыночных ценностей". Дальнейшие теоретические изыскания вскоре привели к иллюзии определения всей совокупной стоимости леса. Согласно этой парадигме, совокупное применение для лесооценки методов предельных рыночных, суррогатных, инвестиционных, теневых и гипотетических цен, дополненных методами дорожных расходов, опроса контингента и их гедонических модификаций, якобы может дать совокупную суммарную оценку всех товаров и услуг леса [10].

Выводы и рекомендации

Политика экосистемного менеджмента вызвала сильный прилив интереса к оценке суммарной стоимости экологических ресурсов. На самом деле большая часть научных работ в этой области базируется на прежних концептуальных подходах, обзорах прежних работ и гипотетических примерах, оторванных от жизни. Росту числа научных работ значительно способствует отсутствие критерия истинности. Не много найдется удачных примеров применения этих методов в живой практике управления природопользованием. Живая практика менеджмента не приветствует применение искусственных методов оценки леса. Практические лесоводы предпочитают обходиться без дорогостоящих наукообразных моделей и методов, полагаясь на полевой опыт, здравый смысл и интуицию [12].

С древних веков многие философы утверждают, что есть ценности, которые нельзя выразить деньгами. Например, мир, спокойствие, человеческая жизнь. Профессиональные экономисты подходят к делу проще. Если рента квартиры в мирном и спокойном районе города стоит на 50 долларов дороже, чем в неспокойном, значит такова цена мира и спокойствия. Если для спасения трех человеческих жизней в городе по статистике требуется установить 150 дополнительных светофоров, тогда цена человеческой жизни равна стоимости 50 светофоров. Возможно, эти примеры несколько упрощают представление о сложной технике современных эконометрических методов оценки лесных ресурсов, но достаточно точно характеризуют принципы, лежащие в ее основе.

Библиографический список

1. Repetto et. al 1989. Repetto, Robert, William Magrath, Michael Wells, Christine Beer, and Fabrizio Rossini. 1989. *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts*. World Resources Institute, Washington, D.C. 70 pp.
2. Doawei Zhang, Peter H. Pearse Forest Economics. UBC Press. Canada, 2011
3. Pinchot, G. 1947. Breaking New Ground. New York; Harcomt, Brace and Co.

4. Моисеев Н.А. Лесопользование и лесной сектор российской экономики: условия и пути выхода из кризиса [Текст] / Н.А.Моисеев // Лесной журнал. – 2016. № 6. С. 9-11.

5. Петров А.П. Экономическая оценка лесных ресурсов в условиях их аренды (лицензирования). Лесное хозяйство, 1993, №4, с.12-15.

6. Овсиенко Ю.В., Соболев И.И. Об экономической оценке лесов с учетом их экономического значения. / Экономические и математические методы- 1985, т.21, вып. 6., с. 1025-1035.

7. Хачатуров Т. Об экономической оценке природных ресурсов.-Вопросы экономики, 1969, № 1, с.66-75.

8. FAO 2025. Global Forest Resources Assessment – FRA 2025 – Guidelines and specifications. Forest Resources Assessment Working Paper No. 193. Rome, 2025. 50 p. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/40bef392-1ec8-441d-bd9a-f398f0a61a0a/content

9. Пирс Питер. Введение в лесную экономику: Пер. с англ./М.:"Экология", 1992, 224с.

10. Sedjo, R. A. 1995. Ecosystem management: an uncharted path for public forests. Resourses. Fall 1995, No. 121.

11. Лобовиков М.А., Яковенко Н.В., Прядилина Н.К. Углеродные рынки и возможности монетизации продукции лесоклиматических проектов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. № 2 (61). С. 69-87.

12. Leopold 1991. Leopold Aldo. 1991. Wilderness. In: S.L.Flader and J.B. Callocott, eds. The river of Mother of God and other essays by Aldo Leopold. Madison, WI, University of Wiscounsin Press. 226-229.

References

1. Repetto et. al 1989. Repetto, Robert, William Magrath, Michael Wells, Christine Beer, and Fabrizio Rossini. 1989. *Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts*. World Resources Institute, Washington, D.C. 70 pp.

2. Doawei Zhang, Peter H. Pearse Forest Economics. UBC Press. Canada, 2011

3. Pinchot, G. 1947. Breaking New Ground. New York; Harcomt, Brace and Co.

4. Moiseev N.A. Forest Management and the Forest Sector of the Russian Economy: Conditions and Ways Out of the Crisis [Text] / N.A. Moiseev // Forestry Magazine. - 2016. No. 6. Pp. 9-11.

5. Petrov A.P. Economic Assessment of Forest Resources under Lease (Licensing) Conditions. Forestry, 1993, No. 4, pp. 12-15.

6. Ovsienko Yu.V., Sobolev I.I. On the Economic Assessment of Forests Considering Their Economic Significance. / Economic and Mathematical Methods - 1985, Vol. 21, Issue 6., pp. 1025-1035.

7. Khachaturov T. On the Economic Assessment of Natural Resources. - Voprosy Ekonomiki, 1969, No. 1, pp. 66-75.

8. FAO 2025. Global Forest Resources Assessment – FRA 2025 – Guidelines and specifications. Forest Resources Assessment Working Paper No. 193. Rome, 2025. 50 p. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/40bef392-1ec8-441d-bd9a-f398f0a61a0a/content

9. Pierce Peter. Introduction to Forest Economics: Trans. from English / Foreword by A.P. Petrov. Moscow: "Ecology", 1992, 224 p.

10. Sedjo, R. A. 1995. Ecosystem management: an uncharted path for public forests. Resourses. Fall 1995, No. 121.

11. Lobovikov M.A., Yakovenko N.V., Pryadilina N.K. Carbon markets and monetization opportunities for forest climate project output // Current research trends in the 21st century: theory and practice. 2023. Vol. 11. No. 2 (61). Pp. 69-87.

12. Leopold 1991. Leopold Aldo. Wilderness. In: S.L.Flader and J.B. Callocott, eds. The river of Mother of God and other essays by Aldo Leopold. Madison, WI, University of Wiscounsin Press. 226-229.

✉ *Лобовиков Максим Антонович* – кандидат экономических наук, доцент, Исполнительный директор Международного центра лесного хозяйства и лесной промышленности (МЦЛХП) СПбГЛТУ имени С.М. Кирова, Институтский переулок, д. 5, Литер У, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8012-5035, e-mail: maxim.lobovikov@mail.ru

Оробинский Вячеслав Анантольевич - соискатель кафедры менеджмента и экономики предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия.

Прядилина Наталья Константиновна - кандидат экономических наук, доцент, Уральский государственный лесотехнический университет, Сибирский тракт, 37, Екатеринбург, 620100, Российская Федерация, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8136-3660, e-mail: lotos_nk@inbox.ru

Information about the authors

✉ *Lobovikov Maxim Antonovich* - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Executive Director of the International Center for Forestry and Forest Industry, Saint Petersburg State Forest Technical University by the name of S.M. Kirov, Institutskiy Lane 5, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8012-5035, e-mail: maxim.lobovikov@mail.ru

Orobinsky Vyacheslav Anatolyevich - applicant for the Department of Management and Economics of Entrepreneurship, FGBOU VO «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087.

Pryadilina Natalia Konstantinovna - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Ural State Forest Technical University, 37 Sibirsky Trakt, Ekaterinburg, 620100, Russian Federation, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8136-3660, e-mail: lotos_nk@inbox.ru.

mailto:e-mail@mail.ru

✉ - Для контактов/Corresponding author

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-65-77

УДК 330.15

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА АССИМИЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕРРИТОРИИ

Юлия Н. Степанова[1]✉, julia_vrn@inbox.ru, 0000-0002-6502-042X
Мария В. Арсентьева[1], arss.mass@yandex.ru 0009-0007-9132-9272

[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия*

Аннотация

В статье выполнен анализ влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал территории Центрально-Черноземного района. Аналитика национальных докладов и статистических данных Росстата в части выбросов парниковых газов за период 2000-2023 годов позволили изучить динамику с учетом и без учета ЗИЗЛХ, что послужило основой для выделения наиболее значимых по объемам выбросов категорий парниковых газов. На основании воздействия категорий выбросов на природные экосистемы и окружающую среду сформированы три группы антропогенных факторов: «загрязнение», «изъятие», «трансформация». Влияние первой группа факторов на ассимиляционный потенциал выражено в загрязнении атмосферы, почвы и водоемов вредными жидкими, твердыми, газообразными веществами и отходами. Влияние второй группы факторов подтверждено нарушением природно-ресурсного потенциала и естественного баланса экосистем в результате добычи полезных ископаемых. Влияние третьей группы факторов выражено в нарушении естественного энергообмена и увеличении солнечной активности, сформированное в результате экзогенных процессов. Применение метода экспертных оценок, дополненного коэффициентом степени согласованности и критерием корреляцией мнений экспертов, позволило выполнить ранжирование антропогенных факторов по уровню их влияния на ассимиляционный потенциал территории. На практике результаты анализа могут быть использованы в части разработки мер региональной политики экологизации, направленной на обеспечение устойчивости развития территории в контексте достижения национальный целей.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, парниковые газы, окружающая среда, ассимиляционный потенциал.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Степанова Ю.Н., Арсентьева М.В. Анализ влияния антропогенных факторов ассимиляционный потенциал территории / Ю.Н. Степанова, М.В. Арсентьева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 65–77. – *Библиогр.: с. 74–77 (15 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-65-77.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE ASSIMILATION POTENTIAL OF THE TERRITORY

Yulia.N.Stepanova[1]✉, julia_vrn@inbox.ru, 0000-0002-6502-042X
Maria V. Arsentyeva[1] arss.mass@yandex.ru 0009-0007-9132-9272

[1]*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation*

Abstract

The article analyzes the influence of anthropogenic factors on the assimilation potential of the Central Chernozem region. Analysis of national reports and statistics from Rosstat on greenhouse gas emissions for the period 2000-2023 allowed us to study the dynamics with and without LULUCF, which served as the basis for identifying the most significant categories of greenhouse gases in terms of emissions. Based on the impact of emission categories on natural ecosystems and the environment, three groups of anthropogenic factors have been formed: «pollution», «withdrawal», and «transformation». The influence of the first group of factors on the assimilation potential is expressed in the pollution of the atmosphere, soil and reservoirs with harmful liquid, solid, gaseous substances and waste. The influence of the second group of factors is confirmed by the violation of the natural resource potential and the natural balance of ecosystems as a result of mining. The influence of the third group of factors is expressed in the disruption of natural energy exchange and an increase in solar activity, formed as a result of exogenous processes. The use of the expert assessment method, supplemented by the coefficient of consistency and the criterion of correlation of expert opinions, made it possible to rank anthropogenic factors according to the level of their influence on the assimilation potential of the territory. In practice, the results of the analysis can be used in terms of developing regional greening policy measures aimed at ensuring the sustainability of territorial development in the context of achieving national goals.

Keywords: anthropogenic impact, greenhouse gases, environment, assimilation potential.

***Conflict of interest*:** the authors declares no conflict of interest.

For citation: Stepanova Y.N., Arsentyeva M.V. Systematization of Anthropogenic Factors Affecting Sustainable Development of the Territory. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 13, No. 4 (71), pp. 65-77 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-65-77.

Введение

Ассимиляционный потенциал определяет естественную способность природных экосистем территории поглощать и перерабатывать загрязняющие вещества. Рост антропогенного воздействия приводит к снижению ассимиляционного потенциала

территории, что нарушает процесс естественного восстановления природных экосистем и создает риски низкоуглеродного развития. Российская Федерация, являясь участником Парижского соглашения, приняла на себя обязательства в части достижения целевых значений СНУР по достижению углеродной нейтральности к 2050 году. По итогам 2023 года, выбросы парниковых газов на территории России составили 2 082,9 млн тCO2-экв., без учета ЗИЗЛХ и 911,1 млн тCO2-экв., с учетом ЗИЗЛХ [2]. В период с 2000 до 2023 годов, в динамике выбросов парниковых газов наблюдается стабильный рост (+ 10,5%) без учета ЗИЗЛХ (с 1 890,8 млн тCO2-экв до 2 089,2 млн тCO2-экв.) и (+80,5%) с учетом ЗИЗЛХ (с 504,8 млн тCO2-экв до 911,1 млн тCO2-экв.).

Лидирующее место в структуре выбросов парниковых газов на территории РФ в 2023 году занимают предприятия энергетического сектора экономики, их доля составляет 79,2 %, однако сектор показывает падение (-3,5%) от базового 1990 года. Выбросы промышленного сектора занимают второе место и находятся в положительной динамике (+34,5%). В секторе сельского хозяйства наблюдается снижение выбросов на 33,8 %. Сектор отходы находится в зоне роста (+133,3%), что свидетельствует о росте антропогенного воздействия на окружающую среду составляющего элемента парниковых газов (метана) от захоронения отходов на полигонах ТБО (рис. 1).

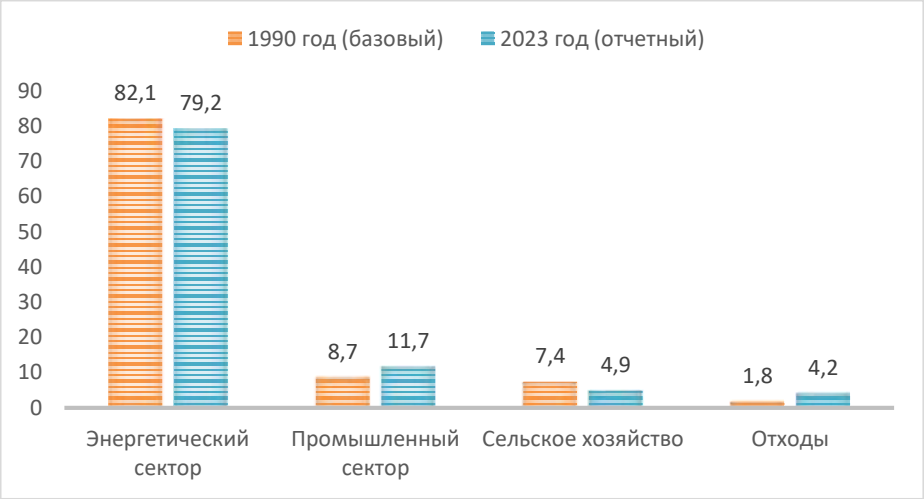

Рисунок 1 - Распределение выбросов парниковых газов по секторам без учета ЗИЗЛХ, %

Figure 1 - Distribution of greenhouse gas emissions by sector, excluding LULUCF, %

Источник: составлено авторами на основании [2]

Source: compiled by the authors on the basis of [2]

По итогам 2022 года на территории Российской Федерации, можно три наиболее значимые по объему категории выбросов парниковых газов. Суммарный объем первой категории выбросов углекислого газа (CO_2) составил 1 434 млн тCO2-экв. В структуре выбросов первой категории 51,5% приходится на электростанции и котельные, 11,9% на дорожный транспорт, выбросы в бытовом секторе составили 10,4%, доля металлургии – 10%, выбросы от сжигания попутного нефтяного газа и промышленных химических процессов составили 3,4% и 3% соответственно. Выбросы от сжигания топлива в трубопроводе составили 3%, от добычи нефти и газа – 3,1% и от производства строительных материалов

2,7%. Объем второй категории, включающий выбросы метана (CH_4) составил 258 млн тCO2-экв. Выбросы в секторе отходов зафиксированы 40,1%, от добычи угля 37,2% и доля неконтролируемых (фугитивных) выбросов от трубопроводов 22,7%. Объем третей категории закиси азота (N_2O) -51 млн тCO2-экв., выражен в виде 100% выбросов в секторе сельского хозяйства.

Количество источников и объемы их выбросов подтверждают антропогенное воздействие на окружающую среду практически всех отраслей производства и сфер хозяйственной деятельности, включая сельское хозяйство [3]. На основании характеристик категорий и источников выбросов сформируем три направления воздействия антропогенных факторов [5]. Перовое направление связано с функционированием промышленных предприятий, котельных, с использованием бытовых отходов, эксплуатацией транспорта, ведением сельского хозяйства, то есть с факторами «загрязнения», результатам которых является попадание в атмосферу, почву, водоемы вредных жидких, твердых, газообразных веществ и микроорганизмов. Второе направление связано с добычей полезных ископаемых, то есть с факторами «изъятия», что приводит к вырубке лесов, уничтожению древесной растительности, обмельчению озер и рек. Третье направление сформировано в результате усиления геологических (экзогенных**)** процессов, то есть влияния факторов «трансформации», которое приводит к нарушению естественного энергообмена, росту активности солнца, колебанию температур и техногенным авариям.

Истощение природного потенциала и загрязнение окружающей среды, проявляющиеся в виде нарушения биоразнообразия, наземного (почвенного) и водного покрова территории, снижают потенциальную способность природных экосистем поглощать, разлагать и нейтрализовать антропогенные выбросы что приводит к снижению ассимиляционного потенциала территории [7]. Рост антропогенного воздействия усиливает актуальность решения проблемы, связанной с нарушением устойчивости социо-эколого-экономического развития территории, что препятствует достижению национальных целей устойчивого развития [11]. Таким образом, актуальность исследования, связанная с анализом влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал территории, не вызывает сомнения [6].

Цель исследования

Цель статьи – использовать результаты проведенного анализа влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал территории для формирования региональных мер экологической политики в области внедрения «зеленых» решений, направленных на рациональное природопользование.

Материал и методы исследования

В качестве информационной базой для настоящего исследования были взяты данные из открытых источников: Первого ежегодного национального доклада «Климатическая политика и экономика России» ИНП РАН», Национального доклада о кадастре антропогенных

выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990-2022 годы, Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). Научно-методологический аппарат исследования включает метод дедукции, метод системного анализа, аналитический метод, экспертный метод.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве объекта исследования антропогенного воздействия была выбрана территория Центрально Черноземного Района, включающая Воронежскую, Белгородскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области, где сформировался специфический режим природопользования, характеризующийся высокой интенсивностью и комплексным характером антропогенного воздействия на окружающую среду.

Анализ влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал территории включает в себя три последовательных этапа. Первый этап включает сбор статистической информации по трем группам факторов «загрязнение», «изъятие» и «трансформация» и ее первичную аналитику. Второй этап анализа связан с выбором специалистов-экспертов, которые высказали свое мнение о степени влияния факторов на ассимиляционный потенциал территории. На третьем этапе была оценена степень согласованности мнений экспертов и выполнено ранжирование факторов по степени их влияния на ассимиляционный потенциал территорий.

Значение показателей группы факторов «загрязнение» по ЦЧР за 2023 год представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели антропогенных факторов группы «загрязнение», 2023 год

Table 1

Indicators of anthropogenic factors in the "pollution" group, 2023

ЦЧР | CCHR	Загрязнение окружающей среды | Загрязнение окружающей среды				
	Жидкие отходы, млн. $м^3$	Твердые отходы тыс. т	Газообразные, тыс. т	Образование отходов производства и потребления, тыс. т	Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления, тыс. т
Белгородская область	40,6	23	205	151238	31673
Воронежская область	128	10	204	7323	4957
Курская область	40,4	5	77	51346	3389
Липецкая область	73,4	19	342	4558	100063
Тамбовская область	80,6	4	125	4002	3922

Источник: составлено авторами на основании [4]

Source: compiled by the authors on the basis of [4]

Наиболее неблагополучная обстановка по загрязнению окружающей среды парниковыми газами и отходами сложилась на территории Липецкой области, в связи с деятельностью в регионе Новолипецкого металлургического комбината. Кроме того, на территории региона расположено несколько крупных предприятий химической промышленности, машиностроения и производства стройматериалов [8]. Однако по территориальной концентрации производства Липецкая область занимает второе место – 5,42

ед / тыс.км^2. В Белгородской области, которая занимает первое место по территориальной концентрации производства (8,56 ед / тыс. км^2) также зафиксирована проблема с переработкой и утилизацией отходов [10].

Значения показателей группы факторов «изъятие» по ЦЧР за 2023 год представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели антропогенных факторов группы «изъятие», 2023 год

Table 2

Indicators of anthropogenic factors of the “withdrawal” group, 2023

ЦЧР | CCHR	Площадь с\х угодий, тыс. км2	Площадь нарушенных земель, тыс. га	Объем заготовленной древесины, тыс.м^3	Объем добычи полезных ископаемых, млрд руб.
Белгородская область	0,171	6,5	55,6	297,38
Воронежская область	0,271	2,0	203,9	13,85
Курская область	0,376	11,0	53,7	123,42
Липецкая область	0,22	2,5	124,6	9,05
Тамбовская область	0,159	1,7	354,8	0,24

Источник: составлено авторами на основании [4]

Source: compiled by the authors on the basis of [4]

Лидером в части добычи полезных ископаемых является Белгородская область, объем добычи в 2023 году в суммарном выражении составил 297,38 млрд. руб. Большая площадь сельскохозяйственных угодий Белгородской области 0,376 тыс. км^2, формирует угрозу истощения почвы, водных ресурсов и уничтожения естественных природных лугов.

Добыча полезных ископаемых, особенно открытом способом, приводит к деформации рельефа местности, формируются «мертвые зоны», на которых отсутствует растительность, нарушается биоразнообразие и меняется микроклимат. В процессе извлечения ископаемых из недр земли происходит загрязнение водных ресурсов [9]. Сельское хозяйство в свою очередь приводит к эрозии почвы, разрушению верхнего плодородного слоя. Большие площади пастбищ для скота приводят к нарушению растительного покрова значительных территорий. Процесс выращивания сельскохозяйственных культур сопровождается использованием пестицидов и гербицидов, что приводит к загрязнению почвы, воды и воздуха.

В целом по ЦЧР, земельный фонд подвергается интенсивной деградации, обусловленной как добывающей промышленностью, так и сельскохозяйственным использованием. Общая площадь нарушенных земель составила 23,7 тыс. га, при этом только 290,82 га было рекультивировано в 2023 году. Наибольшая концентрация нарушенных земель наблюдается в Курской области (46,4% от общего объема по ЦЧР), где добывающая промышленность обеспечивает 96,2% всех нарушений.

Значения показателей группы факторов «трансформация» по ЦЧР за 2023 год представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели антропогенных факторов группы «Трансформация», 2023 год

Table 3

Indicators of anthropogenic factors of the «Transformation» group, 2023

ЦЧР | CCHR	Техногенные ЧС, ед	Природные ЧС, ед	Кол-во солнечных пятен, ед.	Количество солнечных вспышек, ед.		
				С класса	М класса	Х класса
Белгородская область	3	1				
Воронежская область	2	1				
Курская область	1	3				
Липецкая область	2	1				
Тамбовская область	1	1	120	3000	320	15

Источник: составлено авторами на основании [1]

Source: compiled by the authors on the basis of [1]

Факторы группы «трансформации» возникают в следствии экзогенных процессов, следствием чего является, например, резкое колебание температур [12]. Главным негативным последствием возрастания числа солнечных вспышек для Земли является повышение уровня ультрафиолетового излучения, которое поглощается озоновым слоем Земли, в результате происходит образование озоновых дыр из-за его истощения [13]. Антропогенные факторы «трансформации», а именно парниковые газы, поступающие в атмосферу, также приводят к разрушению озонового слоя Земли. Таким образом оказывается влияние на температуру в верхних слоях атмосферы, что в итоге приводит к климатическим изменениям на планете [14,15]. Увеличение активности солнца, в совокупности с истощением озонового слоя из-за антропогенных факторов, приводит к угрозам здоровью человека и живой природы. Вспышки класса С не оказывают серьезного воздействия на Землю, вспышки класса М могут вызвать незначительные радиопомехи на дневной стороне планеты. Самыми разрушительными являются солнечные вспышки класса Х, помехи от них варьируются от сильных до экстремальных.

Наибольшее количество техногенных аварии, связанных с загрязнением окружающей среды в виде выбросов токсичных веществ и радиационных веществ в зафиксировано в Белгородской области. Причиной всех природных ЧС на территории ЦЧР в 2023 году стали заморозки и гибель сельскохозяйственных культур.

Для обоснования наиболее значимых по степени влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал, в исследовании были привлечены эксперты из числа специалистов, региональных органов исполнительной власти в области экологии и экономики природопользования Воронежской, Тамбовской, Курской, Белгородской и Липецкой областей. Экспертная группа в составе 8 экспертов определила количественную оценку влияния каждого фактора группы на ассимиляционный потенциал территории. Степень согласованности мнения экспертов была оценена при помощи коэффициента конкордации Кэнделла (W) в диапазоне от 0 до 1 (1):

$$w = \frac{12\sum_{i=1}^{k}\Delta_i^2}{m^2(k^3-k)} \quad (1)$$

где W - коэффициент конкордации;

m - число опрошенных специалистов;

k - число исследуемых факторов;

Δ_i - отклонение суммы рангов i-го фактора от средней суммы рангов.

Степень корреляции экспертов была выполнена с применением критерия Пирсона (2):

$$x^2 = W \cdot m \cdot (k - 1), \quad (2)$$

Расчетное значение χ^2 сравнивается с табличным значением из распределения Пирсона, найденным для принятого уровня значимости (α = 0,05), и числа степеней свободы (k - 1). Гипотеза о наличии согласия мнений экспертов принимается, если расчетное значение критерия Пирсона больше табличного, а коэффициент конкордации близок к единице.

Далее проведем ранжирование влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал территории. Для каждого фактора была посчитана сумму рангов: aij - ранг i-го фактора, присвоенный j-м экспертом и вычислено отклонение Δi - суммы рангов i-го фактора от средней суммы рангов (табл. 4).

Средняя сумма рангов для пятнадцати факторов (54+60+32+66+59+46+59+30+30+46+30+30+46+30+30+27) / 15 = 41,4.

После вычисления Δ для каждого из факторов и расчета Δ суммы рангов от средней суммы рангов и квадраты отклонений i, был проведен расчет коэффициента конкордации (W):

$$\frac{12 * (357{,}2 + 82{,}81 + 620 + 320{,}4 + 24 + 320{,}4 + 123{,}2 + 123{,}2 + 24{,}0 + 123{,}2 + 123{,}2 + 24{,}0 + 123{,}2 + 123{,}2 + 198{,}8)}{8^2 * (15^3 - 15)} = 0{,}19$$

Сравнение расчетного значения критерия Пирсона (χ^2) с табличным критическим значением позволило сделать вывод о высокой степени согласованности мнения экспертов, так как в нашем случае: при 5%-м уровне значимости (α = 0,05) и числе степеней свободы (k - 1) = 15 - 1 = 14 табличное значение составляет 12,6. Убедившись в согласованности компетентности, независимости и объективности мнений экспертов была построена диаграмма рангов (рис.2).

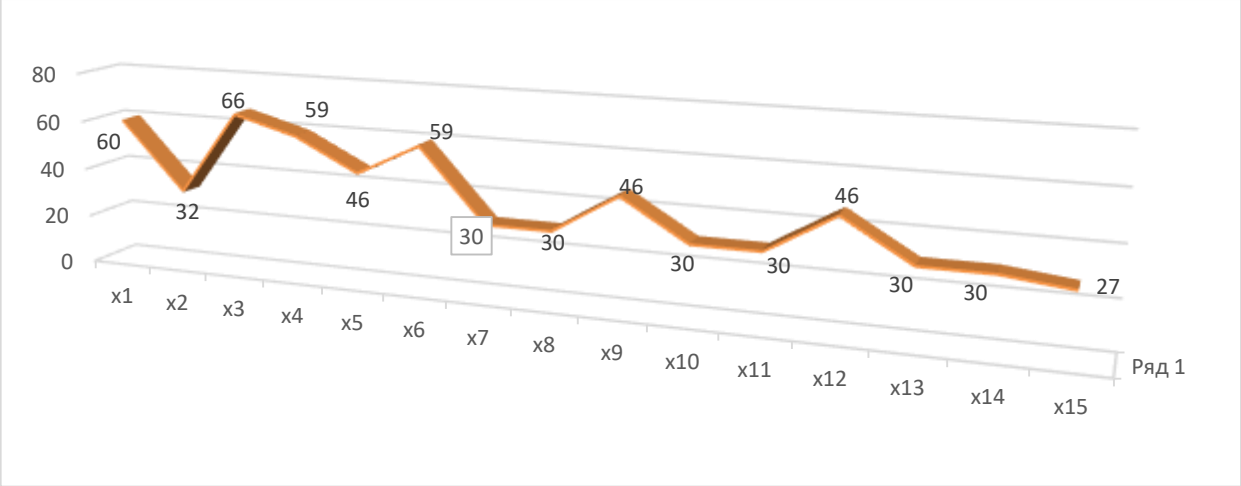

Рисунок 2 - Диаграмма сумм рангов влияния антропогенных факторов на ассимиляционный потенциал территорий

Figure 2 - Diagram of the sum of the ranks of the influence of anthropogenic factors on the assimilation potential of territories

Источник: составлено авторами на основании [Нац докл]

Source: compiled by the authors on the basis of [National Report]

Таблица 4 – Расчет суммы рангов факторов антропогенного влияния и их отклонений от средней суммы рангов
Table 4 – Calculation of the sum of ranks of anthropogenic influence factors and their deviations from the average sum of ranks

№ п/п	Эксперты, представители от областей ЧЧР	Компетентность	Группы факторы															Сумма
			Жидкие отходы – X1	Твердые отходы – X2	Газообразные отходы – X3	Образование отходов производства и потребления – X4	Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления – X5	Площадь с\х угодий – X6	Площадь нарушенных земель –X7	Объем заготовленной древесины – X8	Объем добычи полезных ископаемых – X9	Техногенные ЧС – X10	Природные ЧС – X11	Кол-во солнечных пятен – X12	Количество солнечных вспышек М-класса – X13	Количество солнечных вспышек С-класса – X14	Количество солнечных вспышек Х-класса – X15	
1	Эксперт ВО	0,127	8	4	8	8	6	7	3	2	6	3	2	6	3	3	2	79
2	Эксперт ВО	0,130	8	3	9	7	5	8	4	3	5	4	3	5	4	4	3	82
3	Эксперт ЛО	0,113	7	5	9	9	4	8	4	3	4	4	3	4	4	4	3	82
4	Эксперт ЛО	0,124	8	5	8	8	5	7	5	4	5	5	4	5	5	5	4	90
5	Эксперт БО	0,126	7	4	8	9	9	8	4	3	9	4	3	9	4	4	3	97
6	Эксперт ТО	0,127	6	2	7	7	5	7	3	5	5	3	5	5	3	3	5	77
7	Эксперт ТО	0,123	7	4	8	5	5	6	3	4	5	3	4	5	3	3	4	74
8	Эксперт КО	0,130	9	5	9	6	7	8	4	6	7	4	6	7	4	4	3	94
Сумма рангов		1,00	60	32	66	59	46	59	30	30	46	30	30	46	30	30	27	621
	Отклонение суммы рангов от средней суммы рангов		18	-9,1	24,9	17,9	4,9	17,9	-11,1	-11,1	4,9	-11,1	-11,1	4,9	-11,1	-11,1	-14,1	
	Квадраты отклонений		357,2	82,81	620	320,4	24	320,4	123,2	123,2	24,0	123,2	123,2	24,	123,2	123,2	198,8	

Степень влияния фактора на исследуемую величину оценивается по величине суммы рангов: чем больше сумма рангов фактора, тем большее влияние он оказывает на исследуемую величину.

По результатам анализа наибольшую степень влияния на ассимиляционный потенциал была оказана фактором X_3 – загрязнение окружающей среды газообразными отходами (сумма рангов 66); далее следуют факторы X_1- загрязнение жидкими отходами (60); X_4, X_7 – образование отходов производства и потребления, площадь с\х угодий (59); факторы X_5, X_9, X_{12}, - утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления, объем добычи полезных ископаемых, количество солнечных пятен (46); X_2 - образование отходов производства и потребления (32); X_7, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{13}, X_{14} - площадь нарушенных земель, объем заготовленной древесины, техногенные ЧС, природные ЧС, количество солнечных вспышек М-класса, количество солнечных вспышек С-класса (30); X_{15} - количество солнечных вспышек Х-класса (27).

Указанные выше факторы приводят к серьезному ослаблению ассимиляционного потенциала территорий. По рассмотренным параметрам наиболее подверженными антропогенному влиянию является территория Липецкой, Белгородской и Воронежской областей.

Выводы

В целом Центрально-Черноземный район демонстрирует признаки структурного экологического кризиса, обусловленного антропогенным воздействием на все компоненты природной среды. Сформировавшаяся модель природопользования характеризуется устойчивой деградацией экосистем при сохранении традиционных подходов к эксплуатации природных ресурсов.

Природные ресурсы территории Липецкой, Белгородской и Воронежской области наиболее подвержены антропогенному воздействию, что нарушает способность к самовосстановлению и своевременной нейтрализации вредных выбросы в атмосферу, водные объекты и почву. Наиболее опасными факторами в части снижения ассимиляционного потенциала территории являются факторы группы «загрязнение».

В качестве региональных мер, направленных на восстановление природно-ресурсного потенциала и минимизацию отходов может быть рекомендовано внедрение зеленого инвестирования, стимулирующего представителей реального сектора экономики региона использовать в свой хозяйственной деятельности «зеленые» технологии и возобновляемые источники энергии. Дополнительно, разработка региональных индексов мониторинга антропогенного воздействия на ассимиляционный потенциал будет способствовать проведению регулярного экологического аудита для корректировки региональной политики экологизации.

Библиографический список

1. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году. Режим доступа: https://gosdoc.bitrix24site.ru/

2. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990-2023 гг. Режим доступа: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RUS_NIR_2025_v1_rev_2025-04-18.pdf

3. Первый ежегодный национальный доклад о климатической повестке в России. Центр «Климатическая политика и экономика России» ИНП РАН, Москва, 2025 год. Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/natsionalnyj-doklad-o-klimaticheskoj-povestke-v-rossii/

4. Статистический бюллетень «Основные показатели охраны окружающей среды» Росстат, Москва, 2025 год. Режим доступа: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2025.pdf

5. Ашавина, С. С. Экологический след как индикатор оценки ассимиляционного потенциала территории в системе эколого-экономической безопасности региона / С. С. Ашавина, Е. Б. Голованов // Молодой исследователь: материалы 8-й научной выставки-конференции научно-технических и творческих работ студентов, Челябинск, 18–20 мая 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. – С. 74-81. – EDN XJGSGL.

6. Калашникова, А. А. Экономическая оценка ассимиляционного потенциала территорий / А. А. Калашникова, Т. А. Тарасова // Инновационная парадигма экономических механизмов хозяйствования: сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Симферополь, 16 мая 2022 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 209-212. – EDN OGHXTC.

7. Кокин, А. В. Ассимиляционный потенциал природы и территорий: нетривиальные следствия управления устойчивым эколого-экономическим развитием / А. В. Кокин // Северо-Кавказский юридический вестник. – 2024. – № 1. – С. 158-168. – DOI 10.22394/2074-7306-2024-1-1-158-168. – EDN XPTXAX.

8. Кондратьева, И. В. Ассимиляционный потенциал как способ экологизации экономического развития региона / И. В. Кондратьева // Приоритетные направления развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Великой Победы, село Лесниково, 23–24 апреля 2015 года. – село Лесниково: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2015. – С. 511-515. – EDN WYCTZZ.

9. Куликова, М. П. Оценка ассимиляционного потенциала лесных экосистем Республики Тыва к поглощению антропогенного диоксида углерода / М. П. Куликова, Л. Х. Тас-Оол, С. А. Чупикова // Комплексное развитие сельских территорий в местах добычи природных ресурсов : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации, Году семьи в Российской Федерации, 80-летию Алтайского района Республики Хакасия, Абакан, 05–06 июля 2024 года. – Абакан: Хакасский научно-исследовательский институт языка, литературы и истории, 2024. – С. 51-54. – EDN GNAVEZ.

10. Степанова, Ю. Н. Анализ использования вторичных ресурсов в металлургической отрасли / Ю. Н. Степанова, Ю. А. Сезина, С. В. Вышлов // Менеджер года - 2024 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 04 апреля 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2024. – С. 205-210. – DOI 10.58168/MOTY_205-210. – EDN JYQVDF.

11. Степанова, Ю. Н. Методика оценки устойчивого развития территории в условиях климатических изменений / Ю. Н. Степанова, А. О. Щербин // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 31-38. – EDN LYNJMN.

12. Харьковская, А. А. Экономическая оценка ассимиляционного потенциала территории / А. А. Харьковская // Теория и практика экономики гражданской защиты на страже безопасности жизнедеятельности современного общества : Материалы III

Международной научно-практической конференции, Москва, 26 декабря 2023 года. – Москва: Объединенная редакция, 2024. – С. 285-292. – EDN DCJSEV.

13. Canadell J., Raupach M., Assimilation Potential of Soil Ecosystems Under Climate Change // Global Change Biology (2011). DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02397.x.

14. Vitousek P., Mooney H. Quantifying Assimilation Capacity in Forest Ecosystems // Ecosystems (2018). DOI: https://doi.org/10.1007/s10021-018-0263-9

15. Третьяков А.Г., Еремеев И.А., Карамышев В.А., Коларж В.В., Мосолова Н.А., Майоров И.Г., Степанова Ю.Н. Определение ключевых факторов и тенденций, оказывающих влияние на использование лесов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. № 4 (63). С. 95-106.

References

1. Gosudarstvenny`j doklad o sostoyanii zashhity` naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvy`chajny`x situacij prirodnogo i texnogennogo xaraktera v 2024 godu. Rezhim dostupa: https://gosdoc.bitrix24site.ru/

2. Nacional`ny`j doklad o kadastre antropogenny`x vy`brosov parnikovy`x gazov iz istochnikov i ix absorbcii poglotitelyami za 1990-2023 gg. Rezhim dostupa: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RUS_NIR_2025_v1_rev_2025-04-18.pdf

3. Pervy`j ezhegodny`j nacional`ny`j doklad o klimaticheskoj povestke v Rossii. Centr «Klimaticheskaya politika i e`konomika Rossii» INP RAN, Moskva, 2025 god. Rezhim dostupa: https://ecfor.ru/publication/natsionalnyj-doklad-o-klimaticheskoj-povestke-v-rossii/

4. Statisticheskij byulleten` «Osnovny`e pokazateli oxrany` okruzhayushhej sredy`» Rosstat, Moskva, 2025 god. Rezhim dostupa: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2025.pdf

5. Ashavina, S. S. E`kologicheskij sled kak indikator ocenki assimilyacionnogo potenciala territorii v sisteme e`kologo-e`konomicheskoj bezopasnosti regiona / S. S. Ashavina, E. B. Golovanov // Molodoj issledovatel`: materialy` 8-j nauchnoj vy`stavki-konferencii nauchno-texnicheskix i tvorcheskix rabot studentov, Chelyabinsk, 18–20 maya 2021 goda / Ministerstvo nauki i vy`sshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii Yuzhno-Ural`skij gosudarstvenny`j universitet. – Chelyabinsk: Izdatel`skij centr YuUrGU, 2021. – S. 74-81. – EDN XJGSGL.

6. Kalashnikova, A. A. E`konomicheskaya ocenka assimilyacionnogo potenciala territorij / A. A. Kalashnikova, T. A. Tarasova // Innovacionnaya paradigma e`konomicheskix mexanizmov xozyajstvovaniya: sbornik nauchny`x trudov VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem, Simferopol`, 16 maya 2022 goda. – Simferopol`: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu «Izdatel`stvo Tipografiya «Arial», 2022. – S. 209-212. – EDN OGHXTC.

7. Kokin, A. V. Assimilyacionny`j potencial prirody` i territorij: netrivial`ny`e sledstviya upravleniya ustojchivy`m e`kologo-e`konomicheskim razvitiem / A. V. Kokin // Severo-Kavkazskij yuridicheskij vestnik. – 2024. – № 1. – S. 158-168. – DOI 10.22394/2074-7306-2024-1-1-158-168. – EDN XPTXAX.

8. Kondrat`eva, I. V. Assimilyacionny`j potencial kak sposob e`kologizacii e`konomicheskogo razvitiya regiona / I. V. Kondrat`eva // Prioritetny`e napravleniya razvitiya APK: Materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj 70-letiyu Velikoj Pobedy`, selo Lesnikovo, 23–24 aprelya 2015 goda. – selo Lesnikovo: Kurganskaya gosudarstvennaya sel`skoxozyajstvennaya akademiya im. T.S. Mal`ceva, 2015. – S. 511-515. – EDN WYCTZZ.

9. Kulikova, M. P. Ocenka assimilyacionnogo potenciala lesny`x e`kosistem Respubliki Ty`va k pogloshheniyu antropogennogo dioksida ugleroda / M. P. Kulikova, L. X. Tas-Ool, S. A. Chupikova // Kompleksnoe razvitie sel`skix territorij v mestax doby`chi prirodny`x resursov : Materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem, posvyashhennoj Desyatiletiyu nauki i texnologij v Rossijskoj Federacii, Godu sem`i v Rossijskoj

Federacii, 80-letiyu Altajskogo rajona Respubliki Xakasiya, Abakan, 05–06 iyulya 2024 goda. – Abakan: Xakasskij nauchno-issledovatel`skij institut yazy`ka, literatury` i istorii, 2024. – S. 51-54. – EDN GNAVEZ.

10. Stepanova, Yu. N. Analiz ispol`zovaniya vtorichny`x resursov v metallurgicheskoj otrasli / Yu. N. Stepanova, Yu. A. Sezina, S. V. Vy`shlov // Menedzher goda - 2024 : Materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Voronezh, 04 aprelya 2024 goda. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvenny`j lesotexnicheskij universitet im. G.F. Morozova, 2024. – S. 205-210. – DOI 10.58168/MOTY_205-210. – EDN JYQVDF.

11. Stepanova, Yu. N. Metodika ocenki ustojchivogo razvitiya territorii v usloviyax klimaticheskix izmenenij / Yu. N. Stepanova, A. O. Shherbin // FE`S: Finansy`. E`konomika. Strategiya. – 2024. – T. 21, № 2. – S. 31-38. – EDN LYNJMN.

12. Xar`kovskaya, A. A. E`konomicheskaya ocenka assimilyacionnogo potenciala territorii / A. A. Xar`kovskaya // Teoriya i praktika e`konomiki grazhdanskoj zashhity` na strazhe bezopasnosti zhiznedeyatel`nosti sovremennogo obshhestva : Materialy` III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Moskva, 26 dekabrya 2023 goda. – Moskva: Ob``edinennaya redakciya, 2024. – S. 285-292. – EDN DCJSEV.

13. Canadell J., Raupach M., Assimilation Potential of Soil Ecosystems Under Climate Change // Global Change Biology (2011). DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02397.x.

14. Vitousek P., Mooney H. Quantifying Assimilation Capacity in Forest Ecosystems // Ecosystems (2018). DOI: https://doi.org/10.1007/s10021-018-0263-9.

15. Tretyakov A.G., Eremeev I.A., Karamyshev V.A., Kolarzh V.V., Mosolova N.A., Mayorov I.G., Stepanova Yu.N. Determination of key factors and trends influencing the use of forests // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2023. T. 11. No. 4 (63). pp. 95-106.

Сведения об авторах

✉ *Степанова Юлия Николаевна* - доктор экон. наук, заместитель директора по развитию Инжинирингового центра, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6502-042X, e-mail: julia_vrn@inbox.ru.

Арсентьева Мария Викторовна, преподаватель кафедры «Экономики и финансов» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: 0009-0007-9132-9272,arss.mass@yandex.ru

Information about the authors

✉ *Yulia Nikolaevna Stepanova* - Doctor of Economics Sciences, Deputy Director for Development of the Engineering Center, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6502-042X, e-mail: julia_vrn@inbox.ru/

Arsentyeva Maria Viktorovna, teacher of the Department of Economics and Finance, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», 8, Timiryazev str., Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: 0009-0007-9132-9272,arss.mass@yandex.ru

✉ – Для контактов/Corresponding author

DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-78-93

УДК 630*6+332.02

МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ СОВМЕСТИМОСТИ ВИДОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Андрей Н. Топчеев[1]✉, tot0072655@mail.ru

[1] *ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация*

Аннотация

Статья посвящена исследованию методических аспектов оценки совместимости видов многоцелевого лесопользования. Автором на основе положений, что ключевым фактором, ограничивающим многоцелевое лесопользование в России, выступает взаимоисключающий характер видов лесопользования, предложен методический подход к обоснованию перспектив совмещения двух и более видов лесопользования на примере лесодефицитных регионов России. Сформированы принципы разработки методического инструментария (временного несоответствия, территориального ограничения), что позволило ввести категорию «приоритетный вид лесопользования» и обосновать целесообразность осуществления многоцелевого лесопользования не в пределах лесного участка, а на 1 га. Разработан инструментарий оценки эффективности многоцелевого лесопользования, включающий перечень ограничений по видам лесопользований в лесодефицитных регионах России, критерии совместимости лесопользований и математическую модель, где основным критерием оптимальности и приоритетности лесопользования является максимизация государственного дохода. С учетом специфики лесодефицитных регионов России разработана матрица совместимости видов лесопользования, позволяющая определить возможность совмещения трех и более видов лесопользования, и алгоритм объединения видов лесопользования, включающий шесть циклов: определение возможных к осуществлению видов лесопользования в пределах географической зоны; идентификация ограничений уникальных видов лесопользования; комбинирование возможных к совмещению видов лесопользования; выявление приоритетного вида лесопользования; выявление эффективных видов многоцелевого лесопользования, рекомендуемых к реализации.

Ключевые слова: лесопользование, многоцелевое лесопользование, совместимость лесопользования, принципы многоцелевого лесопользования, эффективность лесопользований.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Топчеев А.Н. Методический инструментарий оценки совместимости видов многоцелевого лесопользования / А.Н. Топчеев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71).

– С. 78–93. – *Библиогр.: с. 91–93 (15 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-78-93.

COMPATIBILITY ASSESSMENT TOOLKIT TYPES OF MULTIPURPOSE FOREST MANAGEMENT

Andrey N. Topcheev[1], tot0072655@mail.ru

[1]*Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, 8 Timiryazeva St., Voronezh, 394087, Russian Federation*

Abstract

The article is devoted to the study of methodological aspects of assessing the compatibility of types of multipurpose forest management. The author, based on the provisions that the key factor limiting multipurpose forest use in Russia is the mutually exclusive nature of forest use, proposed a methodological approach to substantiating the prospects for combining two or more types of forest use using the example of forest-deficit regions of Russia. The principles of developing methodological tools (temporary inconsistency, territorial limitation) were formed, which made it possible to introduce the category "priority type of forest use" and justify the feasibility of multipurpose forest use not within the forest plot, but by 1 hectare. A toolkit for assessing the effectiveness of multipurpose forest management has been developed, including a list of restrictions on types of forest use in forest-deficient regions of Russia, criteria for compatibility of forest use and a mathematical model, where the main criterion for optimality and priority of forest use is the maximization of state income. Taking into account the specifics of forest-deficit regions of Russia, a matrix of compatibility of forest use types has been developed, which makes it possible to determine the possibility of combining three or more types of forest use, and an algorithm for combining forest use types, which includes six cycles: determining the types of forest use that can be implemented within a geographical zone; identification of limitations of unique forest management; combination of possible types of forest management; identification of a priority type of forest management; identification of effective types of multipurpose forest management recommended for implementation.

Keywords: forest management, multipurpose forest management, forest management compatibility, multipurpose forest management principles, forest management efficiency.

***Conflict of interest*:** the authors declares no conflict of interest.

***For citation*:** Topcheev A.N. (2025) Compatibility assessment toolkit types of multipurpose forest management. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of **S**cientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 13, No. 4 (71), pp. 78-93 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-78-93.

Введение

Согласно Лесного кодекса РФ, одним из основных принципов лесного законодательства является обеспечение многоцелевого использования лесов с учётом целевого назначения лесов и сохранения экологического равновесия. Такой подход направлен на удовлетворение потребностей общества в лесах и лесных ресурсах, а также на получение широкого ассортимента продуктов и услуг леса.

Использование лесов для самых различных целей насчитывает не один век, при этом началом лесопользования в России принято считать 1703 г., ознаменованный реформами Петра I, положившими основу создания лесного законодательства и организации лесного хозяйства. В настоящее время многоцелевое лесопользование рассматривается как часть общей системы природопользования территории [4].

Под многоцелевым лесоуправлением подразумевается такое управление, которое учитывает цели и интересы не только собственников и управляющих, но и всех остальных участников лесных отношений [9].

В Российской Федерации леса и лесные земли занимают почти половину площади страны и являются одним из ценнейших центров биоразнообразия. Общая площадь земель лесного фонда составляет более 1,1 млрд. га, а запас древесины оценивается на уровне 79,3 млрд.м^3. Использование лесов, представляющее собой предпринимательскую деятельность, осуществляется на землях лесного фонда на условиях платности. По данным на 2024 год в лесопользовании находилось более 265 млн.га [10] (табл.1).

Таблица 1

Сведения об использовании лесных участков в Российской Федерации по федеральным округам по состоянию на 01.01.2024 года [2]

Table 1

Information on the use of forest areas in the Russian Federation by federal district as of 01.01.2024[2]

Федеральный округ | Federal District	Аренда | Rent		Постоянное (бессрочное) пользование | Permanent (perpetual) use		Безвозмездное пользование | Free use |	
	кол-во, шт. | quantity, pcs.	площадь, тыс. га | area, th.ha	кол-во, шт. | quantity, pcs.	площадь, тыс. га | area, th.ha	кол-во, шт. | quantity, pcs.	площадь, тыс. га | area, th.ha
Центральный | Central	9 066	13 836,1	630	99,1	355	2, 9
Северо-Западный | Northwestern	10 805	58 454,1	490	438,9	309	0,55
Южный | Southern	3 576	707,9	379	23,3	95	0,05
Северо-Кавказский | North Caucasian	5 631	136,7	136	12,6	62	0,1
Приволжский | Privolzhsky	12 354	20 910,9	761	550,5	2 190	4,2
Уральский | Ural	38 080	15 399,9	485	186,8	173	35, 8
Сибирский | Siberian	16 592	59 941,4	816	1 678,2	1 847	42,7
Дальневосточный | Far Eastern	22 310	59 315,6	651	31 443,1	3 919	567,4
Итого по РФ | Total for the RF	118 414	228 702,9	4 348	34 432,8	8 950	1 206, 8

В настоящее время в РФ законодательно установлены 16 видов использования лесов, основным из которых является заготовка древесины. Виды лесопользования определяются целевым назначением лесов, при этом законодательно закреплена возможность использования лесного участка из земель лесного фонда для нескольких видов использования. Устойчивое лесопользование неразрывно связано с соблюдением баланса интересов поколений, что предполагает многоцелевое, рациональное, непрерывное, неистощительное использования лесов [1]. Несмотря на то, что территория Российской Федерации обладает достаточным запасом древесины, развитие многоцелевой модели использования лесов в последние годы является альтернативой экстенсивному изъятию древесины (табл.2).

Таблица 2

Сведения об использовании лесов за 2024 год [2]

Table 2

Information on forest use for 2024 [2]

Федеральный округ | Federal District	Всего договоров | Total contracts		в т.ч. | including					
			с 2 видами использования | with 2 types of use		с 3 видами использования | with 3 types of use		более 3-х видов использования | more than 3 types of use	
	кол-во договоров, шт. | number of contracts, pcs.	общая площадь, тыс.га | total area, th.ha	кол-во договоров, шт. | number of contracts, pcs.	общая площадь, тыс.га | total area, th.ha	кол-во договоров, шт. | number of contracts, pcs.	общая площадь, тыс.га | total area, th.ha	кол-во договоров, шт. | number of contracts, pcs.	общая площадь, тыс.га | total area, th.ha
Итого по РФ | Total for the RF	118 414	228 702, 9	2 951	2 403,5	134	785,5	3	131,7
Центральный | Central	9 066	13 836,1	69	109,8	4	0,312		
Северо-Западный | Northwestern	10 805	58 454,1	24	198,6	3	20,7	2	4,4
Южный | Southern	3 576	707,9	14	7,7				
Северо-Кавказский | North Caucasian	5 631	136,7	2	0,016				
Приволжский | Privolzhsky	12 354	20 910,9	86	510,9	7	70,1		
Уральский | Ural	38 080	15 399,9	1 954	753,6	117	8,1		
Сибирский | Siberian	16 592	59 941,4	329	204,4	2	683,0	1	127,3
Дальневосточный | Far Eastern	22 310	59 315,6	473	618,1	1	3,183		

Многоцелевое использование лесных ресурсов характерно для таких областей как Иркутская, Архангельская, Магаданская, для Красноярского и Забайкальского края, в лесодефицитных районах многоцелевое использование лесных ресурсов практически не распространено, несмотря на то, что оно несет совокупность экономических (большая экономическая отдача с единицы площади, более широкий ассортимент продуктов и услуг)

экологических (сохранение биологического разнообразия и продуктивности) и социальных (создание дополнительных рабочих мест и доходов, повышение безопасности сельских жителей) эффектов. Несмотря на данные обстоятельства наибольшую актуальность имеет развитие многоцелевой модели лесопользования именно в Центральном федеральном округе, где специфика лесоустроительных условий обусловливает необходимость одновременного использования всей совокупности лесных полезностей, всего лесоресурсного потенциала лесной территории, что в итоге позволит увеличить объём лесных платежей с одного и того же участка. В сложившихся условиях актуальной задачей становится разработка организационно-экономического базиса обеспечения многоцелевого лесопользования в лесодефицитных регионах, что и обусловило актуальность данного исследования, постановку цели и задач.

Материал и методы исследования

Теоретическую основу исследования составили научные труды отечественных и зарубежных ученых в области экономики природопользования; теории и методологии оценки экономической эффективности многоцелевого использования лесных ресурсов, а также фундаментальные и частные теории экономики лесного хозяйства и лесопользования. Так, по мнению С.Х. Лямеборшай [6], под термином «многоцелевое лесопользование» следует понимать совокупность различных видов деятельности, разрешенных Лесным Кодексом. Л.М. Чернякевич [15] считает, что многоресурсное лесоуправление есть оптимальное сочетание разных целей хозяйства при пользовании ресурсами на лесном участке. А.И. Писаренко [11] считает, что устойчивое управление лесами — это целенаправленные, долгосрочные и экономически выгодные взаимоотношения между людьми и лесными экосистемами.

Л.Ф.Лопаткина [5] выделяет три формы использования лесонасаждений: главную, побочную, а также использование всех полезностей леса.

А.И. Писаренко и В.В. Страхов [12] рассматривают экономическую активность в лесном хозяйстве неразрывно с обеспечением экологически безопасного взаимодействия лесной промышленности и лесных экосистем.

Н.Н. Панкратова [8] считает, что в правовых актах не прописан механизм их совмещения на арендуемом участке.

Несмотря на достаточную проработанность содержания и преимуществ многоцелевого лесопользования, вопросы организационно-методического обеспечения многоцелевого использования лесных ресурсов в лесодефицитных регионах остаются недостаточно исследованными.

Методологическую основу исследования составил комплексный подход к обеспечению многоцелевого использования лесных ресурсов. В основе методологии исследования лежат общенаучные методы исследования, в частности, системный, процессный, ресурсный методы. При выявлении особенностей и ограничений многоцелевого лесопользования в лесодефицитных регионах автором использовался монографический метод исследования, обобщения, систематизации. При разработке методического

инструментария оценки эколого-экономической эффективности многоцелевого лесопользования в лесодефицитных регионах России автором использован метод экономико-математического моделирования. Основным критерием оптимальности лесопользования является максимизация государственного дохода *Д*

$$Д(S_i^\tau) \to max, \quad (1)$$

где S_i^τ – площадь, выделенная под вид лесопользования i в год τ.

В самом общем случае доход государства от сдачи в аренду площадей лесного фонда рассчитывается следующим образом.

$$Д(S_i^\tau) = \sum_{\tau_1}^{\tau_2} \sum_{i=1}^{N_в} S_i^\tau \cdot r_i, \quad (2)$$

где τ_1 и τ_2 – годы начала и окончания рассматриваемого промежутка времени; $N_в$ – количество возможных видов лесопользования; r_i – ставка платы за единицу леса или ресурса.

Лесной фонд некоторой административно-территориальной единицы (регион, область, район) состоит из большого количества лесных участков площадью S_j. При этом сумма площадей всех лесных участков равна площади лесного фонда административно-территориальной единицы $S_{ЛФ}$:

$$\sum_{j=1}^{N_y} S_j = S_{ЛФ}, \quad (3)$$

где j и $N_у$ – номер и общее количество лесных участков.

Поэтому для оптимального лесопользования в пределах административно-территориальной единицы необходимо учесть в модели порядка 10^2 ... 10^4 отдельных лесных участков, на которых возможны те или иные виды лесопользования, или комбинация видов лесопользования.

Используем предположение, что сразу на всей площади *i*-го участка осуществляется какой-то вид лесопользования, либо одновременно несколько видов лесопользования.

Для того, чтобы учесть возможность нескольких видов лесопользования на участке *j*, будем использовать такую математическую конструкцию, как вектор $\{\sigma_j\}$, состоящий из $N_в$ элементов (количество видов лесопользования). Элементы вектора $\{\sigma_j\}$ могут принимать значения 0 или 1, причем единица означает, что на участке j осуществляется соответствующий вид лесопользования. Например, если вектор $\{\sigma_j\}$ имеет вид {1, 0, 1, 0 ... 0}, на данном участке осуществляются одновременно первый и третий вид лесопользования.

В этом случае доход государства от сдачи в аренду участка S_j можно рассчитать следующим образом.

$$Д_j^\tau = S_j^\tau \cdot \left(\{\sigma_j^\tau\} \cdot \{r\}\right) = S_j^\tau \sum_{k=1}^{N_в} \sigma_{jk}^\tau \cdot r_k, \quad (4)$$

где (... · ...) – обозначение скалярного произведения векторов; $\{r\}$ – вектор ставок платы за аренду площади; k – номер вида лесопользования.

Тогда доход государства от сдачи в аренду площадей под лесопользование в пределах всей административно-территориальной единицы рассчитывается следующим образом:

$$Д\left(S_j^\tau\right) = \sum_{\tau_1}^{\tau_2} \sum_{j=1}^{N_у} \left(S_j^\tau \sum_{k=1}^{N_в} \sigma_{jk}^\tau \cdot r_k\right). \quad (5)$$

Формула расчета дохода (5) является универсальный и носит фундаментальный характер. Однако для практического использования формы необходимо:

1) использовать информацию о лесных участках административно-территориальной единицы (необходимы таблицы параметров Sj, {σj});

2) дополнить формулу закономерностями пользовательского поведения арендодателей, которые могут быть выражены законами распределения вероятностей (равномерным, логарифмическим, гауссовым, Пуссона).

Результаты исследования и их обсуждение

Моделирование многоцелевого использования лесных угодий должно выходить за рамки неоклассических экономических моделей, которые предполагают, что ресурсы (включая время) всегда мгновенно доступны по заданной цене. Как многоцелевое использование, так и специализация землепользования в значительной степени связаны с пространственным взаимодействием, координацией и транзакциями. Сложно количественно определить, сколько земли следует выделить для специализированного использования и насколько интенсивной должна быть специализация. Однако можно сделать некоторые общие замечания.

Во-первых, вероятно, что в некоторых отдельных областях производство древесины имеет сравнительное преимущество, в то время как в других предоставление экологических продуктов имеет сравнительные преимущества. В областях между этими двумя полюсами совместное производство является наиболее эффективным. Интенсивность специализации землепользования в значительной степени зависит от неоднородности земли (почвы, ландшафта и расстояния до рынка и т. д.). Чем более неоднородна общая земля, тем более вероятно, что большая доля лесных угодий будет принята для специализированного использования.

Во-вторых, специализация использования лесных угодий будет развиваться с изменениями в технологиях. Наряду с технологическими усовершенствованиями и растущим дефицитом экологических ресурсов, площади для специального использования могут расширяться. Этот процесс ускорится, когда размер естественных лесов сократится. Технологические достижения в лесоводстве — еще одна сила, которую не следует недооценивать. С новыми технологиями, посредством выращивания деревьев, коммерческая древесина может стать урожаем, как в сельском хозяйстве, который будет высаживаться, ухаживаться и собираться.

В-третьих, воспринимаемая возросшая относительная редкость недревесной ценности лесов, которая приводит к экологическому давлению с целью сохранения лесов, например, с помощью индикаторов и критериев устойчивого лесоуправления, является еще одной силой, движущей желанием сохранить больше лесов, особенно остающихся естественных лесов.

В-четвертых, большинство видов лесопользования, так или иначе взаимосвязаны и использование какого-то одного ресурса леса может существенно влиять на возможности использования других ресурсов.

В этой связи встает вопрос о выделении критериев совместимости лесопользований. Критерии совместимости лесопользований включают экономические, экологические, социальные и правовые аспекты. Они направлены на обеспечение устойчивого использования

лесов, сохранение их функций и ресурсов, а также учёт интересов местного населения и соблюдение законодательства.

Экономические критерии [8]:

– ставки платы за использование ресурса;
– удаленность от населенных пунктов;
– транспортная доступность;
– соответствие специализации территории.

Экологические критерии[3]:

– тип лесорастительных условий;
– рельеф местности;
– состояние окружающей среды и участка.

Социальные критерии:

– антропогенная нагрузка;
– рекреационная емкость;
– численность населения.

Политико-правовые критерии[13]:

– нормативы лесопользования;
– учёт ограничений, предусмотренных законодательством**.**

Определим совокупность факторов ограничивающих лесопользование:

– транспортная доступность. Данный фактор связан с инфраструктурным обеспечением лесных участков дорогами и т.д.;

– близость к жилым объектам и населенным пунктам. Очевидно, что в данном случае речь идет не просто о транспортной доступности, а территориальной расположенности конкретного лесного участка;

– тип лесорастительных условий, породный и возрастной состав лесных насаждений;

– рельеф местности;

– состояние участка (степень его захламленности, наличие/отсутствие гарей, наличие/отсутствие полезных ископаемых).

Обратимся подробнее к ограничениям различных видов лесопользований применительно к лесодефицитному региону.

В первую очередь, рассмотрим все виды лесопользований, которые могут быть реализованы в лесодефицитном регионе:

– лесозаготовительная деятельность (заготовка древесины);
– использование лесных массивов для ведения охотничьего хозяйства;
– осуществления рекреационной деятельности;
– ведение сельского хозяйства;
– выращивание лесных растений различных видов, выращивания посадочного материала лесных растений (саженцев, сеянцев), создание лесных плантаций и их эксплуатация;
– выполнения работ по геологическому изучению недр, разработке месторождений полезных ископаемых, заготовка пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений;

– строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов;

– ведение образовательной и научно-исследовательской деятельности;

– осуществление религиозной деятельности;

– сбор и заготовка недревесных лесных ресурсов, эксплуатация водохранилищ и иных водных объектов.

Для представленного перечня факторов сформируем перечень факторов, которые ограничивают реализацию конкретного вида лесопользований в лесодефицитных регионах (табл.3).

Таблица 3

Ограничения* по видам лесопользований в лесодефицитных регионах России

Table 3

Restrictions* on types of forest use in forest-deficient regions of Russia

Ограничивающий фактор / Вид лесопользований	транспортная доступность	близость к жилым объектам и населенным пунктам	ТЛУ, породный и возрастной состав лесных насаждений	рельеф местности	состояние участка
лесозаготовительная деятельность	+	–	–	–	–
ведение охотничьего хозяйства	–	+	–	–	–
осуществления рекреационной деятельности	+	–	–	+	+
ведение сельского хозяйства	–				
выращивание лесных растений, посадочного материала, создание и эксплуатация лесных плантаций	+	–	+	+	+
геологическое изучение недр, разработка месторождений полезных ископаемых	–	+	–	+	+
заготовка пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений	–	–	+	+	+
строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов	–	+	–	+	–
ведение образовательной и научно-исследовательской деятельности	+	–	–	–	–
осуществление религиозной деятельности	+	–	–	–	–
сбор и заготовка недревесных лесных ресурсов, эксплуатация водных объектов.	–	–	–	–	+

*+ - фактор ограничивает реализацию вида лесопользования

– - фактор не ограничивает реализацию вида лесопользования

Для дальнейшего использования в модели и на основе представленных допущений и методических замечаний для эффективного управления лесопользованием в лесодефицитных регионах России составлена матрица совместимости видов лесопользования, которая должна позволить выбирать виды лесопользования, совместимые к многоцелевому использованию, с целью обеспечить максимальный доход.

Отметим два важных аспекта, которые были учтены при формировании данной матрицы.

Таблица 4. Матрица совместимости видов лесопользования применительно к лесодефицитному региону
Table 4. Compatibility matrix of forest management types applicable to a forest-deficient region

Вид лесопользований / Type of forest management	лесозаготовительная деятельность / logging activities	ведение охотничьего хозяйства / hunting	осуществления рекреационной деятельности / recreational activities	ведение сельского хозяйства / farming	выращивание лесных растений плантаций / cultivation of forest plants	заготовка пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений / harvesting of food forest resources and medicinal plants	геологическое изучение недр, разработка месторождений полезных ископаемых / geological exploration, development of mineral deposits	строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов / construction, reconstruction, operation of linear facilities	ведение образовательной и научно-исследовательской деятельности / conducting educational and research activities	осуществление религиозной деятельности / religious activities	сбор и заготовка недревесных лесных ресурсов, эксплуатация водных объектов / collection and harvesting of non-timber forest resources, operation of water bodies
лесозаготовительная деятельность / logging activities	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ведение охотничьего хозяйства / hunting	–	+	–	+	–	+	–	+	+	–	+
осуществления рекреационной деятельности / recreational activities	–	–	+	+	–	+	–	+	+	+	+
ведение сельского хозяйства / farming	–	+	+	+	–	+	–	+	+	+	+
выращивание лесных растений / cultivation of forest plants	–	–	–	+	+	+	–	+	+	+	+
заготовка пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений / harvesting of food forest resources and medicinal plants	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+
геологическое изучение недр, разработка месторождений полезных ископаемых / geological exploration, development of mineral deposits	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	–
строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов / construction, reconstruction, operation of linear facilities	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ведение образовательной и научно-исследовательской деятельности / conducting educational and research activities	–	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+
осуществление религиозной деятельности / religious activities	–	–	+	+	+	+	–	+	–	+	+
сбор и заготовка недревесных лесных ресурсов, эксплуатация водных объектов / collection and harvesting of non-timber forest resources, operation of water bodies	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+

Во-первых, временной аспект. В данном исследовании автор исходил из положения, что многоцелевое лесопользование на одном и том же участке может осуществляться в разные периоды времени, и не только одним единственным арендатором. Например, вырубку лесных насаждений можно совмещать с такими видами лесопользования как ведение охотничьего хозяйства, заготовка древесины, пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений и т.д. Однако, это только на начальном этапе и если речь идет только об одном арендаторе, который совмещает несколько видов лесопользования. В случае если это разные арендаторы или вырубка уже осуществлена, то совмещать с вырубкой никакие виды лесопользования, установленные Лесным кодексом, невозможно.

Во-вторых, территориальный аспект. В данном случае целесообразно говорить не о многоцелевом использовании конкретного участка лесного фонда, а о совместной реализации нескольких видов лесопользования на 1 га. Это связано с тем, что каждый вид лесопользования имеет свои ограничения, которые делают невозможным реализацию конкретного вида лесопользования. В тоже время на одном участке (в определенных его частях) могут быть представлены различные ограничения. В этом случае многоцелевое лесопользование на участке невозможно, однако, если говорить о лесотаксационных выделах (ограниченных лесных участках, которые относительно однородны по почвенно-грунтовым условиям, по качественным и количественным показателям произрастающей на них растительности), то в пределах одного участка возможны комбинации различных видов лесопользования в пределах лесотаксационного выдела. Для некоторых видов лесопользования (например, для заготовки древесины) необходимо обеспечить равномерное (постоянное) лесопользование: то есть одну и ту же выделяемую площадь каждый год. Для других видов лесопользования выделяемая площадь может отличаться год от года.

Таким образом, матрицу совместимости применительно к условиям лесодефицитных регионов представим в таблице 4.

Если какой-то элемент матрицы совместимости имеет «+», соответствующие ему два вида лесопользования могут осуществляться одновременно, если «–», то не могут. Данная матрица обладает свойством транзитивности: с помощью нее можно определить совместимы ли три и более видов лесопользования. Например, согласно матрице, выполнение исследований совместимо с рекреацией, а рекреация совместима религиозной деятельностью. Поэтому данные три вида лесопользования могут осуществляться одновременно.

Выводы

Наиболее эффективными видами многоцелевого использования лесов являются комплексные и сильно различающиеся, как в случае использования леса для производства древесины и поглощения парниковых газов. Это, однако, не означает, что комбинирование необходимо реализовывать на каждом лесном участке. Возможно, а может даже предпочтительно, выделить некоторую площадь лесного фонда для интенсивной заготовки деловой древесины, чтобы оставшуюся часть лесных участков активно использовать для выращивания углерод депонирующих насаждений [7]. Теоретически, таким образом, «специализация» одних лесных земель на выращивании древесины для удовлетворения потребностей общества, а других - на предоставлении экологических услуг может быть

полезна обществу. Между этими крайними значениями имеет место непрерывный процесс многоцелевого использования на основе сочетания природных и экономических факторов, осуществляемых мерами государственной политики.

Рассмотренная выше на примерах процедура объединения видов лесопользования в общем виде может быть представлена следующим алгоритмом (рисунок 1).

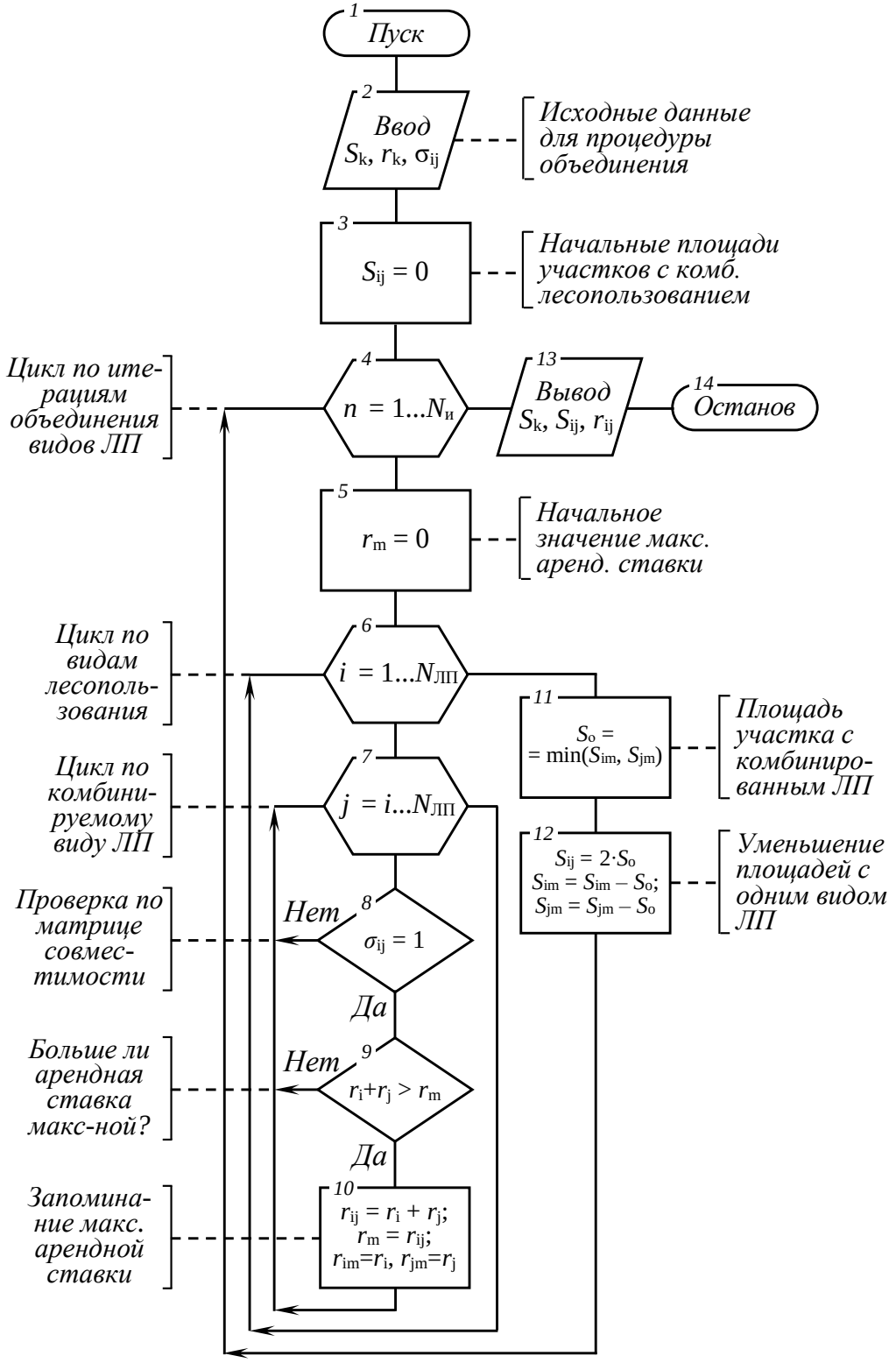

Рисунок 1 – Схема алгоритма процедуры объединения видов лесопользования
Figure 1 – Scheme of the algorithm for the procedure for combining types of forest use

Таким образом, автором выявлено, что ключевым фактором, ограничивающим многоцелевое лесопользование в России, выступает взаимоисключающий характер видов лесопользования. В Российской Федерации леса и лесные земли занимают почти половину площади страны и являются одним из ценнейших центров биоразнообразия. Общая площадь земель лесного фонда составляет более 1,1 млрд. га, а запас древесины оценивается на уровне 79,3 млрд. $м^3$.

Виды лесопользования определяются целевым назначением лесов, при этом законодательно закреплена возможность использования лесного участка из земель лесного фонда для нескольких видов использования [7]. Многоцелевое использование лесов в лесодефицитных регионах позволяет сохранять и приумножать экологический потенциал и социальную значимость леса, на основе долгосрочных и экономически выгодных взаимоотношений между лесопользователями и лесными экосистемами путем сбалансированного подхода к управлению лесными участками [14].

Предложен методический подход к обоснованию перспектив совмещения двух и более видов лесопользования в лесодефицитных регионах России

Предлагаемый подход включает принципы разработки методического инструментария обоснования многоцелевого лесопользования; алгоритм объединения видов лесопользования, включающий шесть циклов; матрицу совместимости видов лесопользования, учитывающая особенности лесодефицитных регионов России, а также принцип соответствия специализации территории, обладающая свойством транзитивности, позволяющая определить возможность совмещения трех и более видов лесопользования.

Принцип временного несоответствия предполагает, что на одном и том же участке различные виды лесопользования могут осуществляться в различные временные периоды и различными пользователями. Данный принцип обусловил необходимость введения категории «приоритетный вид лесопользования». Принцип территориального ограничения предполагает, что на одном и том же участке лесного фонда на различных лесотаксационных выделах (ограниченных лесных участках, которые относительно однородны по почвенно-грунтовым условиям, по качественным и количественным показателям произрастающей на них растительности) могут осуществляться одновременно различные виды лесопользований. Данный принцип обусловил рассмотрение моделей многоцелевого лесопользования не в пределах лесного участка, а на 1 га.

Алгоритм объединения видов лесопользования, включающий шесть циклов: определение возможных к осуществлению видов лесопользования в пределах географической зоны; идентификация ограничений уникальных видов лесопользования; комбинирование возможных к совмещению видов лесопользования; выявление приоритетного вида лесопользования; выявление эффективных видов многоцелевого лесопользования, рекомендуемых к реализации. Матрица совместимости видов лесопользования, учитывающая особенности лесодефицитных регионов России, а также принцип соответствия специализации территории**.** Разработанная матрица обладает свойством транзитивности, позволяющая определить возможность совмещения трех и более видов лесопользования.

С позиций предложенного методического подхода разработан инструментарий оценки

эффективности многоцелевого лесопользования в лесодефицитных регионах России применительно к видам деятельности, ориентированным на использование экосистемных услуг и продуктов леса. Инструментарий включает перечень ограничений по видам лесопользований в лесодефицитных регионах России; критерии совместимости лесопользований и математическую модель, где основным критерием оптимальности и приоритетности лесопользования является максимизация государственного дохода.

В лесодефицитных регионах, где количество лесных участков пригодных для осуществления предпринимательской деятельности небольшое, а на лесозаготовительную деятельность наложены ограничения, наиболее перспективными видами лесопользования остаются виды деятельности ориентированные на использование экосистемных услуг и продуктов леса. При эффективной организации многоцелевого лесопользования производство, съем лесной продукции и услуг с 1 га осуществляется с минимальными совокупными затратами труда при одновременном поддержании благоприятных условий окружающей среды и увеличении поступлений платы за лесопользование в бюджеты разного уровня.

Определены критерии совместимости лесопользований, которые включают экономические (ставки платы за использование ресурса; удаленность от населенных пунктов; транспортная доступность; соответствие специализации территории); экологические (тип лесорастительных условий; рельеф местности; состояние окружающей среды и участка); социальные (антропогенная нагрузка; рекреационная емкость; численность населения); политико-правовые критерии (нормативы лесопользования; учёт ограничений, предусмотренных законодательством).

С учетом предлагаемых критериев разработана математическая модель, где основным критерием оптимальности лесопользования является максимизация государственного дохода.

Библиографический список

1. Григорьева В.В., Соколинская Ю.М. Ключевые направления обеспечения устойчивого развития предпринимательства в лесном секторе экономики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 2 (76). С. 442-448.

2. ЕМИСС. Государственная статистика. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/indicator/38129 (дата обращения 21.08.2025)

3. Зиновьева И.С., Печерская О.А. Особенности устойчивого развития лесного сектора малолесного региона (на примере Воронежской области) // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Т.9. № 1. 2021. – Режим доступа: https://naukaru.ru/ru/nauka/article/42101/view (дата обращения 12.07.2025)

4. Лебедев Ю.В., Исаева Р.П., Толкач О.В. Структура природно-ресурсного потенциала лесов Урала // Проблемы охраны окружающей среды Уральского региона: Сб. Екатеринбург, 1997 С. 133-135.

5. Лопаткина Л.Ф. Экономическая оценка многоцелевого использования леса в агропромышленном комплексе (на примере Новгородской области) / дисс…канд. эконом.наук.. – Великий Новгород, 2000. – 167 с. – EDN NLTRAT.

6. Лямеборшай С.Х. Основные принципы и методы экологического лесопользования / автореф. дисс. ... докт. сельхоз. наук. – Брянск, 2005.– 70 с.

7. Морковина С.С., Колесниченко Е.А., Яковенко Н.В., Шешницан С.С., Водолажский А.Н. Лесовосстановление и углеродный баланс лесных экосистем центральной

лесостепи европейской части России: вызовы и перспективы устойчивого развития // Юг России: экология, развитие. 2025. Т. 20. № 2 (75). С. 107-124.

8. Панкратова Н.Н. Выбор и обоснование видов использования лесов по приоритетности // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2011. №6. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-i-obosnovanie-vidov-ispolzovaniya-lesov-po-prioritetnosti (дата обращения: 20.06.2025).

9. Панкратова Н.Н., Орлов А.М., Ефремов Д.Ф. Многоцелевое использование лесов: проблемы и пути решения // Использование и воспроизводство лесных ресурсов на Дальнем Востоке. 2016. С. 5-20.

10. Пинчуков М.Н. Использование лесов Приморского края // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока. Материалы IV Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. В 4-х частях. 2020. С. 252-262.

11. Писаренко А.И. Защитные леса и защитное лесоводство в устойчивом лесоуправлении // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 1(21). С. 5-17.

12. Писаренко А.И., Страхов В.В. О лесной политике России. 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: Юриспруденция, 2012. – 599 с.

13. Притужалова О. А., Горшкова М.В. Сравнительный анализ требований российского лесного законодательства и лесной сертификации FSC // Сибирский лесной журнал. 2022. № 1. С. 3–19.

14. Радюкова Я.Ю., Архипова Ю.К., Сутягин В.Ю., Колесниченко Е.А. Развитие экосистем в современной экономике: возможности и последствия // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2019. Т. 9. № 6 (35). С. 29-38.

15. Чернякевич Л.М. Структурные и экономические реформы системы государственного лесоуправления и ведения лесного хозяйства. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 260 с.

References

1. Grigoreva V.V., Sokolinskaya Yu.M. Klyuchevie napravleniya obespecheniya ustoichivogo razvitiya predprinimatelstva v lesnom sektore ekonomiki [Key areas for ensuring sustainable development of entrepreneurship in the forest sector of the economy]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernikh tekhnologii = Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018. T. 80. № 2 (76). S. 442-448.

2. EMISS. Gosudarstvennaya statistika. URL: https://www.fedstat.ru/indicator/38129 (data obrashcheniya 21.08.2025)

3. Zinoveva I.S., Pecherskaya O.A. Osobennosti ustoichivogo razvitiya lesnogo sektora malolesnogo regiona (na primere Voronezhskoi oblasti) [Features of sustainable development of the forest sector of a small forest region (on the example of the Voronezh region]. Aktualnie napravleniya nauchnikh issledovanii XXI veka: teoriya i praktika) = Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. T.9. № 1. 2021. URL: https://naukaru.ru/ru/nauka/article/42101/view (data obrashcheniya 12.07.2025)

4. Lebedev Yu.V., Isaeva R.P., Tolkach O.V. Struktura prirodno¬-resursnogo potentsiala lesov Urala [The structure ¬ the natural resource potential of the forests of the Urals]. Problemi okhrani okruzhayushchei sredi Uralskogo regiona =Environmental protection problems of the Ural region. 1997 S. 133-135.

5. Lopatkina L.F. Ekonomicheskaya otsenka mnogotselevogo ispolzovaniya lesa v agropromishlennom komplekse (na primere Novgorodskoi oblasti) [Economic assessment of the multipurpose use of forests in the agro-industrial complex (on the example of the Novgorod region]. Velikii Novgorod, 2000. – 167 s. – EDN NLTRAT.

6. Lyameborshai S.Kh. Osnovnie printsipi i metodi ekologicheskogo lesopolzovaniya [Basic principles and methods of environmental forest management]. Bryansk, 2005.– 70 s.

7. Morkovina S.S., Kolesnichenko Ye.A., Yakovenko N.V., Sheshnitsan S.S., Vodolazhskii A.N. Lesovosstanovlenie i uglerodnii balans lesnikh ekosistem tsentralnoi lesostepi yevropeiskoi chasti Rossii: vizovi i perspektivi ustoichivogo razvitiya [Reforestation and carbon balance of forest ecosystems in the central forest-steppe of the European part of Russia: challenges and prospects for sustainable development] Yug Rossii: ekologiya, razvitie = South of Russia: ecology, development. 2025. T. 20. № 2 (75). S. 107-124.

8. Pankratova N.N. Vibor i obosnovanie vidov ispolzovaniya lesov po prioritetnosti [Selection and justification of forest uses by priority] Izvestiya VUZov. Lesnoi zhurnal = News of universities. Forest Journal. 2011. №6. URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-i-obosnovanie-vidov-ispolzovaniya-lesov-po-prioritetnosti (data obrashcheniya: 20.06.2025).

9. Pankratova N.N., Orlov A.M., Yefremov D.F. Mnogotselevoe ispolzovanie lesov: problemi i puti resheniya [Multipurpose use of forests: problems and solutions]. Ispolzovanie i vosproizvodstvo lesnikh resursov na Dalnem Vostoke = Use and reproduction of forest resources in the Far East. 2016. S. 5-20.

10. Pinchukov M.N. Ispolzovanie lesov Primorskogo kraya [The use of forests of the Primorsky Territory]. Rol agrarnoi nauki v razvitii lesnogo i selskogo khozyaistva Dalnego Vostoka = The role of agrarian science in the development of forestry and agriculture in the Far East. 2020. S. 252-262.

11. Pisarenko A.I. Zashchitnie lesa i zashchitnoe lesovodstvo v ustoichivom lesoupravlenii [Protective forests and protective forestry in sustainable forest management]. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Volga State Technological University. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. 2014. № 1(21). S. 5-17.

12. Pisarenko A.I., Strakhov V.V. O lesnoi politike Rossii [On the forest policy of Russia]. Moskva: Yurisprudentsiya, 2012. 599 s.

13. Prituzhalova O. A., Gorshkova M.V. Sravnitelnii analiz trebovanii rossiiskogo lesnogo zakonodatelstva i lesnoi sertifikatsii FSC [Comparative analysis of the requirements of Russian forest legislation and forest certification FSC]. Sibirskii lesnoi zhurnal = Siberian Forest Journal. 2022. № 1. S. 3–19.

14. Radyukova Ya.Yu., Arkhipova Yu.K., Sutyagin V.Yu., Kolesnichenko Ye.A. Razvitie ekosistem v sovremennoi ekonomike: vozmozhnosti i posledstviya [Development of ecosystems in the modern economy: opportunities and consequences] Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Izvestia South-Western State University. 2019. T. 9. № 6 (35). S. 29-38.

15. Chernyakevich L.M. Strukturnie i ekonomicheskie reformi sistemi gosudarstvennogo lesoupravleniya i vedeniya lesnogo khozyaistva [Structural and economic reforms of the state forest management and forestry system]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2004. 260 s.

Сведения об авторах

✉ Топчеев Андрей Николаевич, аспирант кафедры менеджмента и экономики предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087 Российская Федерация, tot0072655@mail.ru

Information about the authors

Topcheev Andrey Nikolaevich, graduate student of Department of Management and Entrepreneurship Economics, G.F. Morozov Voronezh State Forestry University, 8 Timiryazeva Street, Voronezh, Russian Federation, 394087 Russian Federation, tot0072655@mail.ru

✉ **- Для контактов/Corresponding**

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-94-104

УДК 338

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОНОМИКИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Алексей Н. Шевченко[1], al-shevc@yandex.ru, 0000-0001-8044-5891

[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия*

Аннотация

В данной статье представлен комплекс междисциплинарных исследований теоретических основ экономики ресурсосберегающего земледелия (РСЗ) как формирующейся научной парадигмы. В работе систематизированы и проанализированы ключевые концепции, определяющие переход от ресурсоемкой аграрной модели к ресурсовоспроизводящей. Детально проанализированы три фундаментальных агротехнических принципа РСЗ (минимальное нарушение почвы, постоянное почвенное покрытие, севообороты) и их трансформация в факторы экономической эффективности через призму изменения структуры издержек и доходов. В статье предложена структура экономического механизма РСЗ, освещены особенности переходного периода и необходимость интегральной оценки эффективности, выходящей за рамки традиционного ROI и включающей учет экосистемных услуг и стоимости природного капитала. Особое внимание уделено макроэкономическим и институциональным условиям, необходимым для массового внедрения РСЗ, включая адекватные инструменты государственной поддержки, развитие «зеленого» финансирования и информационной инфраструктуры. В работе также классифицированы основные экономические, информационные и поведенческие барьеры для перехода и предложены пути их преодоления. В заключении сформулированы перспективные направления научных исследований в данной области и обоснована роль экономики РСЗ как стратегического императива для обеспечения продовольственной безопасности и экологической устойчивости в XXI веке.

Ключевые слова: ресурсосберегающее земледелие, экономическая эффективность, устойчивое развитие, экстерналии, природный капитал, точное земледелие, экономический механизм, рентабельность.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Шевченко А.Н. Научно-практические основы экономики ресурсосберегающего земледелия / А.Н. Шевченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 94-104. – *Библиогр.: с. 102-104 (12 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-94-104.

SCIENTIFIC AND PRACTICAL FOUNDATIONS OF THE ECONOMICS OF RESOURCE-SAVING AGRICULTURE

Aleksey N. Shevchenko✉[1], al-shevc@yandex.ru, 0000-0001-8044-5891

[1]*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation*

Abstract

This article presents a complex of interdisciplinary studies of the theoretical foundations of the economy of resource-saving farming (RSF) as an emerging scientific paradigm. The work systematizes and analyzes the key concepts that determine the transition from a resource-intensive agricultural model to a resource-producing one. Three fundamental agrotechnical principles of RSF (minimal soil disturbance, permanent soil cover, and crop rotations) are analyzed in detail, and their transformation into economic efficiency factors is examined through the lens of changes in the structure of costs and revenues. The article proposes a structure for the economic mechanism of the RSD, highlights the features of the transition period, and emphasizes the need for an integrated assessment of efficiency that goes beyond traditional ROI and includes the consideration of ecosystem services and the value of natural capital. Special attention is paid to the macroeconomic and institutional conditions necessary for the mass implementation of RSE, including adequate government support tools, the development of green financing, and information infrastructure. The paper also classifies the main economic, informational, and behavioral barriers to transition and proposes ways to overcome them. In conclusion, promising areas of research in this field are formulated, and the role of the RSE economy is justified as a strategic imperative for ensuring food security and environmental sustainability in the 21st century.

Keywords: resource-saving agriculture, economic efficiency, sustainable development, externalities, natural capital, precision agriculture, economic mechanism, profitability.

Conflict of interest: The author declared that there was no conflict of interest.

***For citation*:** Shevchenko A. N. (2025) Scientific and practical foundations of the economics of resource-saving agriculture. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice] Vol. 13, No. 4 (71), pp. 94-104 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-94-104.

Введение

Современное мировое сельское хозяйство стоит перед лицом парадоксальной задачи: необходимостью увеличивать производство продовольствия для растущего населения при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду и сохранении исчерпаемых ресурсов. Традиционные системы земледелия, основанные на интенсивном

использовании средств химизации, глубокой вспашке и монокультурах, во многом исчерпали свой потенциал, приведя к деградации почв, загрязнению водных ресурсов, потере биоразнообразия и высокой зависимости от невозобновляемых источников энергии.

В этом контексте экономика ресурсосберегающего земледелия (Resource-Saving Agriculture Economics) формируется как новая научная и практическая парадигма. Ее предметом является изучение экономических отношений, закономерностей и механизмов, возникающих в процессе производства сельскохозяйственной продукции, направленном на минимизацию использования внешних ресурсов при сохранении или повышении рентабельности и обеспечении экологической устойчивости [4,8].

Объектами исследования экономики ресурсосберегающего земледелия выступают:

1. Агроэкосистема как экономический актив: почва**:** основной объект управления и инвестирования. Исследуются ее плодородие как возобновляемый природный капитал, баланс гумуса, водно-физические свойства и биологическая активность; биота (почвенная и наземная): рассматривается как провайдер экосистемных услуг (опыление, биологический контроль вредителей, минерализация), снижающий затраты на внешние ресурсы; круговороты питательных элементов и воды: анализируются с точки зрения замкнутости циклов и эффективности их использования, что напрямую влияет на статью затрат на удобрения и орошение.

2. Хозяйствующие субъекты и их экономическое поведение: **с**ельскохозяйственные предприятия различных форм собственности и масштаба (от крестьянских (фермерских) хозяйств до крупных агрохолдингов). Изучаются их мотивация, восприятие рисков, способность к инвестированию и адаптации в переходный период; экономические показатели деятельности: трансформация структуры издержек, доходов, рентабельности и финансовой устойчивости при переходе на РСЗ.

3. Технологические системы и практики: конкретные технологические комплексы (No-till, Strip-till, использование покровных культур, адаптированные севообороты, точное земледелие); их сравнительная экономическая эффективность, капиталоемкость и требования к менеджменту.

4. Институциональная и рыночная среда: государственные институты: системы субсидий, налогообложения, нормативного регулирования, научно-консультационной поддержки; рынки: рынки «зеленой» продукции, углеродных кредитов, специализированной техники и семян, «зеленых» финансов; информационная инфраструктура: системы мониторинга, сертификации, обмена знаниями.

5. Экстерналии (внешние эффекты): Положительные (секвестрация углерода, очистка воды, сохранение биоразнообразия) и отрицательные (эрозия, загрязнение), их стоимостная оценка и механизмы интернализации (включения в экономические расчеты хозяйств).

Генезис концепции уходит корнями в работы таких ученых, как А. Т. Болотов, В. В. Докучаев, П. А. Костычев, которые заложили основы почвозащитного землепользования [1]. Однако как системная экономическая теория она начала формироваться во второй половине XX века под влиянием:

1. Теории устойчивого развития (sustainable development), поставившей во главу угла баланс экономических, социальных и экологических целей.

2. Концепции природного капитала, рассматривающей плодородие почв, чистую воду и биоразнообразие как критически важный актив, требующий инвестиций и воспроизводства.

3. Экономической теории экстерналий (внешних эффектов), которая позволила количественно оценить скрытые издержки традиционного земледелия (например, затраты на очистку воды от нитратов) и выгоды ресурсосберегающего (например, секвестрация углерода).

Таким образом, ресурсосберегающее земледелие — это не просто набор агротехнологий, а целостная экономическая система, пересматривающая подходы к управлению основными факторами производства: землей, трудом и капиталом.

Принципы и компоненты исследования

Теоретический фундамент экономики ресурсосберегающего земледелия базируется на трех взаимосвязанных принципах, которые были сформулированы Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО):

1. Минимальное нарушение почвы (No-till, Strip-till). Отказ от отвальной вспашки в пользу прямого посева или поверхностной обработки. С экономической точки зрения это приводит к резкому сокращению затрат на ГСМ, амортизацию техники и трудозатраты. Почва из средства производства превращается в объект долгосрочных инвестиций.

2. Постоянное почвопокровное покрытие. Использование покровных культур, сидератов и мульчирование пожнивными остатками. Экономический эффект заключается в снижении затрат на эрозию (сохранение гумуса), борьбу с сорняками (подавление их роста), а также в дополнительном источнике органического вещества и азота (снижение потребности в синтетических удобрениях) [9,10].

3. Севообороты и разнообразие культур. Введение в rotation бобовых, многолетних трав и культур с различной корневой системой. Это диверсифицирует производство, снижая рыночные и биологические риски, разрывает циклы вредителей и болезней, что ведет к экономии на СЗР, и улучшает структуру почвы.

Эти три принципа формируют системный экономический эффект, когда результат от их совместного применения превосходит сумму эффектов от каждого по отдельности. Помимо них, важными компонентами являются:

- Интегрированное управление питательными веществами (ИУПВ): точный расчет доз удобрений на основе почвенной и растительной диагностики.
- Интегрированная защита растений (ИЗР): приоритет биологических и агротехнических методов над химическими.
- Точное земледелие: использование GPS, ГИС и датчиков для дифференцированного внесения ресурсов, что максимизирует отдачу от каждой единицы вложений.

Экономический механизм ресурсосберегающего земледелия

Экономический механизм реализации ресурсосберегающей модели можно представить как цепь преобразований в структуре издержек и доходов сельхозпроизводителя.

1. Трансформация структуры издержек:

- Снижающиеся статьи затрат:

– ГСМ и энергия: на 50-70% за счет сокращения количества операций.

– Амортизация техники: меньший износ и потребность в мощном тракторном парке.

– Удобрения: экономия за счет биологической фиксации азота и более эффективного использования питательных веществ.

– СЗР: снижение потребности в гербицидах и инсектицидах при налаженной системе.

– Оплата труда: сокращение времени и количества персонала на полевых работах.

- Растущие или новые статьи затрат:

– Интеллектуальные ресурсы: затраты на консультации, обучение, аналитику.

– Семена: покупка специализированных сортов и покровных культур.

– Мониторинг и диагностика: услуги агроскаутинга, почвенные анализы, приобретение оборудования для точного земледелия.

2. Изменение структуры доходов и рисков:

- Стабильность урожая: система становится более устойчивой к засухам и экстремальным погодным явлениям благодаря повышенной влагоемкости почвы.
- Диверсификация доходов: возможность получать выручку от продажи семян покровных культур, участия в углеродных рынках (секвестрация углерода в почве).
- Снижение производственных рисков: уменьшение зависимости от колебаний цен на нефть и минеральные удобрения.

Переходный период (3-5 лет) является ключевым вызовом. В это время затраты могут оставаться высокими (приобретение новой сеялки, адаптация системы), а урожайность — несколько проседать, пока не восстановится почвенная биота и не начнут в полной мере работать биологические механизмы. Это требует от предприятия финансовой "подушки безопасности" и стратегического планирования [2].

Оценка экономической эффективности: Beyond ROI

Оценка эффективности ресурсосберегающего земледелия не может ограничиваться традиционными показателями рентабельности (Return on Investment - ROI). Необходим интегральный подход, учитывающий:

1. Сравнительный анализ удельных издержек: расчет стоимости производства 1 центнера зерна или другой продукции. Как правило, в ресурсосберегающих системах при возможно несколько меньшей урожайности, себестоимость оказывается ниже за счет радикального сокращения затрат [3].

2. Учет экологических экстерналий:

– Положительные внешние эффекты (выгоды для общества): очистка воды, секвестрация углерода, сохранение биоразнообразия. Эти преимущества постепенно начинают монетизироваться через системы "зеленых" платежей и углеродных кредитов.

– Избежание отрицательных экстерналий (сэкономленные общественные издержки): сельхозпроизводитель, применяя ресурсосберегающие практики, не создает затрат для общества на ликвидацию последствий эрозии или загрязнения вод.

3. Оценка стоимости природного капитала: Основной актив — плодородие почвы — должен рассматриваться как возобновляемый капитал. Ресурсосберегающее земледелие является формой инвестирования в природный капитал. Методы оценки включают мониторинг содержания гумуса, инфильтрационной способности почвы и активности почвенной биоты. Рост этих показателей напрямую коррелирует с долгосрочной экономической устойчивостью предприятия [7].

4. Анализ устойчивости к шокам (Resilience Analysis): Способность агросистемы выдерживать засухи, наводнения, ценовые колебания. Экономическая ценность устойчивости может быть оценена через анализ избегания потерь.

Макроэкономические и институциональные аспекты

Развитие экономики ресурсосберегающего земледелия невозможно без поддержки на макроуровне и создания благоприятных институтов.

1. Государственное регулирование и поддержка:

– Субсидии и компенсации: не на приобретение ресурсов (топливо, удобрения), а на внедрение конкретных практик (no-till, покровные культуры), сертификацию органического производства, приобретение оборудования для точного земледелия.

– "Зеленые" закупки: приоритет для продукции, произведенной по устойчивым стандартам в госучреждениях.

– Экологические платежи и налоги: введение налога на выбросы углерода или системы платежей за экосистемные услуги, что делает ресурсосберегающие модели финансово более привлекательными [5,6].

2. Развитие аграрной науки и образования: Переориентация аграрных вузов и НИИ с ресурсодобывающей парадигмы на ресурсовоспроизводящую. Подготовка новых кадров — агрономов-экономистов, способных к системному мышлению.

3. Информационная инфраструктура: Создание детализированных карт почв, систем дистанционного мониторинга состояния посевов, платформ для обмена данными между фермерами.

4. Доступ к "зеленым" финансам: Развитие программ кредитования под низкий процент для хозяйств, внедряющих устойчивые практики, с учетом их долгосрочного экономического эффекта.

Несмотря на очевидные преимущества, массовому переходу на ресурсосберегающие модели мешает ряд барьеров.

Таблица 1

Барьеры внедрения и пути их преодоления

Table 1

Barriers to implementation and ways to overcome them

Барьер	**Экономическая сущность**	**Пути преодоления**
Высокие первоначальные инвестиции	Необходимость покупки специализированной техники (сеялки прямого посева), систем мониторинга.	Лизинг техники, государственные софинансируемые программы, кооперация мелких хозяйств для совместного использования оборудования.
Дефицит знаний и информации	Высокие транзакционные издержки на поиск и верификацию информации, отсутствие проверенных локальных решений.	Создание демонстрационных полигонов, развитие системы консультационной поддержки (государственной и частной), фермерские школы.
Инерция мышления и консерватизм	Нежелание менять устоявшиеся, хоть и неэффективные, практики. Риск потери репутации в случае неудачи.	Пропаганда успешных кейсов, вовлечение отраслевых лидеров в качестве амбассадоров, образовательные программы для руководителей.
Отсутствие краткосрочной отдачи	"Яма" переходного периода, когда затраты есть, а полная отдача еще не достигнута.	Разработка поэтапных планов перехода, предоставление государством переходных субсидий, привлечение "зеленых" инвестиций под будущие экологические выгоды.
Неразвитость рынков	Отсутствие стабильного спроса и ценовых надбавок на "устойчивую" продукцию, неразвитость углеродных рынков.	Формирование брендов "устойчивой" продукции, развитие системы добровольной сертификации, лобирование за создание национальных углеродных программ.

Результаты исследования и их обсуждение

Теоретический анализ экономики ресурсосберегающего земледелия (РСЗ) и обобщение широкого спектра эмпирических данных позволяют сформулировать следующие ключевые результаты:

1. Структура экономического механизма РСЗ имеет специфический, двухфазный характер. Результатом анализа является модель, четко разделяющая переходный период (3-7 лет**)** и период стабильного функционирования системы.

- В переходный период экономические результаты носят инвестиционный характер: происходит перераспределение статей бюджета от операционных затрат (ГСМ, ремонт, оплата труда) к капитальным (спецтехника, обучение, диагностика). Финансовый результат (прибыль) может временно снижаться или оставаться неустойчивым, в то время как ключевым положительным результатом является прекращение деградации и начало восстановления почвенного капитала.
- В долгосрочной стабильной фазе формируется новая структура издержек с высокой долей интеллектуальных затрат и низкой долей материально-энергетических. Результат — снижение себестоимости единицы продукции на 15-40% (в зависимости от

культуры и региона) и повышение финансовой устойчивости за счет снижения зависимости от волатильных цен на топливо и минеральные удобрения.

2. Интегральная экономическая эффективность РСЗ существенно превосходит показатели традиционных систем при учете полного цикла и экстерналий. Исследование показывает, что сравнение только по урожайности или краткосрочной рентабельности некорректно. Ключевые количественные и качественные результаты:

- Энергетическая эффективность: Затраты невозобновляемой энергии на единицу продукции снижаются на 30-70%.
- Устойчивость к климатическим рискам: Системы РСЗ демонстрируют более стабильную урожайность в засушливые годы (разница может достигать 20-30% в пользу РСЗ) благодаря повышенной влагоемкости почвы [11].
- Стоимость воспроизводимых экосистемных услуг: Предварительные оценки для условий лесостепной зоны показывают, что стоимость услуг по секвестрации углерода (0.5-1.0 т/га/год), снижению эрозии и очистке воды может составлять 30-100 USD/га/год, что является скрытым доходом и потенциальным источником монетизации (через углеродные кредиты, «зеленые» платежи).

3. Главным экономическим барьером является не недостаток технологий, а несоответствие институциональной среды и критериев оценки. Результат исследования барьеров выявляет системную проблему:

- Действующие системы субсидий часто стимулируют затраты (на ГСМ, удобрения), а не результаты (сохранение гумуса, качество воды) [12].
- Кредитные организации не имеют методик для оценки долгосрочного природного капитала хозяйства как залоговой стоимости, требуя краткосрочной отдачи.
- Таким образом, результат внедрения РСЗ упирается в необходимость параллельной трансформации не только агротехнологий, но и институтов.

4. Успешность перехода критически зависит от масштаба хозяйства и качества управления, а не только от почвенно-климатических условий. Анализ кейсов показывает, что:

- Крупные агрохолдинги быстрее преодолевают технологический барьер (доступ к капиталу для закупки техники), но сталкиваются с проблемой управленческой инерции и необходимости переобучения большого числа персонала.
- Малые фермерские хозяйства более гибки и мотивированы к сохранению земли, но испытывают дефицит капитала и доступа к знаниям. Для них ключевым результатом может стать кооперация для совместного использования ресурсов.
- Наиболее значимым экономическим результатом является повышение квалификации управленца, который начинает мыслить категориями управления биологическими и почвенными процессами, а не просто механического выполнения операций.

5. Экономика РСЗ создает предпосылки для формирования новых рынков и бизнес-моделей. К числу перспективных результатов ее развития можно отнести:

- Рынок услуг по агроэкологическому консалтингу и мониторингу (почвенные анализы, картография урожайности).

- Рынок семян специализированных покровных и сидеральных культур.
- Рынок углеродных единиц, генерируемых агросектором, что может стать новым существенным источником дохода для сельхозпроизводителей.

Выводы

Теоретические основы экономики ресурсосберегающего земледелия представляют собой крепкую и динамично развивающуюся систему знаний. Эта дисциплина доказывает, что экологическая и экономическая эффективность в долгосрочной перспективе не являются антагонистами, а, напротив, взаимно обуславливают друг друга.

Ключевой вывод заключается в том, что ресурсосберегающее земледелие — это стратегия управления, а не просто технология. Оно требует перехода от мышления "контроля над природой" к мышлению "управления агроэкосистемами", где человек выступает в роли рачительного инвестора, вкладывающегося в свой главный актив — землю.

Перспективные направления дальнейших исследований:

1. Разработка стандартизированных методик для оценки и монетизации экосистемных услуг, предоставляемых ресурсосберегающими агросистемами.
2. Экономическое моделирование углеродного следа сельхозпродукции и создание прозрачных механизмов торговли углеродными единицами.
3. Исследование синергии между ресурсосберегающим земледелием, цифровизацией (AI, Big Data) и новыми биотехнологиями.
4. Адаптация принципов к специфике различных почвенно-климатических зон и организационно-правовых форм хозяйствования.

В условиях глобальной климатической нестабильности, роста цен на энергоресурсы и обострения проблем с продовольственной безопасностью, экономика ресурсосберегающего земледелия перестает быть альтернативным вариантом, а становится стратегическим императивом для будущего всего агропромышленного комплекса. Успех будет зависеть от консолидированных усилий самих аграриев, государства, науки и финансовых институтов.

Библиографический список

1. Докучаев В.В. Русский чернозем. — М.: Изд-во АН СССР, 1949. — 640 с. (Фундаментальный труд, заложивший основы научного почвоведения и идеи рационального землепользования).
2. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. — М.: Колос, 1996. — 367 с. (Классическая работа по агроэкологии, формирующая системный взгляд на взаимодействие сельского хозяйства и окружающей среды).
3. Altieri M.A. Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture. — 2nd ed. — Boulder: Westview Press, 1995. — 433 p. (Базовый труд по агроэкологии, связывающий экологические принципы с социально-экономическими аспектами ведения сельского хозяйства).
4. FAO. Save and Grow: A Policymaker’s Guide to the Sustainable Intensification of Smallholder Crop Production. — Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. — 116 p. (Ключевой политический документ ФАО, продвигающий концепцию устойчивой интенсификации как основы ресурсосбережения).

5. Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. — 2008. — Vol. 363, № 1491. — P. 543–555. (Научная статья, обобщающая глобальный опыт и принципы сохранного (conservation) земледелия).

6. Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security // Science. — 2004. — Vol. 304, № 5677. — P. 1623–1627. (Важное исследование, обосновывающее роль почвенного углерода и агропрактик в смягчении климатических изменений).

7. Pretty J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. — 2008. — Vol. 363, № 1491. — P. 447–465. (Статья, предлагающая четкие концептуальные рамки и количественные доказательства экономической и экологической эффективности устойчивых аграрных систем).

8. Светлов Н.М., Светлова Е.Н. Экономика природопользования и ресурсосбережения: учебник. — М.: Юрайт, 2021. — 452 с. (Современный учебник, раскрывающий теоретико-методологические основы оценки природного капитала и управления экстерналиями).

9. Ресурсосберегающее земледелие / Под ред. А.И. Бараева, А.Л. Иванова. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. — 480 с. (Коллективная монография, обобщающая российский и зарубежный опыт, включая экономические аспекты).

10. Тарханов О.В., Лысенко Е.Г. Экономическая эффективность технологий прямого посева в степной зоне Южного Урала // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. — 2019. — № 5. — С. 25–30. (Пример прикладного исследования, содержащего конкретные расчеты изменения структуры издержек).

11. Крячков И.В. Формирование механизма «зеленого» финансирования агропромышленного комплекса // Финансы и кредит. — 2021. — Т. 27, № 1 (793). — С. 88–108. (Анализ современных финансовых инструментов, способствующих переходу на устойчивые практики).

12. The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB) for Agriculture and Food: Scientific and Economic Foundations. — Geneva: UN Environment, 2018. — 100 p. (Авторитетный международный отчет, предоставляющий комплексную научно-экономическую базу для учета экосистемных услуг в агропродовольственных системах).

References

1. Dokuchaev, V.V. Russian Chernozem. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1949. 640 p. (A fundamental work that laid the foundations of scientific soil science and the idea of rational land use).

2. Kiryushin, V.I. Ecological Foundations of Agriculture. Moscow: Kolos, 1996. 367 p. (A classic work on agroecology that provides a systematic view of the interaction between agriculture and the environment).

3. Altieri, M.A. Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture. 2nd ed. Boulder: Westview Press, 1995. 433 p. (A fundamental work on agroecology that connects ecological principles with the socio-economic aspects of agriculture).

4. FAO. Save and Grow: A Policymaker’s Guide to the Sustainable Intensification of Smallholder Crop Production. — Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. — 116 p. (A key FAO policy document promoting the concept of sustainable intensification as a basis for resource conservation).

5. Hobbs P.R., Sayre K., Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. — 2008. — Vol. 363, № 1491. — P. 543–555. (A scientific article summarizing the global experience and principles of conservation agriculture).

6. Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security // Science. — 2004. — Vol. 304, No. 5677. — P. 1623–1627. (An important study that substantiates the role of soil carbon and agricultural practices in mitigating climate change).

7. Pretty J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. — 2008. — Vol. 363, No. 1491. — P. 447–465. (An article that offers a clear conceptual framework and quantitative evidence of the economic and environmental effectiveness of sustainable agricultural systems).

8. Svetlov N.M., Svetlova E.N. Economics of Environmental Management and Resource Conservation: Textbook. — Moscow: Yurayt, 2021. — 452 p. (A modern textbook that reveals the theoretical and methodological foundations of natural capital assessment and externality management).

9. Resource-Saving Agriculture / Edited by A.I. Baraev and A.L. Ivanov. — Moscow: Rosinformagrotekh, 2014. — 480 p. (A collective monograph summarizing Russian and foreign experience, including economic aspects).

10. Tarkhanov O.V. and Lysenko E.G. Economic Efficiency of Direct Sowing Technologies in the Steppe Zone of the Southern Urals // Economics of Agricultural and Processing Enterprises. — 2019. — No. 5. — Pp. 25–30. (An example of an applied study containing specific calculations of changes in the cost structure).

11. Kryachkov I.V. Formation of the Mechanism of Green Financing of the Agro-Industrial Complex // Finance and Credit. — 2021. — Vol. 27, No. 1 (793). — Pp. 88–108. (Analysis of Modern Financial Instruments Contributing to the Transition to Sustainable Practices).

12. The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB) for Agriculture and Food: Scientific and Economic Foundations. — Geneva: UN Environment, 2018. — 100 p. (An authoritative international report providing a comprehensive scientific and economic basis for accounting for ecosystem services in agri-food systems).

Сведения об авторах

✉ *Шевченко Алексей Николаевич* – кандидат экон. наук, доцент кафедры мировой и национальной экономики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4706-9868, e-mail: al-shevc@yandex.ru.

Information about the authors

✉ *Shevchenko Aleksey Nikolaevich* – candidate of economics. Sciences, Associate Professor of the Department of global and national economy, Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova", st. Timiryazeva, 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4706-9868, e-mail: al-shevc@yandex.ru.

✉ - Для контактов/Corresponding author

СЛОВО ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ МИРОВОЙ И НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ ВГЛТУ

Юбилейный выпуск журнала, посвященный 95-летию ВГЛТУ, ориентирован на решение проблем, относящихся к вопросам современного функционирования и устойчивого развития региональных экономических систем, которые неразрывно связаны с эффективным управлением их природно-ресурсным потенциалом, центральное место в котором занимает лесной капитал.

В условиях нарастающих глобальных экологических вызовов и требований перехода к «зеленой» экономике, регионы сталкиваются с необходимостью пересмотра традиционных моделей землепользования и поиска баланса между экономическими интересами и экологической безопасностью. Особую актуальность приобретает проблема пространственной неоднородности регионов по критериям эффективности воспроизводства и использования природных благ. Кластеризация регионов на основе эффективности мероприятий по воспроизводству природного капитала лесов позволяет выявить типичные модели управления, выделить регионы-лидеры и аутсайдеры, а также адаптировать государственную экологическую и экономическую политику с учетом территориальной специфики, разработать научно обоснованные подходы к интеграции экологического компонента в систему экономических приоритетов региона, обеспечивающих его переход к модели сбалансированного и устойчивого к рискам развития.

Доктор экономических наук,

Профессор

Заведующий кафедрой мировой и национальной экономики

ВГЛТУ *Яковлева Е.А.*

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-106-126

УДК 33

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА ЛЕСОВ

Михаил В. Драпалюк[1], michael1@yandex.ru, 0000-0002-8029-2706
Светлана С. Морковина[1], tc-sveta@mail.ru, 0000-0003-3776-5181
Анна В. Иванова[1]✉, anna_iv_1989@mail.ru, 0000-0002-3972-4378
Павел С. Моисеев[2], post@tsutmb.ru, 0000-0003-2955-0324
Николай Н. Макаренко[1], kolea8mk@mail.ru

[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия*

[2]*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», ул. Интернациональная, 33, г. Тамбов, 392000, Россия*

Аннотация

Для решения проблемы сохранения лесов, обеспечения их устойчивого существования и поддержания депонирующей функции в связи с изменением климата необходимо осуществление адаптационных мероприятий. Эти меры включают как усиление существующих методов воспроизводства, охраны и защиты лесов, так и разработка новых, климатически обусловленных практик в лесном хозяйстве. Таким образом, лесохозяйственные мероприятия должны строиться путем подбора и их комбинаций в соответствии с основополагающими принципами ведения лесного хозяйства в разрезе схожих условий, складывающихся за ряд последних лет в региональных системах лесного хозяйства, которые бы обеспечивали эффективность по воспроизводству природного капитала лесов.

С учетом поставленных задач в настоящем исследовании проведена кластеризация региональных систем лесного хозяйства, дополненная матричным анализом. Кластеризация позволила сегментировать региональные системы по уровню эффективности мероприятий по воспроизводству природного капитала лесов на основе двух показателей - «Доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли» и «Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений. В то время как матричный подход позволил выявить причины недостаточной эффективности процессов воспроизводства лесов.

При оценке результатов кластеризации региональных системах лесного хозяйства по уровню эффективности лесовосстановления, методом комбинаторики, было выявлено, что значительное количество субъектов (порядка 10 субъектов) попадает в зоны с низкой эффективностью воспроизводства лесов по причине недостаточных объемов лесовосстановления для компенсации объемов выбытия лесов в течении длительного

периода. 66 регионов характеризуются относительно стабильной ситуацией с лесовосстановлением и переводом лесных культур в покрытую лесом площадь, особенно в зонах, для которых характерен баланс выбытия и воспроизводства лесов. И только в 13 регионах имеет место длительное превышение объемов создания лесных культур над объемами выбытия лесов, в первую очередь по площади. Для этой зоны характерны показатели высокой приживаемости и как следствие перевода лесных культур в покрытую лесом площадь. Таким образом полученная модель сегментирования региональных систем лесного хозяйства с одной стороны отражает накопленные проблемы в области воспроизводства лесов, а с другой является обоснованием для модернизации действующих правил лесовосстановления, в силу существенных изменений климата и возрастания антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: кластеризация, сегментирование, метод комбинаторики, региональные системы лесного хозяйства, природный капитал лесов, депонирующая функция, адаптационные лесохозяйственные мероприятия, изменение климата, эффективность воспроизводства лесов в лесном хозяйстве.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: *работа выполнена в рамках государственного контракта №0373100032224000014 от «14» июня 2024 г. на выполнение научно-исследовательской работы по теме: «Разработка комплекса научно обоснованных мер регулирования по обеспечению низкоуглеродного развития лесного хозяйства в целях достижения показателей Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов».*

Для цитирования: Драпалюк М.В., Морковина С.С., Иванова А.В., Моисеев П.С., Макаренко Н.Н. Кластеризация регионов на основе критериев эффективности мероприятий по воспроизводству природного капитала лесов / М.В. Драпалюк, С.С. Морковина, А.В. Иванова, П.С. Моисеев, Н.Н. Макаренко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 106-126. – Библиогр.: с. 121-125 (25 назв.). – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-106-126.

CLUSTERING OF REGIONS BASED ON THE EFFECTIVENESS OF MEASURES FOR THE RESTORATION OF NATURAL CAPITAL FORESTS

Mikhail V. Drapalyuk[1], michael1@yandex.ru, 0000-0002-8029-2706
Svetlana S. Morkovina[1], tc-sveta@mail.ru, 0000-0003-3776-5181
Anna V. Ivanova[1]✉, anna_iv_1989@mail.ru, 0000-0002-3972-4378
Pavel S. Moiseev[2], post@tsutmb.ru, 0000-0003-2955-0324
Nikolay N. Makarenko[1], kolea8mk@mail.ru

[1] *Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazeva str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation*

[2] *Derzhavin Tambov State University, Internationalnaya str., 33, Tambov, 392000, Russian Federation*

Abstract

To address the issue of forest conservation, ensuring their sustainable existence, and maintaining their forest storage function in the face of climate change, adaptation measures are necessary. These measures include strengthening existing methods of forest restoration, conservation, and protection, as well as developing new, climate-sensitive forestry practices. Thus, forestry measures should be designed through the selection and combination of measures in accordance with fundamental forest management principles, taking into account similar conditions that have developed over several years in regional forestry systems, ensuring the effective restoration of forest natural capital.

Taking into account the objectives set forth in this study, a clustering of regional forestry systems was conducted, supplemented by matrix analysis. Clustering allowed us to segment regional systems by the effectiveness of measures to restore forest natural capital based on two indicators: "The share of forest plantations converted to forested land" and "The ratio of the area of reforestation and afforestation to the area of felled and dead forest stands." The matrix approach allowed us to identify the causes of inefficient forest restoration processes.

Assessing the results of clustering regional forestry systems by reforestation efficiency using a combinatorial analysis method, it was revealed that a significant number of regions (approximately 10 regions) fall into zones with low forest restoration efficiency due to insufficient reforestation to compensate for forest loss over a long period. Sixty-six regions are characterized by a relatively stable situation with reforestation and the conversion of forest plantations to forested areas, especially in zones characterized by a balance between forest loss and reforestation. Only 13 regions have experienced a long-term excess of forest plantation creation over forest loss, primarily in terms of area. This zone is characterized by high survival rates and, as a result, the conversion of forest plantations to forested areas. Thus, the resulting model for segmenting regional forestry systems, on the one hand, reflects the accumulated problems in the field of forest restoration, and on the other hand, serves as a justification for modernizing the current rules for forest restoration, due to significant climate change and increasing anthropogenic pressure.

Keywords: clustering, segmentation, combinatorics method, regional forestry systems, natural capital of forests, deposit function, adaptive forestry measures, climate change, efficiency of forest reproduction in forestry.

Conflict of interest: the authors declares no conflict of interest.

Financing: *the work was carried out within the framework of state contract No. 0373100032224000014 dated June 14, 2024 for the implementation of research work on the topic: «Development of a set of scientifically based regulatory measures to ensure low-carbon development of forestry in order to achieve the indicators of the Strategy for the socio-economic development of the Russian Federation with a low level of greenhouse gas emissions».*

For citation: Drapalyuk M. V., Morkovina S.S., Ivanova A.V., Moiseev P.S., Makarenko N.N. (2025) Clustering of regions based on the effectiveness of measures for the restoration of natural capital forests**.** *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice]. Vol. 13, No. 4 (71), pp. 106-126 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-106-126.

Введение

Изменение климата - одна из наиболее серьезных угроз устойчивости окружающей среде и экономике стран, связанное с возрастанием выбросов парниковых газов в атмосфере. В целях снижения выбросов парниковых газов ратифицированное Российской Федерацией Парижское Климатическое соглашение допускает их компенсацию мероприятиями, способствующими переходу на более безопасные виды топлива, техническому перевооружению энергетического комплекса и жилищно-коммунального хозяйства, а также проведению работ по защите и восстановлению лесов [1]. Известно, что лесные экосистемы обладают высоким потенциалом по связыванию органического вещества и сокращению выбросов парниковых газов. Поэтому передовой международный опыт отдельных стран по смягчению последствий изменения климата базируется на нескольких стратегиях, способствующих поглощению и удержанию углерода лесами, среди которых особое место занимают сохранение существующих и создание новых лесов (удержание накопленного углерода путем сохранения биомассы и почвенного углерода в существующих лесах, борьба с сокращением лесных площадей, увеличение доли особо охраняемых природных территорий; охрана и защита лесных насаждений; лесоразведение) [2].

Россия является одной из крупнейших лесных держав, обладающих значительным потенциалом лесных земель для существенного воздействия на величину и направление потоков углерода в глобальном углеродном круговороте. Известно, что абсорбция углекислого газа на 92% обеспечивается за счет фитомассы покрытых лесом земель, главным образом за счет образования стволовой древесины (71% от поглощения CO2 землями лесного фонда) [3]. Поэтому лесовосстановление и лесоразведение являются приоритетными видами деятельности по увеличению стока атмосферного углерода и его аккумуляции в лесных экосистемах [4].

Лесные экосистемы одновременно выполняют ресурсные (древесные и недревесные), водоохранные, водорегулирующие, почвозащитные, рекреационные функции, защищают склоны от эрозии и оползней, способствуют созданию благоприятного водного режима, являются местом обитания множества видов растений и животных, сохраняют почвенные разновидности и плодородный слой почвы, устойчивость ландшафтов [5; 6].

Задача сохранения и обеспечения устойчивого существования и поддержания депонирующей функции лесов в связи с изменением климата требует осуществления адаптационных мероприятий, содержанием которых может быть, как усиление традиционных форм охраны лесов, так и разработка новых, климатически обусловленных практик в лесном хозяйстве [7; 8; 9].

Соответственно, лесохозяйственные мероприятия должны строиться путем подбора и их комбинаций с учетом основополагающих принципов ведения лесного хозяйства в разрезе схожих условий, складывающихся за ряд последних лет в региональных системах лесного хозяйства.

Для определения состояния дел в области воспроизводства лесов можно использовать многомерный статистический метод, который позволяет разбить множество объектов на однородные группы (кластеры) [10]. Существуют разные подходы к кластеризации региональных субъектов на основе их специфики. Например, в работе D. Rizzo с использованием данных геологии, растительности, почв сегментируется агарный ландшафт [11]. По мнению S.O. Medvedev регионы страны можно сгруппировать по отдельным показателям, характеризующим повышение эффективности лесохозяйственной деятельности с точки зрения ресурсной обеспеченности – лесозаготовки, лесовосстановление и др. [12].

Отправной точкой при проведении кластерного анализа является выбор факторов (индикаторы) по которым будет осуществлено сегментирование объектов. В качестве исследуемого объекта может выступать территория, лесосека, некоторая совокупность лесосек, лесничество, регион и др. Масштаб территории может быть различным и определяться целями кластеризации [13]. Отбор индикаторов для кластеризации осуществляется с учетом ряда требований:

1) должны быть относительными;

2) не должны коррелировать между собой;

3) должны быть статистически значимы (средние значения показателей в разных кластерах должны значимо отличаться от их средних значений по всей совокупности).

Индикаторами эффективности воспроизводства лесов в лесном хозяйстве регионов являются следующие показатели:

– доля площади лесовосстановления и лесоразведения в площади вырубленных и погибших лесных насаждений, %;

– доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли, %.

Первый статистический показатель, по которому оценивают успешность российского лесного хозяйства – достижение показателя «Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений» [14].

Этот единственный показатель в национальном проекте «Экологическое благополучие» на 2025–2030 годы является основной целью реализации федерального проекта «Сохранение лесов»[5]. Показатель характеризует достижение баланса выбытия и воспроизводства лесов Российской Федерации, улучшение их качества, повышение их продуктивности в части земель лесного фонда [15]. Объемы и качество лесовосстановления напрямую определяют углеродный баланс лесных экосистем. Хоть объемы лесовосстановления и рассматриваются как ключевой индикатором потенциала лесов в части поддержания углеродного баланса, но как показывает опыт, не всегда онопроходит успешно, особенно в условиях бедных почв.

Так, несвоевременность уходов за лесными культурами в ряде случаев приводит к формальному выполнению мероприятий по уходу за ними [16; 17]. В этом случае затраты, которые понесло предприятие/государство при проведении лесокультурных работ: обработка почвы, закупка посадочного материала, работы по посадке культур, не приводят к положительному результату. Более того, формальное проведение работ по восстановлению лесов не может привести к полноценному их восстановлению [18].

Второй показатель «Доля лесных культур, переведённых в покрытые лесной растительностью земли», используется как критерий оценки эффективности лесокультурной деятельности и означает, что состав насаждения соответствует его целевым характеристикам и лесовосстановление было успешным [19].

Показатель «Доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли» рассчитывается на основании административных данных, представленных органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными в области лесных отношений. Данные формируются на основе годовой отраслевой формы отчетности №3-ГЛР «Состав земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса».

Таким образом, показатели «Доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли», и «Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений» характеризуют эффективность мероприятий по восстановлению природного капитала лесов и могут быть применены для целей кластеризации региональных систем лесного хозяйства.

Однако, региональные системы лесного хозяйства, в силу влияния различных факторов существенно различаются по состоянию лесовосстановления, что актуализирует вопросы их кластеризации на основе ключевых показателей эффективности.

Материал и методы исследования

В основу исследования положен алгоритм кластеризации, в целях дальнейшей классификации данных по признакам, характеризующим эффективность мероприятий, направленных на воспроизводство природного капитала лесов.

[5] Установленный федеральным проектом «Сохранение лесов» показатель «площадь лесовосстановления и лесоразведения» предусмотрен только в 28 региональных проектах из 81 (34,6 %), «запас семян лесных растений для лесовосстановления и лесоразведения» – в 26 (32,1 %), «количество выращенного посадочногоматериала лесных растений» – в 23 (28,4 %).

Для кластеризации региональных систем лесного хозяйства по уровню эффективности мероприятий по воспроизводству природного капитала лесов использовались два показателя «Доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли» и «Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений» и аналитическая платформа «Statistika». В исследовании использовался метод k-средних, который относится к статистическим методам [20]. Кластеризация элементов указанным методом относится к итеративным методам эталонного типа, обеспечивающим высокую эффективность при простоте реализации и достаточный уровень качества. Схожий алгоритм применения кластерного метода к сегментации растительных сообществ рассмотрен в работе Р.Б. Шестакова [21].

Признаками (факторами) модели кластеризации стали:

Х - Динамика воспроизводства лесов (удельный вес площади лесовосстановления и лесоразведения в площади вырубленных и погибших лесных насаждений, в %);

У - Динамика перевода лесных культур в покрытую лесом площадь (удельный вес площади лесных культур, переведенных в покрытую лесом площадь в земли, покрытые лесной растительностью) по 82 регионам за 2020-2024 гг.

Вся совокупность значений была разделена на три кластера. В первый кластер вошли субъекты со значением показателя «Доля площади лесовосстановления и лесоразведения в площади вырубленных и погибших лесных насаждений, %» в границах до 100%, второй кластер объединил субъекты с показателем в границах 101 % до 150%, в третий кластер были объединены субъекты со значениями показателя выше 151%.

По показателю «Доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли %;» в первый кластер вошли регионы со значением показателя регионы со значением показателя выше 85-100%, второй кластер объединил регионы с показателем от 51 до 84%, в третий кластер вошли регионы в границах до 50%.

С помощью комбинаторного анализа было установлено совокупное влияние двух факторов на процессы воспроизводства лесов (объемов лесовосстановления и успешности перевода лесных культур в покрытую лесом площадь) результаты которого отражает матрица (рисунок 1).

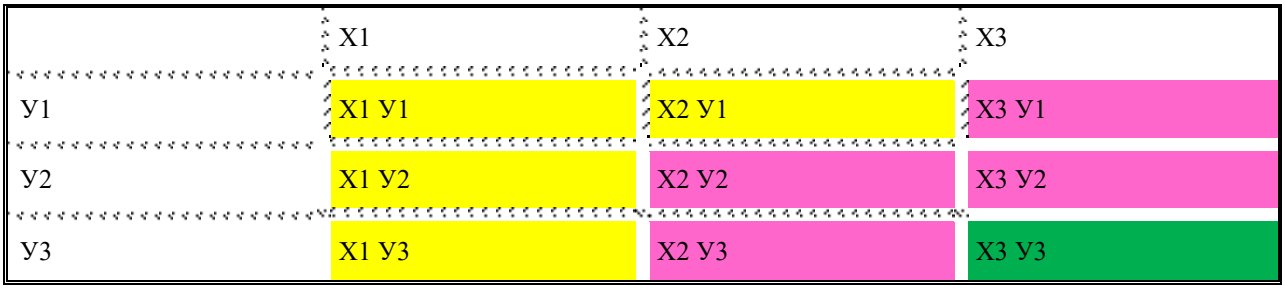

Рисунок 1 - Сочетания показателей воспроизводства лесов
Figure 1 - Combinations of forest reproduction indicators
Источник: собственная композиция авторов
Source: author’s composition

Для оценки эффективности процессов воспроизводства лесов в региональных системах лесного хозяйства проведена их группировка. Первая группа регионов (желтый

цвет) характеризует опасную, критическую ситуацию в лесном хозяйстве по воспроизводству лесов, в том числе недостаточный уровень лесовосстановления и перевода созданных лесных культур в покрытую лесом площадь.

Вторая группа регионов (розовый цвет) характеризует относительно стабильную ситуацию с лесовосстановлением и переводом лесных культур в покрытую лесом площадь, особенно в квадратах (Х2У3) и (Х3У2), для которых характерен устойчивый баланс выбытия и воспроизводства лесов.

Третья группа регионов (зеленый цвет) характеризует наиболее эффективное воспроизводство лесов, при котором имеет место длительное превышение объемов создания лесных культур над объемами выбытия лесов, в первую очередь по площади. Для этой группы характерны показатели высокой приживаемости растений и как следствие, успешного перевода лесных культур в покрытую лесом площадь.

С каждой группой региональных систем лесного хозяйства были связаны стратегические решения в области воспроизводства природного капитала лесов:

Группа К1 (зеленый цвет) - меры тактического реагирования «оставить как есть, направлены на поддержания существующей модели лесопользования и выполнение лесохозяйственных мероприятий в соответствии документами лесного планирования.

Группа К2 (розовый цвет) – меры превентивного реагирования «действия по необходимости», направлены на упреждение негативных событий в процессе управления воспроизводством лесов, снижение пожарной опасности в молодняках, увеличение количества агротехнических работ и др.

Группа К3 (желтый цвет) – меры оперативного реагирования «срочные действия», интенсивные практики по защите лесных культур, дополнению, агротехническим мерам, с необходимыми корректировками в применяемых технологиях и системе машин.

Результаты и обсуждение

При оценке результатов кластеризации определили, что значительная часть субъектов РФ по индикатору «Доля площади лесовосстановления и лесоразведения в площади вырубленных и погибших лесных насаждений», находится в зеленой зоне (группа К1), и площади воспроизводства превышают площади выбытия лесов. Вторая группа объединяет 49 регионов, и отражает стабильную ситуацию с воспроизводством лесных ресурсов, площади выбытия лесов соответствуют площадям их лесовосстановления.

В 29 субъектах РФ лесохозяйственные мероприятия по лесовосстановлению проводятся в недостаточных объемах, в частности площади воспроизводства лесов ниже площадей выбытия (таблица 1). В лесном хозяйстве этих субъектов необходимы меры срочного реагирования, направленные на ускорение лесовосстановления, в том числе за счет новых технологий и техники [22].

Таблица 1

Распределение региональных систем лесного хозяйства по сегментам (показатель «Доля площади лесовосстановления и лесоразведения в площади вырубленных и погибших лесных насаждений», %)

Table 1

Distribution of regional forestry systems by segments (indicator «Share of area of reforestation and afforestation in the area of felled and dead forest stands», %)

Группа К3 | Group K3	Группа К2 | Group K2	Группа К1 | Group K1
Белгородская область	Архангельская область	Воронежская область
Брянская область	Вологодская область	Курская область
Владимирская область	Калининградская область	Орловская область
Ивановская область	Новгородская область	Тульская область
Калужская область	Псковская область	Мурманская область
Костромская область	Республика Башкортостан	Республика Татарстан
Липецкая область	Республика Марий Эл	Оренбургская область
Московская область	Республика Мордовия	Самарская область
Рязанская область	Удмуртская Республика	Саратовская область
Смоленская область	Чувашская Республика	Ульяновская область
Тамбовская область	Кировская область	Республика Калмыкия
Тверская область	Нижегородская область	Краснодарский край
Ярославская область	Ростовская область	Волгоградская область
Республика Карелия	Республика Дагестан	Кабардино-Балкарская
Республика Коми	Свердловская область	Республика
Ленинградская область	Тюменская область	Карачаево-Черкесская Республика
Пермский край	Челябинская область	Республика Хакасия
Пензенская область	Республика Тыва	Алтайский край
Республика Адыгея	Иркутская область	Республика Бурятия
Республика Крым	Новосибирская область	Забайкальский край
Астраханская область	Омская область	Республика Саха (Якутия)
Республика Северная Осетия – Алания	Томская область	Камчатский край
		Приморский край
Чеченская Республика		Хабаровский край
Ставропольский край		Амурская область
Курганская область		Магаданская область
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра		Сахалинская область
		Еврейская автономная область
Ямало-Ненецкий автономный округ		Чукотский автономный округ
Красноярский край		
Кемеровская область		

Источник: собственная композиция авторов
Source: author’s composition

Состояние лесных культур в последующие годы после посадки, является важным показателем эффективности лесохозяйственных мероприятий направленных на воспроизводства лесов. По результатам кластеризации установлено, что критическими регионами с позиции перевода лесных культур в покрытую лесом площадь, являются субъекты со сложными природно-климатическими условиями: Калмыкия, Астраханская область, Чукотка и т.п. В этих региональных системах лесного хозяйства уровень перевода лесных культур в покрытую лесом площадь не превышает 50% (половина высаженных лесных культур подлежит списанию) (таблица 2).

Таблица 2

Распределение региональных систем лесного хозяйства по сегментам (Показатель «Доля лесных культур, переведенных в покрытые лесной растительностью земли», %)

Table 2

Distribution of regional forestry systems by segments (indicator «The share of forest crops converted to forested lands», %)

Группа К3 | Group K3	Группа К2 | Group K2	Группа К1 | Group K1
		Белгородская область
		Брянская область
		Владимирская область
		Ивановская область
		Калужская область
		Костромская область
		Курская область
		Липецкая область
		Московская область
		Орловская область
	Воронежская область	Рязанская область
	Республика Карелия	Смоленская область
	Республика Коми	Тамбовская область
	Архангельская область	Тверская область
	Ленинградская область	Тульская область
	Мурманская область	Ярославская область
	Оренбургская область	Вологодская область
	Республика Крым	Калининградская область
	Волгоградская область	Новгородская область
	Ростовская область	Псковская область
	Республика Дагестан	Республика Башкортостан
Республика Калмыкия	Ставропольский край	Республика Марий Эл
Астраханская область	Свердловская область	Республика Мордовия
Ямало-Ненецкий автономный округ	Тюменская область	Республика Татарстан
	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	Удмуртская Республика
Камчатский край		Чувашская Республика
Магаданская область	Республика Алтай	Пермский край
Чукотский автономный округ	Республика Тыва	Кировская область
	Республика Хакасия	Нижегородская область
	Красноярский край	Пензенская область
	Новосибирская область	Самарская область
	Омская область	Саратовская область
	Томская область	Ульяновская область
	Республика Бурятия	Республика Адыгея
	Республика Саха (Якутия)	Краснодарский край
	Хабаровский край	Кабардино-Балкарская Республика
	Амурская область	Карачаево-Черкесская Республика
	Сахалинская область	Республика Северная Осетия - Алания
	Еврейская автономная область	Чеченская Республика
		Курганская область
		Челябинская область
		Алтайский край
		Иркутская область
		Кемеровская область
		Забайкальский край
		Приморский край

Источник: собственная композиция авторов

Source: author’s composition

Влияние двух факторов на эффективность лесовосстановления в региональных системах лесного хозяйства можно оценить, используя метод комбинаторики (рисунок 1).

Рисунок 2 - Распределение регионов по показателям эффективности воспроизводства лесов
Figure 2 - Distribution of regions by forest reproduction efficiency indicators
Источник: собственная композиция авторов
Source: author's composition

Региональные системы лесного хозяйства, отнесенные к квадрантам X1У1, X1У2, X2У1 матрицы, исходя из полученных результатов, имеют сложную ситуацию с воспроизводством лесов. В этих регионах площадь выбытия лесов превышает площади их воспроизводства, при этом имеет место низкий уровень приживаемости лесных культур, что усугубляет негативные тенденции с лесовосстановлением.

Тогда, со сложившейся ситуацией можно связать стратегию ускоренного лесовосстановления, включающую применение современных технологий лесовосстановления, увеличение доли искусственного лесовосстановления, изменение породного состава и увеличение агротехнических мероприятий в 2 и более раз по отношению

к плановым заданиям [23]. Согласно существующей системе зонирования территории лесного фонда по способам лесовосстановления, самая большая площадь отводится зоне резервных лесов, в которых основным способом лесовосстановления является естественное, а породный состав регулируется естественным ходом роста насаждений. В эксплуатационных лесах необходимо обеспечить комплексный подход к воспроизводству лесов, включающему не только сохранность подроста при рубках главного пользования, но и минерализацию почвы, подсев семян и частичные лесные культуры.

В защитных лесах в зависимости от лесорастительных условий возможно, как искусственное, так и естественное лесовосстановление. В лесостепи, где процессы естественного лесовосстановления затягиваются на десятилетия и сокращается лесистость территорий, необходимо ориентироваться на создание смешанных лесных культур [24]. Для обеспечения результативности такой стратегии потребуется корректировка региональной лесной политики и дополнительное финансирования для выполнения лесохозяйственных мероприятий.

Для региональных систем лесного хозяйства отнесенных ко второму кластеру (Х3У1, Х2У2, Х3У2, Х1У3, Х2У3) обоснованной является стратегия превентивного реагирования (СПР), которая может включать дополнительные лесохозяйственные мероприятии и практики по необходимости. Как отмечал академик П.С. Погребняк преодоление времени в лесоводстве возможно при разведении быстрорастущих видов [25]. Поэтому отказ от монокультур в пользу смешанных насаждений с введением быстрорастущих пород, может стать решением вопроса эффективного воспроизводства лесов и увеличения их депонирующей способности насаждений.

Как следует из данных квадрантной матрицы в наиболее опасной зоне (Х1У1) находятся два субъекта: Астраханская область и Ямало-ненецкий автономный округ, для которых процессы лесовосстановления в силу природно-климатических факторов затруднены, и вклад лесов которых в углеродный баланс страны ничтожно мал. В то же время значительное количество субъектов попадает в зоны Х1У2 и Х2У1, что соответствует низкой эффективности воспроизводства лесов по причине недостаточных объемов лесовосстановления для компенсации объемов выбытия лесов в течении длительного периода (Республика Карелия, Республика Коми, Ленинградская область, Республика Крым, Ставропольский край, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Республика Алтай, Красноярский край) (таблица 3).

Накопленный дисбаланс выбытия лесов в лесном хозяйстве этих субъектов составляет 102,56 тыс. га. Преодоление сложившихся диспропорций в процессах воспроизводства лесов в рассмотренных субъектах позволит улучшить состояние лесов и как следствие, способствовать росту митигационного потенциала лесных экосистем. Отметим, что увеличение площадей лесовосстановления в восьми региональных системах лесного хозяйства и удержание баланса в процессах выбытия- воспроизводства лесов, будет способствовать росту годовых объемов поглощения парниковых газов на 153,8 тыс. т. CO_2 экв. (из расчета 1,5 т.CO_2 экв. на 1 га). О неэффективности проведения лесоводственных мероприятий в регионах свидетельствуют низкие значения показателя «Доля лесных культур,

переведенных в покрытую лесом площадь в объеме заложенных лесных культур». Так в критических регионах квадрата Х1У1 значение этого показателя не превышает 8%, а в квадрате Х1У2 изменяется от 7% (Ленинградская область) до 57% (Ставропольский край).

Таблица 3

Фактические многолетние объемы выбытия и воспроизводства лесов

Table 3

Actual long-term volumes of forest loss and reproduction

Наименование субъекта Российской Федерации | Name of the constituent entity of the Russian Federation	Лесовосстановление, тыс. га | Reforestation, thousand hectares	Площадь сплошных рубок – всего, тыс.га | Total clearcut area, thousand hectares	Площадь сплошных санитарных рубок, тыс.га | Clearcut area for sanitary felling, thousand hectares	Баланс, тыс. га | Balance, thousand hectares
Республика Карелия |Republic of Karelia	27,94	32,24	0,89	-5,19
Республика Коми | Komi Republic	55,13	62,36	0,52	-7,75
Ленинградская область | Leningrad Oblast	20,13	21,35	1,39	-2,61
Республика Крым | Republic of Crimea	0,01	0,06	0,03	-0,08
Ставропольский край | Stavropol Krai	0,06	0,04	0,04	-0,02
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра | Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra	25,98	36,92	0,13	-11,07
Республика Алтай | Altai Republic	1,15	2,81	0,01	-1,67
Красноярский край | Krasnoyarsk Krai	92,95	135,36	31,06	-74,17
Всего | Total	223,35	291,14	34,07	-102,56

Источник: составлено по данным Формы ведомственной отчетности Форма №15-ОИП «Отчет о расходах субъекта Российской Федерации на реализацию переданных органам государственной власти субъектов Российской Федерации полномочий Российской Федерации в области лесных отношений»

Source: compiled based on the data from Departmental Reporting Form № 15-OIP «Report on the expenses of a constituent entity of the Russian Federation for the implementation of powers of the Russian Federation in the field of forest relations transferred to state authorities of constituent entities of the Russian Federation»

По мере продвижения от квадранта Х1У2 в квадрант Х1У3 ситуация меняется в лучшую сторону, доля лесных культур, переведенных в покрытую лесом площадь, возрастает. Рост площадей лесовосстановления и доведения до 100% приживаемости лесных культур на площади 16 275,90 га в критических регионах из квадратов Х1У1 и Х1У2, обеспечивает увеличение поглощения парниковых газов (таблица 4).

Таблица 4

Потенциал площадей для лесовосстановления в критических регионах

Table 4

Potential for reforestation in critical regions

Наименование субъекта Российской Федерации | Name of the constituent entity of the Russian Federation	Отнесено земель с созданными лесными культурами к землям, занятым лесными насаждениями, га | Lands with established forest plantations classified as lands occupied by forest plantations, hectares	Списано лесных культур за 10 лет, га (2014 по 2024 гг.) | Forest plantations written off over 10 years, hectares (2014 to 2024)	Доля лесных культур переведенных в покрытую лесом площадь в объеме заложенных лесных культур, % | Share of forest plantations converted to forested area in the volume of established forest plantations, %	Заложено лесных культур всего за 10 лет, га (2014 по 2024 гг.) | Total forest plantations established over 10 years, hectares (2014 to 2024)
Астраханская область |Astrakhan Region	210,2	323,7	0,01	696,0
Ямало-Ненецкий АО | Yamalo-Nenets Autonomous Okrug	39,0	476,9	0,08	5 619,1
Республика Карелия | Republic of Karelia	18 981,2	2 038,3	0,22	84 679,8
Республика Коми | Komi Republic	6 686,28	487,7	0,17	37 146,3
Ленинградская область | Leningrad Region	27 015,5	306,0	0,07	93 894,9
Республика Крым | Republic of Crimea	3 210,2	5 195,6	0,28	11 192,8
Ставропольский край | Stavropol Krai	463,8	229,9	0,57	807,7
Ханты-Мансийский АО – Югра | Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra	8 332,4	865,2	0,19	42 814,7
Республика Алтай | Altai Republic	1 386,7	589,2	0,11	12 488,2
Красноярский край | Krasnoyarsk Krai	9 788,9	5 763,4	0,12	82 932,9
Всего | Total	76 114,18	16 275,90		372 272,40

Источник: составлено по данным Формы ведомственной отчетности №11-ОИП «Сведения об отнесении земель, предназначенных для лесовосстановления, к землям, на которых расположены леса»

Source: compiled based on data from Departmental Reporting Form №11-OIP «Information on the classification of lands intended for reforestation as lands on which forests are located»

Известно, что без последующего ухода высаженные ценные деревья в подавляющем большинстве случаев отстают в росте и гибнут, уступая место так называемым пионерным деревьям (чаще всего березе и осине) и крупным кустарникам, которыми вырубки заросли бы

естественным образом, без всякого лесовосстановления. Для того чтобы из посадок действительно вырос лес, необходима целая последовательность правильных и своевременных приемов ухода, включающая агротехнические и лесоводственные уходы. При этом, чем богаче и продуктивнее почва, тем чаще и интенсивнее приходится ухаживать за молодыми ценными деревьями после посадки. Свидетельством правильной организации уходных работ за лесными культурами является высокий уровень показателя приживаемости, а в последующем перевода лесных культур в покрытую лесом площадь. Тогда, увеличение углеродного потенциала лесов возможно, как за счет возрастания эффективности базовых работ по лесовосстановлению, так и за счет выполнения комплекса агротехнических уходов на всех стадиях выращивания насаждений, способствующих переводу лесных культур в покрытую лесом площадь.

По результатам кластеризации выделены критические регионы (Астраханская область и Ямало-ненецкий автономный округ) для которых следует применить стратегию ускоренного лесоразведения (на имеющихся площадях) и лесовосстановления за счет применение современных технологий искусственного лесовосстановления, при этом объемы лесовосстановления должны быть увеличены, а количество агротехнических уходов по сравнению с действующими правилами, может быть увеличено кратно.

Для таких субъектов как Республика Карелия, Республика Коми, Ленинградская область, Республика Крым, Ставропольский край, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Республика Алтай, Красноярский край наибольший эффект может быть достигнут при применении Стратегии превентивного реагирования, в которой также предусмотрены дополнительные мероприятия по созданию лесных культур в объемах необходимых для достижения баланса между выбытием и воспроизводством лесов и агротехнические работы в увеличенных минимум в 1,5 раза объемах.

Результаты кластеризации региональных систем лесного хозяйства, могут стать руководством при обосновании дополнительных объемов финансирования лесохозяйственных мероприятий в критических регионах. Полученная модель сегментирования региональных систем лесного хозяйства с одной стороны отражает накопленных проблемы в области воспроизводства лесов, а с другой является обоснованием для модернизации действующих правил лесовосстановления, в силу существенных изменений климата и возрастания антропогенной нагрузки.

Выводы

Вопросы кластеризации региональных систем лесного хозяйства важны в научном аспекте для изучения эффективности организации лесохозяйственного производства, и в целях изменения лесной политики и сложившейся нормативной бызы воспроизводства лесов. На основе официальных данных отраслевой статистики сформированы показатели, которые в той или иной степени отражают особенности воспроизводства лесов. В качестве основного метода исследования использовался метод кластеризации, дополненный матричным анализом. Кластеризация позволяет сегментировать региональные системы по уровню эффективности лесовосстановления, в то время как матричный подход позволяет вскрыть

причины недостаточной эффективности процессов воспроизводства лесов. Представленный подход в определенной степени формирует новый прототип лесохозяйственной матрицы, отражающей причинно - следственные связи в процессах воспроизводства лесов.

Библиографический список

1. Косарикова Т.А. Меры по сокращению выбросов парниковых газов: опыт, возможности и проблемы на региональном уровне. Экология города. 2000; 3. 15-16.
2. Шиман Д.В., Юшкевич М.В., Клыш А.С. Пути увеличения абсорбции парниковых газов лесами Беларуси. Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. - Минск: БГТУ. 2019; 1 (216); 42-47. URL: https://elib.belstu.by/handle/123456789/28082
3. Рожков Л.Н., Ерошкина И.Ф. Прогноз абсорбции атмосферного углерода на основе динамики лесопользования и лесного фонда Беларуси. Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. - Минск: БГТУ. 2017; 2 (198); 102-108. https://elib.belstu.by/handle/123456789/22890
4. Штукин С.С. О создании лесных углерододепонирующих плантаций. Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. - Минск: БГТУ. 2019; 1 (216); 67-61. URL: https://elib.belstu.by/handle/123456789/28077
5. Slavsky V.A, Litovchenko D.A., Matveev S M., Sheshnitsan S.S., Larionov M.V. Assessment of Biological and Environmental Factors Influence on Fire Hazard in Pine Forests: A Case Study in Central Forest-Steppe of the East European Plain. Land. 2023; 12; 1; 103. DOI: https://doi.org/10.3390/land12010103
6. Сабиров А.Т., Шагидуллин Р.Р., Ульданова Р.А. Программа исследования аккумуляции углерода в лесных экосистемах. Российский журнал прикладной экологии. 2023; 4 (36); 4-11. DOI: https://doi.org/10.24852/2411-7374.2023.4.04.11
7. Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S., Panyavina E.A., Ivanova A.V., Kuznetsov D.K. Opportunities and Prospects for the Implementation of Reforestation Climate Projects in the Forest Steppe: An Economic Assessment. Forests. 2023; 14;8; . 1611. DOI: https://doi.org/10.3390/f14081611
8. Тараканов А.М., Сурина, Е.А., Сеньков А.О. Лесохозяйственные мероприятия по адаптации растительности к изменению климата. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017; 47; 67-71. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29196625
9. Сурина Е.А., Тараканов А.М., Сеньков А.О., Дворяшин А.В. О лесохозяйственных мероприятиях по адаптации лесов к изменению климата. Наука - лесному хозяйству Севера : Сборник научных трудов ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». Ответственный редактор: Н.А. Демидова. – Архангельск: Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». 2019; 51-55. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38097974
10. Небесная А.Ю. Механизм формирования лесного кластера малолесных зон с применением кластерного анализа. Лесотехнический журнал. 2013; 2 (10). 44-57. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-formirovaniya-lesnogo-klastera-malolesnyh-zon-s-primeneniem-klasternogo-analiza
11. Rizzo D., Mari J.-F., Marraccini E., Lazrak E.-G. Agricultural landscape segmentation: a stochastic method to map heterogeneous variables. Conference: IALE-Europe Thematic Workshop. Lisbon. 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/263339459_Agricultural_landscape_segmentation_a_stochastic_method_to_map_heterogeneous_variables

12. Medvedev S.O., Mokhirev A.P., Zyryanov M.A. Study of the Effectiveness of the Russian Regions Forestry Activities. Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2024; 17; 12; 2322-2336. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=80062455

13. Шегельман И.Р., Будник П.В. Типизация лесных территорий по природно-производственным условиям на основе кластерного анализа. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2021; 1(379); 120-137. DOI: https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-1-120-137

14. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 03.12.2024 г. №902 «Об утверждении Методики расчета показателя «Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений» Федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экологическое благополучие»». URL: https://base.garant.ru/411388029/?ysclid=mgdmlne5zt751180233

15. Гагарин Ю.Н. Научный комментарий к стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Вопросы лесной науки. 2021; 4; 4; 147-178. DOI: https://doi.org/ 10.31509/2658-607x-2021-44-96

16. Кабонен А.В., Ольхин Ю.В. Дешифрирование форм и морфологических особенностей древесных растений на снимках, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов. Экосистемы. 2019; 20 (50);197–202. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43156082

17. Никифоров А.А., Мунимаев В.А. Анализ зарубежных беспилотных летательных аппаратов, применяемых в лесном секторе. Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. 2010; 8; 97–99. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22576752

18. Грязькин А.В. Влияние факторов внешней среды на структуру и состояние подроста. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2000; 8 (166);19–25. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=9455902

19. Морковина С.С., Усенко Л.Н., Шешницан С.С., Манмарева В.В. Методический подход к оценке эффективности выполнения мероприятий по сокращению выбросов и увеличению поглощения парниковых газов в рамках адаптации региональных систем к изменениям климата в сфере природопользования. Учет и статистика. 2022; 4(68); 65-78. DOI: https://doi.org/10.54220/4276.2023.21.31.007

20. Шапошникова Е.А. Исследование и анализ алгоритма кластеризации данных методом к-средних. Международный научный журнал Интернаука. 2017; 1; 18(40); 94-96. URL: https://elibrary.ru/ynomke?ysclid=mge1wq1qyh828378033

21. Шестаков Р.Б., Ловчикова Е.И. Кластеризация регионов на основе базовых аграрно-экономических критериев. Экономика региона. 2023; 19(1); 178-191. DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-14

22. Морковина С.С., Иванова А.В., Писарева С.В., Манмарева В.В., Прядилина Н.К. Экономическое обоснование новых технологических решений по лесовосстановлению гарей в центральной лесостепи Российской Федерации. Лесотехнический журнал. 2024; 14; 4(56); 157-171. DOI: https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.4/11

23. Романов Е.М., Нуреева Т.В., Еремин Н.В. Обоснование критериев и показателей перевода лесных культур в режим ускоренного лесовыращивания. Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2012; 5(329); 7-13. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-kriteriev-i-pokazateley-perevoda-lesnyh-kultur-v-rezhim-uskorennogo-lesovyraschivaniya.

24. Лесовосстановление: есть стратегия, нужна практика. Журнал «ЛПК Сибири». 2018; 3(7); 44-45. URL: https://lpk-sibiri.ru/forest-management/forest-restoration/lesovosstanovlenie-est-strategiya-nuzhna-praktika/?ysclid=mf020y1za4718424672

25. Погребняк П.С. Общее лесоводство. Учебник. М.: Колос. 1968; 440.

References

1. Kosarikova T.A. Mery po sokrashcheniyu vybrosov parnikovykh gazov: opyt, vozmozhnosti i problemy na regional'nom urovne [Measures to reduce greenhouse gas emissions: experience, opportunities and problems at the regional level]. Ekologiya goroda= Urban ecology. 2000; 3. 15-16. (In Russ.)

2. Shiman D.V., Yushkevich M.V., Klysh A.S. Puti uvelicheniya absorbtsii parnikovykh gazov lesami Belarusi [Ways to increase greenhouse gas absorption by Belarusian forests]. Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemykh resursov. - Minsk: BGTU=Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources. - Minsk: BSTU. 2019; 1 (216); 42-47. (In Russ.). URL: https://elib.belstu.by/handle/123456789/28082

3. Rozhkov L.N., Eroshkina I.F. Prognoz absorbtsii atmosfernogo ugleroda na osnove dinamiki lesopol'zovaniya i lesnogo fonda Belarus [Forecast of atmospheric carbon absorption based on the dynamics of forest management and the forest fund of Belarus]. Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemykh resursov. - Minsk: BGTU=Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources. - Minsk: BSTU. 2017; 2 (198); 102-108. (In Russ.). URL:https://elib.belstu.by/handle/123456789/22890

4. Shtukin S.S. O sozdanii lesnykh uglerododeponiruyushchikh plantatsiy [On the creation of forest carbon sequestration plantations]. Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemykh resursov. - Minsk: BGTU=Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources. - Minsk: BSTU. 2019; 1 (216); 67-61. (In Russ.). URL: https://elib.belstu.by/handle/123456789/28077

5. Slavsky V.A, Litovchenko D.A., Matveev S M., Sheshnitsan S.S., Larionov M.V. Assessment of Biological and Environmental Factors Influence on Fire Hazard in Pine Forests: A Case Study in Central Forest-Steppe of the East European Plain. Land. 2023; 12; 1; 103. DOI: https://doi.org/10.3390/land12010103

6. Sabirov A.T., Shagidullin R.R., Ul'danova R.A. Programma issledovaniya akkumulyatsii ugleroda v lesnykh ekosistemakh [Research program for carbon accumulation in forest ecosystems]. Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii=Russian Journal of Applied Ecology. 2023; 4 (36); 4-11. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.24852/2411-7374.2023.4.04.11

7. Morkovina S.S., Sheshnitsan S.S., Panyavina E.A., Ivanova A.V., Kuznetsov D.K. Opportunities and Prospects for the Implementation of Reforestation Climate Projects in the Forest Steppe: An Economic Assessment. Forests. 2023; 14;8; 1611. DOI: https://doi.org/10.3390/f14081611

8. Tarakanov A.M. Surina, E.A., Sen'kov A.O. Lesokhozyaystvennye meropriyatiya po adaptatsii rastitel'nosti k izmeneniyu klimata [Forestry measures for adaptation of vegetation to climate change]. Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa=Actual problems of the forest complex. 2017; 47; 67-71. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29196625

9. Surina E.A., Tarakanov A.M., Sen'kov A.O., Dvoryashin A.V. O lesokhozyaystvennykh meropriyatiyakh po adaptatsii lesov k izmeneniyu klimata [On forestry measures for adaptation of forests to climate change]. Nauka - lesnomu khozyaystvu Severa : Sbornik nauchnykh trudov FBU «Severnyy nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo khozyaystva». Otvetstvennyy redaktor: N.A. Demidova. – Arkhangel'sk: Federal'noe byudzhetnoe uchrezhdenie «Severnyy nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo khozyaystva»=Science for forestry of the North: Collection of scientific papers of the Northern Forestry Research Institute. Editor-in-chief: N. A. Demidova. – Arkhangelsk: Federal Budgetary Institution “Northern Forestry Research Institute”. 2019; 51-55. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=38097974

10. Nebesnaya A.Yu. Mekhanizm formirovaniya lesnogo klastera malolesnykh zon s primeneniem klasternogo analiza [Mechanism of forest cluster formation in sparsely forested zones using cluster analysis]. Lesotekhnicheskiy zhurnal=Forest Engineering Journal. 2013; 2 (10). 44-57.

(In Russ.). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-formirovaniya-lesnogo-klastera-malolesnyh-zon-s-primeneniem-klasternogo-analiza

11. Rizzo D., Mari J.-F., Marraccini E., Lazrak E.-G. Agricultural landscape segmentation: a stochastic method to map heterogeneous variables. Conference: IALE-Europe Thematic Workshop. Lisbon. 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/263339459_Agricultural_landscape_segmentation_a_stochastic_method_to_map_heterogeneous_variables

12. Medvedev S.O., Mokhirev A.P., Zyryanov M.A. Study of the Effectiveness of the Russian Regions Forestry Activities. Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2024; 17; 12; 2322-2336. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=80062455

13. Shegel'man I.R., Budnik P.V. Tipizatsiya lesnykh territoriy po prirodno-proizvodstvennym usloviyam na osnove klasternogo analiza [Typification of forest territories by natural and production conditions based on cluster analysis]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal =News of higher educational institutions. Forestry magazine. 2021; 1(379); 120-137. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-1-120-137

14. Prikaz Federal'nogo agentstva lesnogo khozyaystva ot 03.12.2024 g. №902 «Ob utverzhdenii Metodiki rascheta pokazatelya «Otnoshenie ploshchadi lesovosstanovleniya i lesorazvedeniya k ploshchadi vyrublennykh i pogibshikh lesnykh nasazhdeniy» Federal'nogo proekta «Sokhranenie lesov» natsional'nogo proekta «Ekologicheskoe blagopoluchie»» [Order of the Federal Forestry Agency dated December 3, 2024, No. 902 On approval of the Methodology for calculating the indicator Ratio of the area of reforestation and afforestation to the area of felled and dead forest stands of the Federal project Forest Conservation of the national project Environmental Well-being] (In Russ.). URL: https://base.garant.ru/411388029/?ysclid=mgdmlne5zt751180233

15. Gagarin Yu.N. Nauchnyy kommentariy k strategii razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda [Scientific commentary on the strategy for the development of the forest complex of the Russian Federation until 2030]. Voprosy lesnoy nauki=Issues of forest science. 2021; 4; 4; 147-178. (In Russ.). DOI: https://doi.org/ 10.31509/2658-607x-2021-44-96

16. Kabonen A.V., Ol'khin Yu.V. Deshifrirovanie form i morfologicheskikh osobennostey drevesnykh rasteniy na snimkakh, poluchennykh s pomoshch'yu bespilotnykh letatel'nykh apparatov [Interpretation of forms and morphological features of woody plants in images obtained using unmanned aerial vehicles]. Ekosistemy=Ecosystems. 2019; 20 (50);197–202. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43156082

17. Nikiforov A.A., Munimaev V.A. Analiz zarubezhnykh bespilotnykh letatel'nykh apparatov, primenyaemykh v lesnom sektore [Analysis of foreign unmanned aerial vehicles used in the forestry sector]. Trudy lesoinzhenernogo fakul'teta PetrGU=Transactions of the Forest Engineering Faculty of PetrSU. 2010; 8; 97–99. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22576752

18. Gryaz'kin A.V. Vliyanie faktorov vneshney sredy na strukturu i sostoyanie podrosta [Influence of environmental factors on the structure and condition of undergrowth]. Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii=Bulletin of the St. Petersburg Forest Engineering Academy. 2000; 8 (166);19–25. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=9455902

19. Morkovina S.S., Usenko L.N., Sheshnitsan S.S., Manmareva V.V. Metodicheskiy podkhod k otsenke effektivnosti vypolneniya meropriyatiy po sokrashcheniyu vybrosov i uvelicheniyu pogloshcheniya parnikovykh gazov v ramkakh adaptatsii regional'nykh sistem k izmeneniyam klimata v sfere prirodopol'zovaniya [Methodological approach to assessing the effectiveness of measures to reduce emissions and increase the absorption of greenhouse gases in the framework of adaptation of regional systems to climate change in the field of nature management]. Uchet i statistika=Accounting and statistics. 2022; 4(68); 65-78. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.54220/4276.2023.21.31.007

20. Shaposhnikova E.A. Issledovanie i analiz algoritma klasterizatsii dannykh metodom k-srednikh [Research and analysis of the k-means data clustering algorithm]. Mezhdunarodnyy

nauchnyy zhurnal Internauka=International scientific journal Internauka. 2017; 1; 18(40); 94-96. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/ynomke?ysclid=mge1wq1qyh828378033

21. Shestakov R.B., Lovchikova E.I. Klasterizatsiya regionov na osnove bazovykh agrarno-ekonomicheskikh kriteriev [Clustering of regions based on basic agrarian-economic criteria]. Ekonomika regiona=Regional Economy. 2023; 19(1); 178-191. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-1-14

22. Morkovina S.S., Ivanova A.V., Pisareva S.V., Manmareva V.V., Pryadilina N.K. Ekonomicheskoe obosnovanie novykh tekhnologicheskikh resheniy po lesovosstanovleniyu garey v tsentral'noy lesostepi Rossiyskoy Federatsii [Economic justification of new technological solutions for reforestation of burnt-out areas in the central forest-steppe of the Russian Federation]. Lesotekhnicheskiy zhurnal=Forest Engineering Journal. 2024; 14; 4(56); 157-171. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.4/11

23. Romanov E.M., Nureeva T.V., Eremin N.V. Obosnovanie kriteriev i pokazateley perevoda lesnykh kul'tur v rezhim uskorennogo lesovyrashchivaniya [Justification of criteria and indicators for the transfer of forest crops to the accelerated afforestation mode]. Izvestiya VUZov. Lesnoy zhurnal= News of higher education institutions. Forestry magazine. 2012; 5(329); 7-13. (In Russ.). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-kriteriev-i-pokazateley-perevoda-lesnyh-kultur-v-rezhim-uskorennogo-lesovyraschivaniya.

24. Lesovosstanovlenie: est' strategiya, nuzhna praktika [Reforestation: there is a strategy, but practice is needed]. Zhurnal «LPK Sibiri»=Journal Forest Industry of Siberia. 2018; 3(7); 44-45. (In Russ.). URL: https://lpk-sibiri.ru/forest-management/forest-restoration/lesovosstanovlenie-est-strategiya-nuzhna-praktika/?ysclid=mf020y1za4718424672

25. Pogrebnyak P.S. Obshchee lesovodstvo [General forestry]. Uchebnik. M.: Kolos=Textbook. Moscow: Kolos. 1968; 440. (In Russ.)

Сведения об авторах

Драпалюк Михаил Валентинович - доктор технических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8029-2706, e-mail: michael1@yandex.ru

✉ *Морковина Светлана Сергеевна* - доктор экономических наук, профессор, проректор по науке и инновациям, заведующий кафедрой менеджмента и экономики предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3776-5181, e-mail: tc-sveta@mail.ru

Иванова Анна Владимировна - кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и экономики предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3972-4378, e-mail: anna_iv_1989@mail.ru

Моисеев Павел Сергеевич - кандидат экономических наук, доцент, ректор, «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», ул. Интернациональная, 33, г. Тамбов, 392000, Россия, ORCID: http://orcid.org/mailto:0000-0003-2955-0324, e-mail: post@tsutmb.ru

Макаренко Николай Николаевич - младший научный сотрудник Научно-исследовательский институт «Инновационных технологий и лесного комплекса», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, e-mail: kolea8mk@mail.ru

Information about the authors

Drapalyuk Mikhail Valentinovich - Dr. Sci. (Technical), Doctor of Technical, Professor, Rector Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8029-2706, e-mail: michael1@yandex.ru

✉ *Morkovina Svetlana Sergeevna* - Dr. Sci. (Economics), Doctor of Economics, Professor, Vice-Rector for Science and Innovation, Head of the Department of Management and Economics of Entrepreneurship, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3776-5181, e-mail: tc-sveta@mail.ru

Ivanova Anna Vladimirovna - Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3972-4378, e-mail: anna_iv_1989@mail.ru

Moiseev Pavel Sergeevich - Cand. Sci. (Economics), Associated Professor, Rector, Derzhavin Tambov State University, Internationalnaya st., 33, Tambov, 392000, Russian Federation, ORCID: http://orcid.org/mailto:0000-0003-2955-0324, e-mail: post@tsutmb.ru

Makarenko Nikolay Nikolaevich - Junior Researcher at the Research Institute of Innovative Technologies and Forestry, Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, e-mail: kolea8mk@mail.ru

✉ - Для контактов/Corresponding author

Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика 4/2025

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-127-138

УДК 330.15

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В МАЛОЛЕСНОЙ ЗОНЕ

Алексей М. Бурмистров[1]✉, burmistrov-vgltu@yandex.ru, 0000-0002-6604-1361

[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия*

Аннотация

Исследование направлено на комплексную оценку эффективности лесопользования в малолесных регионах России через анализ взаимосвязей между лесистостью, объемами заготовки и восстановления лесов, а также экономическими показателями. На основе статистических данных и сравнительного анализа с китайскими регионами выявлены ключевые проблемы и стратегии оптимизации управления лесными ресурсами. Методология включает логико-аналитические подходы, теоретическое обобщение и абстрагирование. Результаты демонстрируют, что малолесные регионы РФ (Воронежская, Липецкая области) характеризуются низкой лесистостью (8,5% и 7,2%) и дисбалансом между заготовкой и восстановлением (1:0,7 в Липецкой области), что угрожает экологической устойчивости. Опыт Китая подтвердил, что диверсификация породного состава, активное лесовосстановление и внедрение многофункциональных моделей повышают экономико-экологическую эффективность. Основные ограничивающие факторы в Российской Федерации: дефицит лесовосстановления, антропогенная нагрузка, низкая технологизация и узкая специализация. Для повышения результативности предложены меры: расширение лесовосстановления, интеграция ГИС, дистанционного зондирования и машинного обучения в мониторинг, развитие недревесного лесопользования и агролесоводства. Государственная поддержка через налоговые льготы и субсидии определена как ключевой элемент устойчивых стратегий. Реализация рекомендаций обеспечит баланс между использованием и восстановлением лесного фонда.

Ключевые слова: лесные ресурсы, малолесные регионы, лесовосстановление, устойчивое лесопользование, экономическая эффективность, диагностика лесных экосистем.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Бурмистров А.М. Оценка эффективности использования лесных ресурсов в малолесной зоне / А.М. Бурмистров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 127–138. *– Библиогр.: с. 136–138 (14 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-127-138.

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USE OF FOREST RESOURCES IN LOW-FORESTED ZONES

Alexey M. Burmistrov[1]✉, burmistrov-vgltu@yandex.ru, 0000-0002-6604-1361

[1]*Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov, 8 Timiryazeva St., Voronezh, 394087, Russia*

Abstract

The study is aimed at a comprehensive assessment of the effectiveness of forest management in sparsely wooded regions of Russia through an analysis of the interrelationships between forest cover, volumes of harvesting and restoration of forests, as well as economic indicators. Based on statistical data and comparative analysis with Chinese regions, key problems and strategies for optimizing forest resource management have been identified. The methodology includes logical and analytical approaches, theoretical generalization and abstraction. The results demonstrate that the sparsely wooded regions of the Russian Federation (Voronezh and Lipetsk regions) are characterized by low forest cover (8.5% and 7.2%) and an imbalance between harvesting and restoration (1:0.7 in the Lipetsk Region), which threatens environmental sustainability. China's experience has confirmed that the diversification of species composition, active reforestation and the introduction of multifunctional models increase economic and environmental efficiency. The main limiting factors in the Russian Federation are dearth of reforestation, anthropogenic load, low technologization and narrow specialization. To improve the effectiveness, measures are proposed: expansion of reforestation, integration of GIS, remote sensing and machine learning into monitoring, development of non-timber forest management and agroforestry. Government support through tax incentives and subsidies has been identified as a key element of sustainable strategies. The implementation of the recommendations will ensure a balance between the use and restoration of the forest fund.

Keywords: forest resources, sparsely wooded regions, reforestation, sustainable forest management, economic efficiency, diagnostics of forest ecosystems.

Conflict of interest: The author has stated that there is no conflict of interest.

For citation: Burmistrov A.M. (2025) Assessment of the efficiency of use of forest resources in low-forested zones. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice]. Vol. 13, No. 4 (71), pp. 127-138 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-127-138.

Введение

Оценка эффективности использования лесных ресурсов в малолесной зоне представляет собой комплексный научный вопрос, направленный на оценку эффективности и устойчивости использования лесных ресурсов на данного типа территориях. Это связано не только с продуктивностью и стабильностью лесных экосистем, но и влияет на развитие региональной экономики и социальное благосостояние. Объективная оценка полезна для

формулирования стратегий управления лесными ресурсами и достижения баланса между устойчивым использованием лесных ресурсов и охраной окружающей среды.

Государственное управление в сфере лесопользования представляет собой упорядоченную лесным законодательством деятельность органов исполнительной власти, направленную на организацию рационального использования лесов. На федеральном уровне ключевую роль в реализации данных полномочий выполняет Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз), учрежденное в соответствии с Постановлением Правительства РФ и находящееся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации[1 с. 129-148].

Что касается полномочий субъектов РФ, то часть 1 статьи 83 Лесного кодекса РФ определяет перечень полномочий, передаваемых Российской Федерацией органам государственной власти субъектов, среди которых разработка и утверждение лесных планов субъектов РФ, лесохозяйственных регламентов, проведение государственной экспертизы проектов освоения лесов, а также осуществление охраны, защиты, воспроизводства и лесоразведения на землях лесного фонда. Часть 3 статьи 83 Лесного кодекса предусматривает финансирование данных полномочий через субвенции из федерального бюджета. Анализ положений Лесного кодекса РФ свидетельствует о том, что весь объем полномочий в сфере лесного хозяйства передается органам государственной власти субъектов РФ. В структуре государственных органов управления лесопользованием на нижнем уровне находятся государственные лесные инспектора (лесничие), чьи полномочия закреплены в части 3 статьи 96 Лесного кодекса РФ [2].

Материал и методы исследования

Исследование основано на использовании статистического анализа данных о лесном фонде, предоставленных Рослесхозом и другими открытыми источниками. Для выявления взаимосвязей между экономической эффективностью лесопользования и уровнем лесистости использован анализ причинно-следственных связей.

Результаты исследования и их обсуждение

Малолесные регионы Российской Федерации, такие, например, как Воронежская и Липецкая области (таблица 1), представляют собой территории с ограниченными лесными ресурсами, где лесистость значительно ниже среднероссийских показателей. Воронежская область имеет лесистость на уровне 8,5%, а Липецкая – 7,2%, что существенно меньше среднего значения по России (45%) [3]. Основу лесного фонда в этих регионах составляют дуб, сосна, береза и осина, при этом в Воронежской области преобладают дубравы (35% от общего состава), а в Липецкой области – сосновые леса (40%). Несмотря на относительно небольшую площадь лесного фонда (501 тыс. га в Воронежской области и 220 тыс. га в Липецкой), лесные ресурсы играют важную роль в экологическом и экономическом балансе этих территорий [4].

В это связи целесообразно произвести краткую сравнительную характеристику использования лесных ресурсов в малолесных регионах России, и ее внешнеэкономического партнера – Китайской народной республики (КНР).

Лесные ресурсы в малолесных регионах Китая широко распределены, но существуют очевидные региональные различия. Например, северо-восточные и юго-западные регионы КНР имеют относительно высокую концентрацию лесных ресурсов, при этом уровень лесистости северо-восточного региона составляет 52,54%, в то время как уровень лесистости провинции Синьцзян составляет всего 5,82% [5]. При этом, в последние несколько десятилетий Китай добился замечательных успехов в области охраны и восстановления лесов. Например, с момента реализации Проекта по охране природных лесов в 1998 году норма лесистости увеличилась с 30,15% в 1997 году до 32,71% в 2024 году, т.е. чистый рост составил 1,61%[6 с. 406-417].

Таблица 1

Сравнительная характеристика лесистости и видового состава лесов Воронежской и Липецкой областей Российской Федерации с малолесными регионами КНР за 2024 год

Table 1

Comparative characteristics of the forest cover and species composition of the forests of the Voronezh and Lipetsk regions of the Russian Federation and the sparsely forested regions of China in 2024

Показатель | Indicator	**Воронежская область | Voronezh Region**	**Липецкая область | Lipetsk region**	**Малолесные регионы Китая (среднее значение) | Sparsely wooded regions of China (average value)**
Лесистость, % | Woodiness, %	8,6	7,1	11
Доля дуба, % | Proportion of oak, %	35	25	10,7
Доля сосны, % | Proportion of pine, %	25	40	11,8
Доля березы, % | Proportion of birch, %	20	20	6,8
Доля осины, % | Proportion of aspen, %	5	10	7,5
Прочие породы, % | Other breeds, %	15	5	63,2

Источник: составлено автором на основе [5]–[7].

Source: compiled by the author based on [5]–[7].

Как уже отмечалось ранее, Воронежская и Липецкая области демонстрируют ограниченные объемы лесного фонда, тогда как в китайских малолесных регионах этот показатель достигает 11%, что связано с реализацией масштабных программ лесовосстановления, таких как проект «Зеленая стена». Объемы лесовосстановления в Воронежской области составляют 1,2 тыс. га, в Липецкой – 0,8 тыс. га, а в Китае – 1,3 тыс. га, при этом соотношение заготовки и восстановления в российских регионах (1:0,9 и 1:0,7

соответственно) близко к китайскому показателю (1:0,9), однако в Липецкой области наблюдается выраженный дисбаланс, указывающий на недостаточную интенсивность восстановительных мероприятий в 2024 году.

В этом же периоде экономическая эффективность лесопользования (таблица 2) в Воронежской области оценивается в 180 млн руб., в Липецкой – 100 млн руб., тогда как в Китае она достигает 225 млн руб., что коррелирует с более высокой лесистостью и диверсификацией видового состава лесов. В российских регионах преобладают монодоминантные насаждения: дуб в Воронежской области и сосна в Липецкой, что создает риски снижения устойчивости экосистем к биотическим и климатическим стрессам. В китайских регионах, напротив, 63,2% лесного фонда представлены прочими породами, что способствует повышению биоразнообразия и адаптационного потенциала.

Таблица 2

Сравнительная характеристика показателей результативности использования лесных ресурсов Воронежской и Липецкой областей Российской Федерации с малолесными регионами КНР

Table 2

Comparative characteristics of performance indicators for the use of forest resources in the Voronezh and Lipetsk regions of the Russian Federation with sparsely wooded regions of China

Показатель | Indicator	**Воронежская область | Voronezh Region**	**Липецкая область | Lipetsk region**	**Малолесные регионы Китая (среднее значение) | Sparsely wooded regions of China (average value)**
Объем лесовосстановления, тыс. га | Volume of reforestation, thousand hectares	1,2	0,8	1,3
Соотношение заготовки и восстановления | The ratio of harvesting and recovery	1:0,9	1:0,7	1:0,9
Экономическая эффективность, млн руб. | Economic efficiency, million rubles.	180	100	225

Источник: составлено автором на основе [5]–[7].

Source: compiled by the author based on [5]–[7].

Установлено, что ключевым фактором повышения результативности лесопользования является сбалансированность между эксплуатацией и восстановлением ресурсов. Близкое к равновесию соотношение заготовки и лесовосстановления в Китае и Воронежской области обеспечивает устойчивость лесного фонда, тогда как дефицит восстановления в Липецкой области может привести к дальнейшему сокращению лесистости. Экономическая эффективность напрямую зависит от масштабов лесного фонда и степени интеграции инновационных подходов, таких как переработка недревесных продуктов и агролесоводство, активно внедряемых в Китае. Российские регионы, сохраняя традиционные модели лесопользования, сталкиваются с ограничениями, обусловленными низким видовым разнообразием и антропогенной нагрузкой.

Таким образом, опыт китайских малолесных регионов демонстрирует, что сочетание активного лесовосстановления, диверсификации породного состава и внедрения многофункциональных моделей лесопользования способствует повышению как экологической, так и экономической устойчивости. Для Воронежской и Липецкой областей актуально увеличение объемов восстановительных работ, особенно в контексте климатических изменений, а также развитие альтернативных направлений использования лесных ресурсов, что позволит снизить зависимость от монопородных насаждений и повысить рентабельность лесного сектора в целом. Интеграция данных стратегий в региональные программы управления лесами может стать основой для перехода к устойчивому развитию малолесных территорий.

Анализ причинно-следственных связей показывает, что между лесистостью, объемами заготовки древесины и экономической эффективностью существует прямая зависимость. Чем ниже лесистость региона, тем меньше объемы заготовки и ниже доходы от лесопользования. При этом важную роль играет антропогенная нагрузка, которая в малолесной зоне особенно высока из-за интенсивного сельскохозяйственного использования земель и развития промышленности. Это приводит к деградации лесных экосистем, сокращению биоразнообразия и снижению экологической устойчивости.

В Китае также ведутся активные исследования по оценке лесных ресурсов в небольших лесных массивах. В некоторых исследованиях предложены методы, основанные на оценке ценности лесных экосистемных услуг, которые также учитывают экологические, экономические и социальные выгоды от лесов. В то же время Китай также уделяет внимание разработке соответствующих показателей и методов оценки в соответствии с состоянием и использованием лесных ресурсов в малолесных регионах в сочетании с особенностями территорий. Например, в некоторых небольших лесных массивах в горных районах будут оцениваются преимущественно экологические функции лесов, такие как почвоплодородие и водоохрана [8 с. 55-61].

Таким образом, основными причинами, влияющими на результативность использования лесных ресурсов в малолесной зоне, являются:

- ограниченность лесного фонда, что делает невозможным масштабное развитие лесозаготовок;
- низкие темпы лесовосстановления, которые не компенсируют объемы вырубки;
- высокая антропогенная нагрузка, приводящая к деградации лесов;
- недостаточное внедрение современных технологий в лесопользование и лесовосстановление;
- отсутствие диверсификации экономической деятельности, связанной с лесными ресурсами (например, недостаточное развитие экотуризма или переработки недревесных продуктов леса).

Для повышения результативности использования лесных ресурсов в малолесных регионах необходимо внедрение комплексного подхода, включающего увеличение объемов лесовосстановления, развитие альтернативных направлений использования лесов, а также внедрение инновационных технологий в лесное хозяйство. Важным шагом может стать

создание программ поддержки малолесных регионов на федеральном уровне, направленных на сохранение и восстановление лесного фонда.

Диагностика и оценка результативности использования лесных ресурсов в малолесных регионах требуют применения комплексного подхода, объединяющего методы количественного анализа, моделирования экологических и экономических процессов, а также инструменты геопространственного мониторинга. Для регионов с низкой лесистостью, таких как Воронежская и Липецкая области, ключевыми направлениями исследования являются:

- оценка текущего состояния лесного фонда;
- анализ динамики использования и восстановления ресурсов;
- прогнозирование устойчивости лесных экосистем.

Диагностика состояния лесных ресурсов в малолесных регионах, таких как Воронежская и Липецкая области, должна осуществляться посредством комбинации количественных и качественных методов, направленных на оценку структурных и функциональных характеристик лесных экосистем. Ключевым инструментом является геоинформационный анализ (ГИС), позволяющий визуализировать пространственное распределение лесов, выявить фрагментацию покрова и зоны антропогенного воздействия на основе данных дистанционного зондирования (Landsat, Sentinel-2) [9, 10]. Например, расчет индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [11, 13] применяется для мониторинга деградации лесов вблизи сельскохозяйственных территорий. Статистический анализ биоразнообразия включает полевые исследования и обработку данных лесной инвентаризации, акцентируя внимание на доле аутохтонных пород (дуб, сосна) и инвазивных видов, что особенно актуально для Воронежской области с её доминирующими дубравами.

Моделирование углеродного баланса (например, с использованием модели CO2FIX) [12] обеспечивает оценку экологических функций лесов, таких как депонирование CO_2, что критически важно для промышленных регионов, подобных Липецкой области. Балансовые модели («заготовка–восстановление») и экономико-экологические подходы (расчет чистой приведенной стоимости, NPV) интегрируют данные о доходах от лесопользования и затратах на восстановление, выявляя дисбалансы, как в случае Липецкой области, где соотношение заготовки и восстановления составляет 1:0,7. Современные технологии, включая алгоритмы машинного обучения для классификации спутниковых данных (Random Forest) [14], автоматизируют выявление незаконных рубок и оценку динамики лесного фонда.

Комплексное применение этих методов позволит не только диагностировать текущее состояние лесов, но и спрогнозировать их устойчивость в условиях климатических изменений и антропогенных нагрузок, формируя основу для научно обоснованного управления ресурсами.

В таблице 3 представлен краткий обзор инструментов диагностики, анализа и оценки результативности использования лесных ресурсов применительно к малолесной зоне.

Таблица 3

Обзор инструментов диагностики, анализа и оценки эффективности использования лесных ресурсов применительно к малолесной зоне

Table 3

Overview of diagnostic, analysis and evaluation tools for the use of forest resources in relation to a sparsely wooded area

Наименование инструмента | Name of the instrument	**Краткая характеристика | Brief description**
Методы диагностики состояния лесных ресурсов | Methods for diagnosing the state of forest resources	
Геоинформационный анализ (ГИС) | Geoinformation Analysis (GIS)	Использование геоинформационных систем (ArcGIS, QGIS) позволяет визуализировать пространственное распределение лесов, оценить их фрагментацию и выявить зоны антропогенного воздействия. Для Воронежской и Липецкой областей актуально построение карт лесистости на основе данных Рослесхоза и спутниковых снимков (Landsat, Sentinel-2). Например, анализ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) поможет отследить деградацию лесного покрова вблизи сельскохозяйственных угодий. | The use of geoinformation systems (ArcGIS, QGIS) allows you to visualize the spatial distribution of forests, assess their fragmentation and identify areas of anthropogenic impact. For the Voronezh and Lipetsk regions, it is important to build forest cover maps based on data from the Federal Forestry Agency and satellite images (Landsat, Sentinel-2). For example, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) analysis will help track the degradation of forest cover near agricultural land.
Статистический анализ биоразнообразия | Statistical analysis of biodiversity	Оценка видового состава лесов проводится через полевые исследования и обработку данных лесной инвентаризации. Для малолесных регионов критически важны индикаторы: доля аутохтонных пород (дуб, сосна) и инвазивных видов. В Воронежской области, где преобладают дубравы, применяются методы дендрохронологии для оценки возраста древостоев и их устойчивости к климатическим изменениям. | The assessment of the species composition of forests is carried out through field research and processing of forest inventory data. Indicators are critically important for sparsely wooded regions: the proportion of autochthonous species (oak, pine) and invasive species. In the Voronezh region, where oak forests predominate, dendrochronology methods are used to assess the age of stands and their resistance to climatic changes.
Оценка углеродного баланса | Carbon balance assessment	Расчет депонирования углерода с использованием моделей (например, CO2FIX) позволяет оценить экологическую роль лесов. В Липецкой области, где сосновые насаждения занимают 40% лесного фонда, такие расчеты помогают определить вклад лесов в смягчение последствий выбросов CO_2 от промышленных предприятий. | The calculation of carbon deposition using models (for example, CO2FIX) makes it possible to assess the ecological role of forests. In the Lipetsk region, where pine plantations occupy 40% of the forest fund, such calculations help determine the contribution of forests to mitigating the effects of co_2 emissions from industrial enterprises.
Модели анализа использования ресурсов | Resource usage analysis models	
Балансовая модель «заготовка-восстановление» | The «procurement-restoration» balance model	Модель основана на сопоставлении объемов вырубки и лесовосстановления. Для малолесных регионов коэффициент восстановления (КВ = площадь восстановления / площадь вырубки) должен превышать 1,0. В Воронежской области КВ составляет 0,9, что указывает на дефицит восстановительных мероприятий. | The model is based on a comparison of deforestation and reforestation volumes. For sparsely wooded regions, the recovery coefficient (SQ = recovery area / deforestation area) should exceed 1.0. In the Voronezh Region, the KV is 0.9, which indicates a shortage of rehabilitation measures.

Продолжение таблицы 3

Экономико-экологическая модель рентабельности | Economic and environmental model of profitability	Интеграция данных о доходах от лесопользования и затратах на лесовосстановление позволяет рассчитать показатель чистой приведенной стоимости (NPV). Например, в Липецкой области, где годовой доход от лесного сектора составляет 100 млн руб., а затраты на восстановление – 25 млн руб., NPV демонстрирует низкую окупаемость инвестиций, что требует пересмотра стратегии управления. | The integration of data on income from forest management and reforestation costs makes it possible to calculate the net present value (NPV). For example, in the Lipetsk region, where the annual income from the forestry sector is 100 million rubles and the cost of restoration is 25 million rubles, NPV demonstrates a low return on investment, which requires a review of the management strategy.
Модель динамики лесного фонда | The model of forest fund dynamics	Прогнозные сценарии (например, в программном комплексе i-Tree) помогают оценить последствия текущих практик лесопользования. Для Воронежской области моделирование показывает, что при сохранении текущих темпов заготовки (450 тыс. м³/год) и восстановления (1,2 тыс. га/год) лесистость сократится на 1–2% к 2030 году. | Predictive scenarios (for example, in the i-Tree software package) help to assess the consequences of current forest management practices. For the Voronezh Region, modeling shows that while maintaining the current rate of harvesting (450 thousand m^3/year) and restoration (1.2 thousand hectares/year), forest cover will decrease by 1-2% by 2030.
Инструменты оценки результативности | Performance assessment tools	
Индикаторы устойчивости FSC (Forest Stewardship Council) | Sustainability indicators of the FSC (Forest Stewardship Council)	Применение критериев FSC, таких как сохранение биоразнообразия и соблюдение прав местного населения, позволяет оценить соответствие лесопользования международным стандартам. В Липецкой области отсутствие сертифицированных лесхозов свидетельствует о недостатках в управлении. | The application of FSC criteria, such as conservation of biodiversity and respect for the rights of the local population, makes it possible to assess the compliance of forest management with international standards. In the Lipetsk region, the lack of certified forestry enterprises indicates deficiencies in management.
Метод анализа среды функционирования (DPSIR) | Operating Environment Analysis Method (DPSIR)	Framework DPSIR (Drivers–Pressures–State–Impacts–Responses) используется для системного анализа причинно-следственных связей. Например: Драйверы: спрос на древесину, развитие сельского хозяйства. Давление: вырубка лесов под пашни. Состояние: снижение лесистости до 7–8%. Воздействие: деградация почв, снижение биоразнообразия. Реакция: программы лесовосстановления. | The DPSIR framework (Drivers–Pressures–State–Impacts–Responses) is used for system analysis of cause-and-effect relationships. For example: Drivers: demand for timber, agricultural development. Pressure: deforestation for arable land. Condition: reduction of forest cover to 7-8%. Impact: soil degradation, reduced biodiversity. Reaction: reforestation programs.
Дистанционное зондирование и машинное обучение | Remote sensing and machine learning	Алгоритмы классификации спутниковых данных (например, Random Forest) автоматизируют выявление незаконных рубок и оценку состояния лесов. Для Воронежской области такие инструменты уже применяются в рамках пилотных проектов мониторинга. | Satellite data classification algorithms (for example, Random Forest) automate the detection of illegal logging and the assessment of forest conditions. For the Voronezh Region, such tools are already being used as part of pilot monitoring projects.

Окончание таблицы 3

Прикладные рекомендации для малолесных регионов | Applied recommendations for sparsely wooded regions	Внедрение GIS-платформ для оперативного мониторинга изменений лесного покрова. Использование агролесоводческих моделей, сочетающих лесные насаждения с сельскохозяйственными культурами, для снижения антропогенной нагрузки. Разработка региональных программ стимулирования лесовосстановления, включая налоговые льготы для предприятий, участвующих в посадках. | Implementation of GIS platforms for operational monitoring of forest cover changes. The use of agroforestry models combining forest plantations with agricultural crops to reduce anthropogenic pressure. Development of regional reforestation incentive programs, including tax incentives for enterprises involved in planting.

Источник: составлено автором.

Source: compiled by the author.

Заключение

Оценка эффекта от использования лесных ресурсов в малолесной зоне является всеобъемлющим системным проектом, в котором необходимо комплексно учитывать экологические, экономические и социальные факторы. В то же время следует активизировать разработку и осуществление законов, нормативных актов и директивных документов, с целью обеспечения надежных гарантий устойчивого использования лесных ресурсов в малолесных регионах Российской Федерации.

Для Воронежской и Липецкой областей, ключевым условием повышения результативности лесопользования является интеграция количественных методов анализа, прогнозного моделирования и современных технологий мониторинга. Применение балансовых и экономико-экологических моделей, дополненное геопространственными инструментами, позволит не только диагностировать текущие проблемы, но и сформировать стратегии устойчивого управления лесными ресурсами.

Библиографический список

1. Колесник, В. Г. Система государственного управления лесным комплексом: Текущая ситуация и основные проблемы / В. Г. Колесник, Л. Х. Синятуллина // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2017. – № 1. – С. 129-148.

2. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 26 декабря 2024 г.) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 15.03.2025).

3. Федеральное агентство лесного хозяйства. Лесистость территории, % на 01.01.2024 [Электронный ресурс] // Рослесхоз : официальный сайт. URL: https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestCover/ (дата обращения: 15.03.2025).

4. Федеральное агентство лесного хозяйства. Открытые данные [Электронный ресурс] // Рослесхоз: официальный сайт. URL: https://rosleshoz.gov.ru/opendata (дата обращения: 15.03.2025).

5. Yang G., Li Z., Zhou L. Considerations on forest changes in Northwestern China over the past seven decades [Электронный ресурс] // Frontiers in Environmental Science. 2021. Vol. 9.

URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.589896/full (date of request: 03/15/2025).

6. Давыдова, Г. В. Динамика и тенденции развития лесного хозяйства России и Китая: межстрановое сравнение / Г. В. Давыдова, Ю. Р. Щетинин // Российско-китайские исследования. – 2023. – Т. 7, № 4. – С. 406-417. – DOI 10.17150/2587-7445.2023.7(4).406-417.

7. Состояние лесных ресурсов в России // Бюллетень Ассоциации «ЛЕСТЕХ». 2024. № 15. URL: https://alestech.ru/bulletin/article/171 (дата обращения: 15.03.2025).

8. Пунцукова, С. Д. Оценка эффективности интеграции лесопользования и охраны лесной среды в России и Китае / С. Д. Пунцукова // Общество: политика, экономика, право. – 2018. – № 11(64). – С. 55-61. – DOI 10.24158/pep.2018.11.11.

9. Landsat Program provides the longest continuous space-based record of Earth's land in existence [Электронный ресурс] // NASA. URL: https://landsat.usgs.gov/ (дата обращения: 15.03.2025).

10. Sentinel-2 [Электронный ресурс] // Европейское космическое агентство. URL: https://sentinels.copernicus.eu/ (дата обращения: 15.03.2025).

11. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [Электронный ресурс] // NASA Earth Observatory. URL: https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps (дата обращения: 15.03.2025).

12. CO2FIX [Электронный ресурс] // International Institute for Applied Systems Analysis. URL: https://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/EcosystemServicesandManagement/co2fix.html (дата обращения: 15.03.2025).

13. Бурмистров А.М. Специфические особенности, определяющие устойчивое и рациональное лесопользование в Российской Федерации // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. № 4 (63). С. 71-82.

14. Random Forest [Электронный ресурс] // CRAN - The Comprehensive R Archive Network. URL: https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/randomForest.pdf (дата обращения: 15.03.2025)

References

1. Kolesnik, V. G. The system of state management of the forest complex: The current situation and the main problems / V. G. Kolesnik, L. H. Sinyatullina // Issues of state and municipal management. – 2017. – No. 1. – pp. 129-148.

2. Forest Code of the Russian Federation dated December 4, 2006 No. 200-FZ (as amended on December 26, 2024) // ConsultantPlus. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299 / (date of access: 03/15/2025).

3. Federal Forestry Agency. Forest cover of the territory, % as of 01.01.2024 [Electronic resource] // Rosleskhoz : official website. URL: https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-ForestCover / (date of reference: 03/15/2025).

4. Federal Forestry Agency. Open data [Electronic resource] // Rosleskhoz: official website. URL: https://rosleshoz.gov.ru/opendata (date of request: 03/15/2025).

5. Yang G., Li Z., Zhou L. Considerations on forest changes in Northwestern China over the past seven decades [Electronic resource] // Frontiers in Environmental Science. 2021. Vol. 9. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.589896/full (date of request: 03/15/2025).

6. Davydova, G. V. Dynamics and development trends forestry of Russia and China: Cross-country comparison / G. V. Davydova, Yu. R. Shchetinin // Russian-Chinese studies. – 2023. – Vol. 7, No. 4. – pp. 406-417. – DOI 10.17150/2587-7445.2023.7(4) .406-417.

7. The state of forest resources in Russia // Bulletin of the LESTECH Association. 2024. No. 15. URL: https://alestech.ru/bulletin/article/171 (date of reference: 03/15/2025).

8. Puntsukova, S. D. Evaluation of the effectiveness of integration of forest management and protection of the forest environment in Russia and China / S. D. Puntsukova // Society: politics, economics, the right. – 2018. – № 11(64). – Pp. 55-61. – DOI 10.24158/pep.2018.11.11.

9. The Landsat Program provides the longest continuous space-based record of Earth's land

in existence [Electronic resource] // NASA. URL: https://landsat.usgs.gov / (date accessed: 03/15/2025).

10. Sentinel-2 [Electronic resource] // European Space Agency. URL: https://sentinels.copernicus.eu / (accessed: 03/15/2025).

11. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [Electronic resource] // NASA Earth Observatory. URL: https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps (date of access: 03/15/2025).

12. CO2FIX [Electronic resource] // International Institute for Applied Systems Analysis. URL: https://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/EcosystemServicesandManagement/co2fix.html (date of request: 03/15/2025).

13. Burmistrov A.M. Specific features that determine sustainable and rational forest management in the Russian Federation // Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice. 2023. Vol. 11. No. 4 (63). P. 71-82.

14. Random Forest [Electronic resource] // CRAN - The Comprehensive R Archive Network. URL: https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/randomForest.pdf (date of request: 03/15/2025).

Сведения об авторах

✉ *Бурмистров Алексей Михайлович* – старший преподаватель кафедры менеджмента и экономики предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6604-1361, e-mail: burmistrov-vgltu@yandex.ru

Information about the authors

✉ *Alexey M. Burmistrov*, Senior Lecturer at the Department of Management and Business Economics, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8 Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6604-1361, e-mail: burmistrov-vgltu@yandex.ru

✉ - Для контактов/Corresponding author

Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика 4/2025

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-139-156

УДК 330.315

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА – РОССИЯ-КЫРГЫЗСТАН: ПОТЕНЦИАЛ, ВЫЗОВЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Айдарбек Т. Гыязов[1], aziret-81@mail.ru, 0000-0002-0272-6038
Татьяна Л. Безрукова[2], bezrukova_t_l@mail.ru, 0000-0002-4126-3371
Оксана В. Кувшинова[2], oxkuv@yandex.ru, 0009-0005-5471-0336
Евгений И. Гаврилов[2], evgeny.gavrilov@metafrax.ru, 0009-0009-6079-4424
Куралбек Кызы Индира[3], indira_kuralbekov@mail.ru, 0009-0001-5769-8791

[1]Баткенский государственный университет, ул. Исамидина Жусупова, 11, г. Баткен, 720100, Кыргызстан

[2] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

[3]Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова, ул. Тоголока Молдо, 58, г. Бишкек, 720033, Кыргызстан

Аннотация

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) стали неотъемлемой частью энергетического сектора России и Кыргызстана в условиях ограниченности природных ресурсов и как мера адаптации к изменению климата. В условиях дефицита традиционных природных ресурсов и усиливающегося воздействия климатических изменений во многих странах растёт значимость возобновляемых источников энергии, которые постепенно интегрируются в структуру национальной энергетики. В статье рассматриваются возможности использования альтернативных источников энергии в процессе перехода традиционной энергетики к экологически чистым технологиям. Актуальность темы усиливается изменениями климата и исчерпанием традиционных ресурсов. Основная часть работы включает обзор альтернативных источников энергии, их преимущества, а также возможные барьеры и перспективы перехода на альтернативное топливо для экономики России и Кыргызстана. В статье проведен анализ потенциала возобновляемых источников энергии для промышленного сектора двух стран. Хотя на сегодняшний день их вклад в общий энергобаланс страны составляет чуть больше 1%, при правильном подходе к внедрению и использованию соответствующих технологий возобновляемые источники энергии способны существенно снизить нагрузку на действующие гидроэлектростанции. Несмотря на незначительную долю использования возобновляемых источников энергии от общего энергобаланса, Россия и Кыргызстан имеет значительный потенциал для разгрузки гидроэлектростанций за счёт альтернативных источников энергии при условии надлежащего внедрения и эксплуатации технологий возобновляемой энергетики. Россия и Республика Кыргызстан располагают весомыми предпосылками для развития альтернативной

энергетики, способной сыграть важную роль в обеспечении устойчивости энергосистемы обоих стран.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, биомасса ветроэнергетика.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гыязов А.Т. Возобновляемая энергетика – Россия-Кыргызстан: потенциал, вызовы, перспективы / А.Т. Гыязов, Т.Л. Безрукова, О.В. Кувшинова. Е.И. Гаврилов, К. И. Куралбек // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 139-156. – *Библиогр.: с. 153-155 (22 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-139-156.

RENEWABLE ENERGY – RUSSIA-KYRGYZSTAN: POTENTIAL, CHALLENGES, AND PROSPECTS

Aidarbek T. Gyyazov[1], aziret-81@mail.ru, 0000-0002-0272-6038
Tatyana L. Bezrukova[2],bezrukova_t_l@mail.ru, 0000-0002-4126-3371
Oksana V. Kuvshinova[2], oxkuv@yandex.ru, 009-0005-5471-0336
Evgeny I. Gavrilov[2], evgeny.gavrilov@metafrax.ru, 0009-0009-6079-4424
Kuralbek kyzy Indira[3], indira_kuralbekov@mail.ru, 0009-0001-5769-8791

[1]*Batken State University, 11, st. Isamidina Zhusupova, Batken, 720100, Kyrgyz Republic*
[2]*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, 8, Timiryazev str., Voronezh, 394087, Russia*
[3] *M. Ryskulbekov Kyrgyz University of Economics, ул. Тоголока Молдо, 58, Bishkek , 720033, Kyrgyz Republic*

Abstract

Renewable energy sources (RES) have become an integral part of Russia's and Kyrgyzstan's energy sector in the context of limited natural resources and as a measure of adaptation to climate change. Despite the fact that currently the trend of using renewable energy sources in the country is only 1% of the total energy balance, Kyrgyzstan has significant potential for offloading hydroelectric power plants using alternative energy sources, provided that renewable energy technologies are properly installed and operated. Renewable energy sources (RES) have become an integral part of Kyrgyzstan's energy sector in the context of limited natural resources and as a measure of adaptation to climate change. With traditional natural resources scarce and the increasing impact of climate change, renewable energy sources are becoming increasingly important in many countries, and they are gradually being integrated into their national energy mix. This article examines the potential for using alternative energy sources in the transition from traditional energy to clean technologies. The relevance of this topic is heightened by climate change and the depletion of traditional resources. The main part of the paper includes an overview of alternative energy sources, their advantages, and potential barriers and prospects for transitioning to alternative fuels for the economies of Russia and

Kyrgyzstan. The article also analyzes the potential of renewable energy sources for the industrial sectors of both countries. Although their current contribution to the country's overall energy balance is just over 1%, with the right approach to the implementation and use of appropriate technologies, renewable energy sources can significantly reduce the load on existing hydroelectric power plants. Despite the insignificant share of renewable energy sources in the overall energy balance, Russia and Kyrgyzstan have significant potential to relieve hydroelectric power plants through alternative energy sources, provided that renewable energy technologies are properly implemented and operated. Russia and the Kyrgyz Republic have significant potential for developing alternative energy, which could play a significant role in ensuring the sustainability of the energy systems of both countries.

Keywords: renewable energy sources, solar energy, biomass wind, energy.

Conflict of interest: The authors stated that there was no conflict of interest.

***For citation**:* Gyyazov A.T., T.L. Bezrukova, O.V. Kuvshinova, E.I. Gavrilov, K. I. Kuralbek (2025) Renewable Energy – Russia-Kyrgyzstan: Potential, Challenges, Prospects. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice]. Vol. 13, No. 4 (71), pp. 139-156 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-139-156.

Введение

В настоящее время широко рассматриваются возможности использования альтернативных источников энергии в процессе перехода традиционной энергетики к экологически чистым технологиям. Актуальность темы обусловлена изменениями климата и исчерпанием традиционных ресурсов.

Возможности альтернативных источников энергии становятся все более актуальной темой на сегодняшний день, в связи с климатическими изменениями и сокращением запасов традиционных источников энергии, таких как нефть, газ и уголь, переход на экологически безопасные промышленные энергоресурсы становится не просто необходимостью, но и стратегической возможностью для роста и развития. По всему миру происходит активное внедрение альтернативных источников топлива в различные промышленные отрасли. Природный газ, биодизель и спирты уже широко применяются, а водород лишь начинает завоёвывать своё место. В России также разрабатывается проект, направленный на долгосрочный переход к использованию альтернативных видов топлива. Альтернативные источники энергии, такие как солнечная, ветровая, гидроэнергетика и другие, предлагают пути к снижению уровня загрязнения окружающей среды, выброса парниковых газов, а также к повышению энергетической безопасности и стимулированию новых технологий.

В России, обладающей значительными запасами углеводородов, «переход к «зеленой» энергетике приобретает особое значение в контексте санкций и переориентации рынков» [17]. «Мир стоит на пороге новой трансформации - перехода к устойчивой энергетике. Для России этот момент является поворотным пунктом – сделать рывок в техническом, технологическом

и организационном развитии энергетики или безнадежно отстать от мировых энергетических лидеров» [17].

Правовая база, регулирующая энергетическую отрасль, представлена рядом ключевых законодательных актов. В их числе законы «Об энергетике», «Об электроэнергетике» и «Об энергосбережении», которые формируют основу для функционирования и развития сектора на национальном уровне.

К числу Федеральных законов и Постановлений Правительства РФ относятся:

- Федеральный закон «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 N 35-ФЗ (последняя редакция) Редакция от 25.10.2024 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) [1];

- Постановление Правительства РФ от 29.08.2020 N 1298 «О вопросах стимулирования использования возобновляемых источников энергии, внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов правительства Российской Федерации» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 30.12.2022 N 2556, от 28.12.2023 N 2359) [2].

Комплекс стратегических и программных документов, принятых в различные годы, формирует концептуальную основу для долгосрочного развития энергетической отрасли Кыргызской Республики. К числу ключевых инициатив, определивших вектор государственной политики в данной сфере, относятся [3-11]:

- Закон Кыргызской Республики «О возобновляемых источниках энергии»;
- Национальная энергетическая программа на 2008–2010 годы;
- Среднесрочная программа модернизации электроэнергетики на 2012-2017 годы;
- Национальная стратегия устойчивого развития на период 2013-2017 гг.;
- Национальная стратегия развития на 2018-2040 годы;
- Программа внедрения принципов «зелёной» экономики на 2019-2023 гг.;
- Стратегия развития топливно-энергетического комплекса до 2025 года;
- Национальная программа развития до 2026 года.
-

Материал и методы исследования

Результаты научного исследования базируются на информационной базе Государственного комитета по статистике, комитета Воронежской области по статистике; Официального сайта Кабинета министров Кыргызской Республики [8], Министерства энергетики Кыргызской Республики [9]; Проекта «Национальный план действий по устойчивой энергетике Кыргызской Республики» [10], «Национальной программы развития Кыргызской Республики до 2026 года» [11]; использованы научные статьи; законодательные и нормативные акты Российского федерального и регионального уровня. Применялись методы: системный анализ, синтез, факторный анализ, экономико-статистический анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Альтернативные источники энергии (далее – АИЭ), или возобновляемые источники энергии (далее – ВИЭ), представляют собой ресурсы, которые восстанавливаются естественным образом и считаются неисчерпаемыми в человеческом масштабе времени.

«ВИЭ – это энергия из природных ресурсов, которые возобновляются в короткий период (дни, недели, сезоны) и считаются неисчерпаемыми на человеческих временных шкалах, такие как ветер, солнце, приливы и речные потоки» [14].

К основным видам АИЭ относятся:

- солнечная энергия: преобразование солнечного излучения через гелиотермальные системы;
- ветровая энергия: возникает при вращении лопастей турбин в ветропарках;
- гидроэнергия: энергия водных потоков, особенно малые гидроэлектростанции без плотин;
- геотермальная энергия: использование тепла недр Земли;
- биоэнергетика: производство энергии из органических отходов и биомассы.

Смена вектора развития от ископаемых видов топлива к устойчивым и возобновляемым источникам энергии представляет собой не только шаг в сторону экологической повестки, но и ответ на насущные вызовы в экономике страны. Использование ВИЭ способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, способствует улучшению качества воздуха и уменьшает зависимость от импорта энергоресурсов. Такой переход способен положительно сказаться на уровне жизни населения, создавая новые рабочие места, особенно в сельской местности, и укрепляя социально-экономическое развитие регионов.

В России потенциал АИЭ огромен: большая территория позволяет размещать ветровые и солнечные станции в удаленных районах, таких как Арктика и Сибирь. «Преимущество России – большая территория, особенно для использования возобновляемых источников в удаленных и энергодефицитных районах, таких как Забайкальский край, Арктика» [20]. Например, в угледобывающих регионах, как Кемеровская область, внедрение солнечной и ветровой генерации может снизить себестоимость добычи.

«Развитие технологий возобновляемых источников энергии может выступить драйвером инновационной модернизации экономики и источником формирования низкоуглеродной («зеленой») экономики» [13]. В промышленном секторе АИЭ интегрируются с системами хранения энергии, что решает проблему нестабильности выработки. Однако существуют и возможные барьеры, такие как: высокая стоимость оборудования, зависимость от погоды и отсутствие технологического суверенитета.

В мировой практике переход к ВИЭ отмечается в Германии и Дании, где доля ВИЭ превышает 40% (рис. 1а) [16]. В России доля ВИЭ увеличивается, но пока не достигает Европейского и мирового уровня (рис. 1б). Проекты России включают ветропарки и солнечные станции в многих областях страны: солнечная энергетика развивается в республике Башкортостан, Оренбургской и Самарской областях (построены крупные солнечные электростанции), а в Забайкальском крае и Бурятии солнечные станции используются для энергоснабжения удаленных территорий, где централизованные сети экономически неэффективны; ветровая энергетика в России наиболее развита в Ростовской области, Калмыкии, Ставропольский крае: ветропарки, построенные компаниями «Энел Россия» и «Новавин», имеют мощность от 50 до 200 МВт. Например, Азовская ВЭС в Ростовской области (90 МВт) – один из крупнейших проектов. «Ростовская область выбрана как наиболее перспективная для ВИЭ из-за высоких ветровых нагрузок и развитой

инфраструктуры» [19]. «Наличие технического, ресурсного и научного потенциала может способствовать выходу России на траекторию развития устойчивой энергетики» [17].

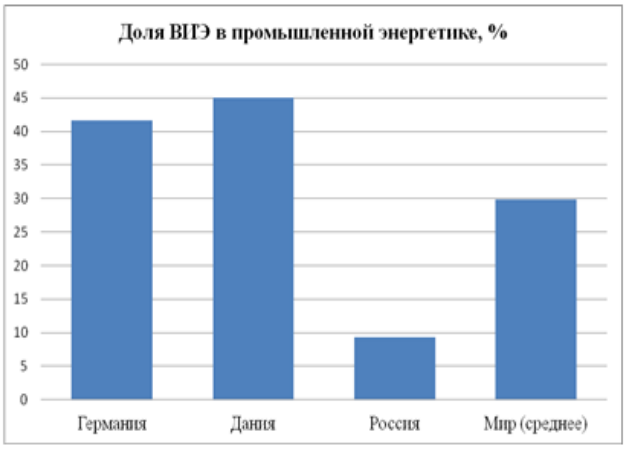

Рисунок 1а - Доля ВИЭ в промышленной энергетике, %

Figure 1a - Share of renewable energy sources in industrial energy, %

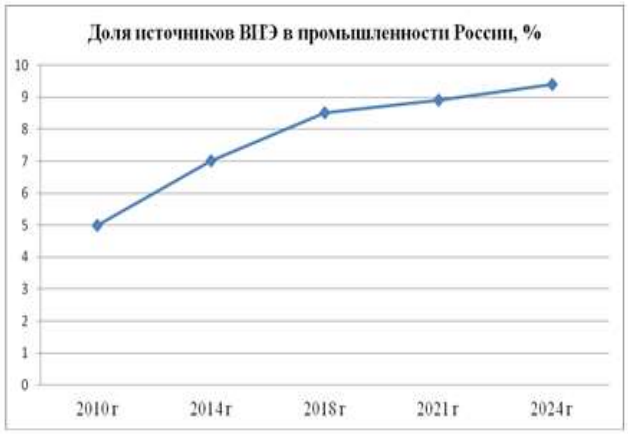

Рисунок 1б - Доля источников ВИЭ в промышленности России, %

Figure 1б - Share of renewable energy sources in industrial Russia, %

Потенциал альтернативных источников энергии при переходе к экологически чистой промышленной энергетике раскрывают также геотермальная энергетика, биоэнергетика и приливная энергетика. Геотермальные станции, такие как Мутновская ГеоЭС (50 МВт) на Камчатке, используют тепло недр для производства электроэнергии. Этот потенциал отмечен как «нетрадиционные возобновляемые источники энергии, такие как геотермальная энергия на Камчатке обладают значительным потенциалом» [18].

Биогазовые установки в Ленинградской и Архангельской области перерабатывают сельскохозяйственные отходы и отходы лесопереработки в электроэнергию и тепло «Биоэнергетика в России развивается за счет переработки отходов агропромышленного комплекса, что снижает экологическую нагрузку» [15]. А приливная энергия в Мурманской области может стать основой для локальной генерации в прибрежных зонах [17].

Развитие АИЭ требует внедрения новых технологий, таких как системы хранения энергии и «умные» сети, указывает на то, что развитие технологий ВИЭ может выступить драйвером инновационной модернизации экономики. Например, проекты в Ростовской области включают тестирование накопителей энергии для стабилизации ветровой генерации, что повышает надежность энергосистем для промышленности. Также стоит отметить, что преимуществом развития АИЭ в России является предоставление рабочих мест в регионах и привлечение инвестиций. Например, строительство ветропарков в Ростовской области создало около 5000 рабочих мест за счет эксплуатации и обслуживания станций [13].

На долю Кыргызской Республики приходится около 2% всех энергетических запасов Центральноазиатского региона. В стране сосредоточены существенные угольные резервы и примерно треть гидроэнергетического потенциала региона, однако освоена лишь малая его

часть — порядка 10%. По экспертным оценкам, теоретическая выработка гидроэлектроэнергии может достигать 142 млрд кВтч в год, но на практике этот ресурс используется лишь частично. При этом более 90% всей электроэнергии в республике генерируется именно за счёт гидроэнергетических объектов.

Несмотря на обилие внутренних ресурсов, структура энергетического баланса в Кыргызстане остаётся уязвимой: доля внешних поставок в обеспечении топливно-энергетических потребностей страны превышает половину. Ключевая особенность распределения мощностей заключается в том, что около 90% всей вырабатываемой электроэнергии приходится на гидростанции, размещённые в южных регионах, тогда как большинство потребителей (до 70%) сосредоточено в северной части страны.

На сегодняшний день энергетическая инфраструктура республики опирается в основном на гидро- и теплоэлектростанции, среди которых доминируют каскады, построенные на реке Нарын. Основу генерации составляют такие крупные ГЭС, как Токтогульская, Курпсайская, Таш-Кумырская, Шамалды-Сайская, Уч-Курганская, Камбаратинская-2 в Джалал-Абадской области, а также Ат-Башинская ГЭС в Нарынской области. По расчетам специалистов, потенциал Нарына и его притоков позволяет возвести не менее тридцати дополнительных гидроэлектростанций, что важно для развития отрасли.

Одновременно с этим всё большую актуальность приобретает развитие альтернативной энергетики. В числе приоритетных направлений - использование энергии малых рек, солнечных и ветровых ресурсов, геотермальных источников и биомассы. Однако в настоящее время доля возобновляемых источников в энергобалансе остаётся крайне низкой - менее одного процента.

Среди видов ВИЭ в стране наибольшее внимание уделяется солнечной энергетике, где ведётся внедрение гелиосистем различного назначения — от водонагревательных установок до опреснительных агрегатов. Что касается ветроэнергетики, её применение ограничено несколькими экспериментальными установками, хотя существующий потенциал, по оценкам, может обеспечить от 5 до 7% потребностей в электричестве сельских территорий [10].

Кыргызстан сегодня сталкивается с рядом серьёзных вызовов в сфере энергетики — от необходимости модернизации инфраструктуры до решения задач, связанных с энергетической устойчивостью и полным использованием доступных природных ресурсов.

В сложившейся энергетической ситуации Кыргызская Республика ставит во главу угла наращивание внутреннего потенциала в сфере энергоснабжения. Стратегические подходы к достижению этой цели детально изложены в Национальной программе развития до 2026 года [11]. Согласно данному документу, особое внимание уделяется сокращению зависимости от углеводородного сырья путём активного продвижения гидроэнергетики, включая её малые формы, а также внедрения альтернативных энергетических решений. В числе приоритетов — возведение новых и модернизация действующих энергоустановок, пересмотр тарифной системы, обновление технического регулирования и ряд иных структурных преобразований в отрасли.

Возобновляемые энергетические технологии основаны на использовании природных ресурсов, которые доступны постоянно и восстанавливаются естественным путём. К таким

источникам относятся солнечное и ветровое излучение, биомасса, водные потоки, а также геотермальные резервы. Географическое положение и климат Кыргызстана обеспечивают стране уникальные возможности в этой сфере, благодаря чему, по данным Международного энергетического агентства (IEA, 2020), республика входит в число мировых лидеров по доле электроэнергии, производимой из возобновляемых ресурсов.

До вступления в Кыргызстане в силу профильного закона о ВИЭ в 2008 году нормативное регулирование в данной области носило фрагментарный характер. Упоминания об альтернативной энергетике содержались лишь в отдельных положениях законов «Об энергетике» и «Об электроэнергетике» [3,4], а также в подзаконных актах, в частности в правительственных постановлениях, стратегиях, технических регламентах и нормативных документах. Новый закон заложил базу для институционального и экономического стимулирования развития ВИЭ, охватывая правовые, организационные и финансовые аспекты.

Доктрина «зелёной» экономики, утверждённая на государственном уровне, служит основополагающим ориентиром в вопросах перехода к экологически чистому и энергоэффективному хозяйствованию. Основными задачами в рамках реализации данной концепции являются: минимизация потерь в энергосистеме, снижение уровня субсидирования, поэтапный отказ от углеродоёмких источников, а также поощрение технологических решений в области гидроэнергетики, солнечных и ветровых установок и биотоплива.

С учётом международных обязательств Кыргызстана по достижению Целей устойчивого развития, предусмотрен переход к более экологичной структуре энергопроизводства. Так, к 2040 году планируется довести долю ВИЭ (включая малые ГЭС, солнечные панели, ветрогенераторы и установки на биогазе) до 10% от общего объёма производимой электроэнергии.

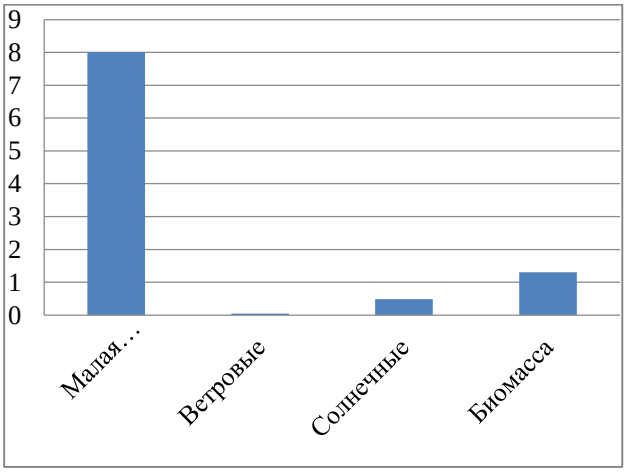

Рисунок 2а - Потенциал ВИЭ Кыргызстана (млрд. кВтч/год)

Figure 2a- RES potential in the Kyrgyz Republic (billion kWh/year)

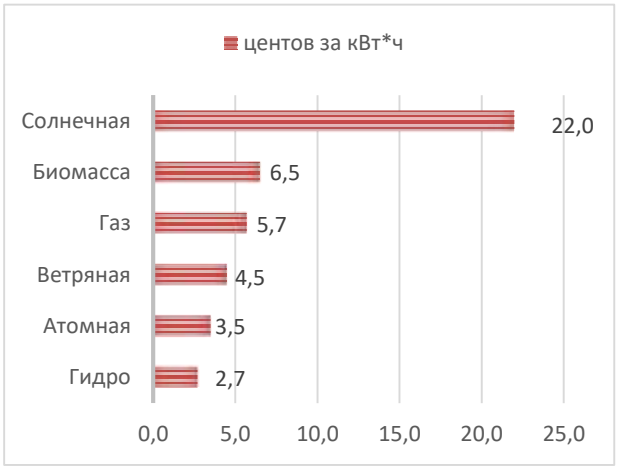

Рисунок 2б – Затраты на производство электроэнергии в Кыргызстане (цент/кВтч)

Figure 2b - Cost of electricity production, cents/kWh

В свою очередь, Национальная программа развития до 2026 года Кыргызстана [11] конкретизирует ближайшие шаги в данном направлении. В перечень приоритетных проектов включены строительство маломасштабных гидроэлектростанций и активное освоение солнечных и ветровых энергетических установок, в этом освоении участвует энергетический потенциал Кыргызстана по видам энергии (рис. 2а) и анализ величины затрат на производство электроэнергии в Кыргызстане (рис. 2б).

Ускоренное и стабильное развитие возобновляемого сегмента энергетики Кыргызстана воспринимается как один из ключевых механизмов адаптации к вызовам, связанным с изменением климата. В настоящее время основным фокусом остаётся водная генерация, обладающая наибольшей зрелостью и масштабом внедрения в Кыргызстане.

Вместе с тем наблюдается возрастающий интерес к альтернативным формам получения энергии - геотермальной, солнечной и ветровой, которые рассматриваются как перспективные направления диверсификации энергетического профиля страны.

На сегодняшний день технологии, основанные на использовании солнца, ветра и органических отходов, находятся преимущественно на этапе пилотных внедрений и ограничены узкими секторами, преимущественно сельскими районами или отдельными автономными объектами. Однако, по мере совершенствования нормативной базы, увеличения инвестиций и технологической адаптации, ожидается, что такие решения смогут занять более значимое место в структуре энергоснабжения.

Постепенное расширение спектра применяемых ВИЭ, в сочетании с интеграцией в общую энергосистему страны, должно способствовать не только снижению углеродного следа, но и повысить устойчивость энергетической отрасли к внешним рискам - от природных катаклизмов до колебаний цен на ископаемое топливо.

Таким образом, трансформация энергетического сектора в сторону большей устойчивости и экологичности становится не просто стратегической задачей, но и насущной необходимостью для социально-экономического благополучия Кыргызстана.

Использование возобновляемых источников по-прежнему сопряжено с более высокими первоначальными затратами по сравнению с традиционными видами топлива, их весомое экологическое преимущество делает их всё более востребованными в условиях глобального перехода к устойчивой энергетике. Технологический прогресс способствует снижению себестоимости производства «чистой» энергии, в результате чего разница в экономической отдаче между ВИЭ и ископаемыми энергоносителями постепенно нивелируется.

Биогазовые установки. Одним из наиболее практически применимых и рентабельных решений для сельской местности является внедрение биогазовых комплексов. Эти установки не только обеспечивают автономное энергоснабжение фермерских хозяйств, но и существенно уменьшают вредное воздействие на окружающую среду, предотвращая утечку метана - одного из мощнейших парниковых газов. Учитывая особенности аграрной экономики Кыргызстана и наличие органического сырья, биогазовые технологии представляют собой экономически оправданный и быстроокупаемый путь к обеспечению энергетической независимости в сельских регионах (рис. 3а).

Активное продвижение биогазовых технологий в Кыргызстане стартовало около десятилетия назад. С тех пор в различных регионах республики было реализовано порядка тридцати пилотных проектов, большая часть которых осуществлялась при финансовой и технической поддержке международных организаций, включая Японское агентство международного сотрудничества (JICA), Азиатский банк развития (АБР), Европейский Банк развития и реконструкции, а также Программу развития ООН (ПРООН).

Солнечная энергия. Что касается солнечной энергетики, то здесь у Кыргызстана имеются неоспоримые преимущества, обусловленные его географической широтой и благоприятными климатическими условиями. Ежегодный объём поступающей солнечной радиации оценивается свыше 4,64 миллиарда МВтч, что эквивалентно примерно 23,4 кВтч на каждый квадратный метр территории страны. Это делает солнечную энергетику одним из наиболее перспективных направлений развития возобновляемых источников (рис. 3б).

Рисунок 3а – Достоинства и недостатки биогазовых установок
Figure 3b – Advantages and disadvantages of biogas plants

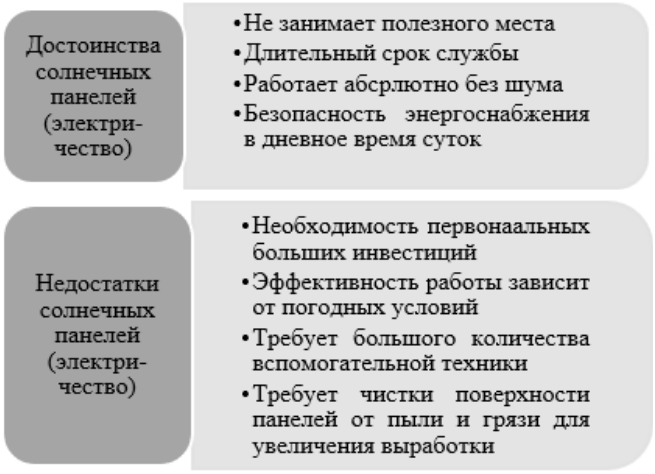

Рисунок 3б – Достоинства и недостатки солнечных панелей
Figure 3b – Advantages and disadvantages of solar panels

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), предварительная карта солнечного потенциала указывает на наличие более чем 3 600 квадратных километров площадей, пригодных для установки фотоэлектрических станций. Особенно благоприятные условия сложились в южной части Ошской области, вдоль реки Кызыл-Суу, где близость к крупному потребителю городу Ош создаёт оптимальные предпосылки для локального обеспечения электроэнергией [20].

С технологической точки зрения солнечная энергия подразделяется по способу преобразования на два типа: а) электрическая генерация, реализуемая с помощью фотоэлектрических модулей (солнечных панелей); б) тепловое применение, обеспечиваемое солнечными коллекторами, используемыми для нагрева воды.

Несмотря на внушительный потенциал и доступность исходного ресурса, преобразование солнечной энергии в электричество или тепло сопровождается как рядом преимуществ, так и объективными ограничениями. Среди достоинств - экологическая чистота, низкие эксплуатационные издержки и пригодность для децентрализованного использования. Однако существуют и сложности, включая высокую стоимость начального

оборудования, зависимость от погодных условий и необходимость аккумуляции энергии для стабильного снабжения в ночное и пасмурное время.

Экономическая эффективность внедрения солнечных электростанций в значительной степени определяется действующими тарифами на электроэнергию. Так, при среднем почасовом потреблении в пределах 2 кВт, для частного жилого дома как правило устанавливается система мощностью 2 кВт·ч. При текущем тарифе в 2,16 сома за 1 киловатт-час расчетный срок возврата инвестиций составляет порядка 13 лет, в то время как эксплуатационный ресурс оборудования превышает 25 лет (см. рисунок 4а и 4б).

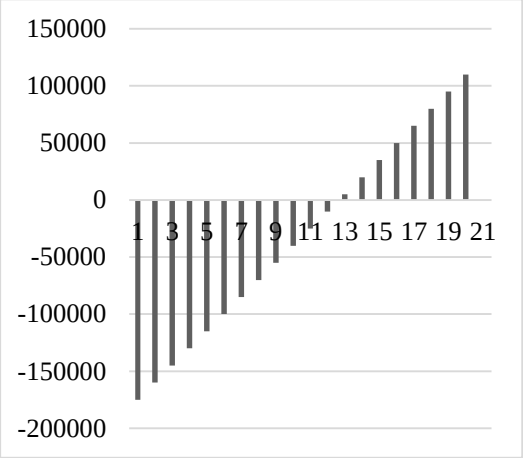

Рисунок 4а - Срок окупаемости солнечной станции при низком тарифе за 1 кВт/ч

Figure 4a - Payback period of a solar power station at a low tariff per 1 kW/h

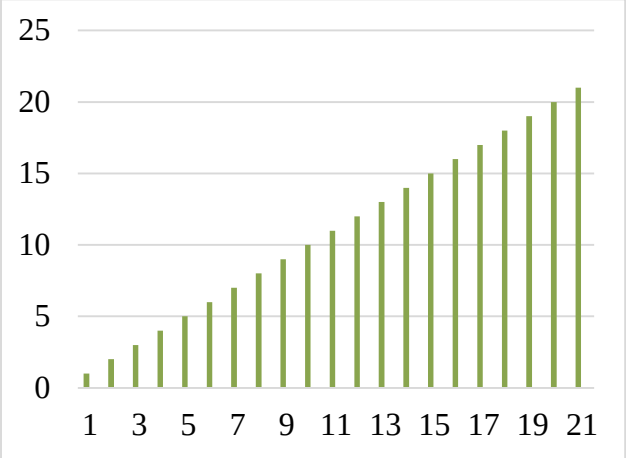

Рисунок 4б - Эксплуатационный ресурс оборудования солнечной станции

Figure 4b - Service life of solar power station equipment

Продолжительная окупаемость объясняется тем, что в Кыргызстане стоимость электроэнергии остаётся одной из самых низких в регионе, что замедляет возврат вложенных средств при установке альтернативных систем. Тем не менее, в условиях возможного повышения тарифов экономическая привлекательность солнечной генерации возрастает. Например, при цене в 5 сомов за 1 кВтч срок окупаемости сокращается почти вдвое - до семи лет, что делает установку фотоэлектрических станций значительно более рентабельной (рис. 4а).

В пределах территории Свободной экономической зоны (СЭЗ) в Бишкеке было учреждено совместное предприятие с участием немецкого капитала, специализирующееся на выпуске фотоэлектрических станций. Помимо этого, на внутреннем рынке представлены солнечные панели, произведённые в Китае, Российской Федерации и Турции.

Что касается оборудования для теплового использования солнечной энергии, то в стране налажен лишь ограниченный выпуск коллекторов и водонагревательных установок, основная доля которых всё ещё импортируется. Наиболее активными поставщиками в этом сегменте выступают Китай, Чехия и Россия. При этом потенциал солнечных тепловых станций в Кыргызстане остаётся чрезвычайно высоким.

Ветроэнергетика. Ветроэнергетика в Кыргызстане пока не получила широкого распространения, что объясняется совокупностью факторов: с одной стороны, это

недостаточная среднегодовая скорость ветра, с другой высокая стоимость оборудования и его установки. Однако в определённых локациях, преимущественно в труднодоступных горных или предгорных регионах, где скорость воздушных потоков достигает 10–12 м/с (например, на перевалах и в узких ущельях), есть возможность использовать маломощные установки — от 1 до 10 кВт — для обеспечения индивидуального энергоснабжения (рис. 5).

Рисунок 5 – Достоинства и недостатки ветроэнергетики
Figure 5 – Advantages and disadvantages of wind energy

Благоприятные условия для устойчивой ветровой генерации зафиксированы в районе города Балыкчы, где количество дней с сильными ветрами может достигать 120 в год. В других регионах этот показатель значительно ниже, не превышает 40 дней в течение года.

Также перспективные ветровые зоны сконцентрированы в южной части Ошской области, вдоль границы с Таджикистаном, а также в северных и южных районах Нарынской области и на юге Иссык-Кульского региона. Дополнительные участки с высоким ветропотенциалом обнаружены на западе Баткенской области и на юге Чуйской области.

Тем не менее, по результатам технического анализа были выделены 77 потенциальных площадок с совокупной площадью более 2 300 км², на которых возможно развертывание проектов совокупной мощностью порядка 5,8 ГВт. [16,21].

В свете нарастающих энергетических вызовов Кыргызская Республика активно стремится к поиску быстрых, рентабельных и экологически устойчивых решений. Одним из ключевых направлений выступает развитие сектора ВИЭ, стремительно развивающегося во всём мире. Очередным шагом в этом направлении стало подписание в марте 2024 года соглашения между Министерством энергетики КР и ветроэнергетическим подразделением государственной корпорации «Росатом» - АО «НоваВинд». Документ предусматривает совместную проработку инвестиционного проекта по строительству ветровых электростанций суммарной мощностью до 1 ГВт.

Первым этапом станет пилотная установка ВЭС мощностью 100 МВт на территории

Иссык-Кульской области. В рамках подготовки «НоваВинд» уже смонтировала ветроизмерительную мачту, необходимую для получения точных метеоданных.

Энергетическая система Кыргызстана нуждается в глубоко продуманной, долгосрочной стратегии, основанной на понимании глобальных и локальных энергетических трендов. Только комплексное и устойчивое планирование, ориентированное на баланс между экологическими, экономическими и социальными приоритетами, способно обеспечить надёжные и доступные поставки энергии, необходимые для устойчивого развития страны.

Точное картографирование и количественная оценка доступных ВИЭ ресурсов являются основой для принятия взвешенных решений при формировании энергетической политики. Гидроэнергетический потенциал Кыргызстана с давних времен является предметом изучения, современные климатические изменения требуют новых подходов во всё более нестабильныж гидрологических условиях.

Системы на основе солнечной, ветровой и биоэнергии обладают важным преимуществом, их модульность позволяет поэтапно вводить объекты в эксплуатацию и масштабировать производство в зависимости от спроса. Это делает их идеальными для быстрого реагирования на потребности растущего населения и экономики, одновременно способствуя повышению энергетической устойчивости и уменьшению зависимости Кыргызстана от углеродоёмких источников в условиях изменения климата.

Россия с её обширной территорией обладает уникальными возможностями для развития ВИЭ, располагая разнообразным природным ресурсным потенциалом, который позволяет эффективно использовать региональные особенности. Масштабное внедрение возобновляемых источников снижает себестоимость промышленного производства и повышает энергобезопасность регионов. Кроме того, развитие проектов ВИЭ становится важным фактором создания новых рабочих мест и привлечения инвестиций, что способствует улучшению социально-экономической ситуации и устойчивому развитию территорий.

Возможности инновационного развития и модернизации экономики через ВИЭ велики (рис. 6). Внедрение умных энергосетей и систем накопления энергии обеспечивает повышение надежности и эффективности промышленного энергоснабжения, что способствует цифровой трансформации отрасли. Проекты в Ростовской области демонстрируют значительное улучшение стабильности энергопоставок благодаря интеграции инновационных технологий.

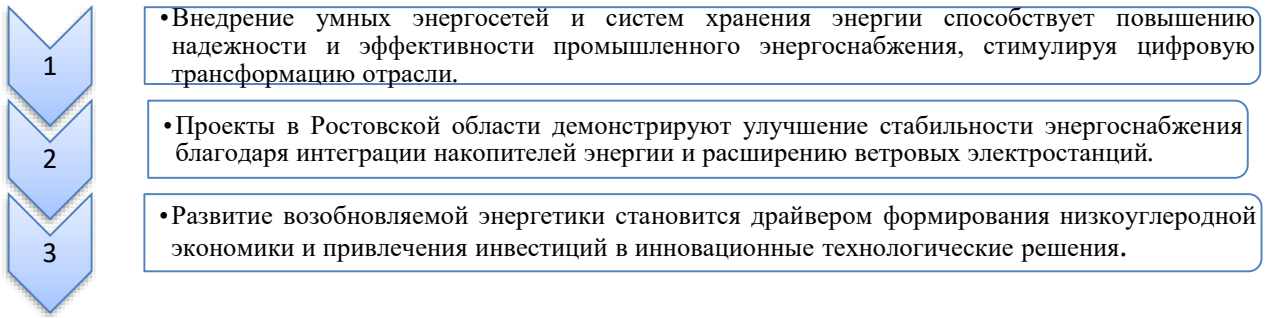

Рисунок 6 - Возможности инновационного развития и модернизации
Figure 6 - Opportunities for innovative development and modernization

Развитие возобновляемой энергетики становится ключевым драйвером формирования

низкоуглеродной экономики и привлечения инвестиций, стимулируя инновационные технологические решения и модернизацию промышленности.

Государственная поддержка и перспективы развития АИЭ в России и Кыргызстане со временем становится более ощутимой (рис. 7). Государственная политика России направлена на стимулирование развития альтернативной энергетики через создание нормативной базы, программы субсидирования и формирование инфраструктуры. Шаги включают внедрение целевых национальных проектов, законодательное регулирование вопросов использования ВИЭ, а также поддержку инновационных инвестиций.

Рисунок 7 - Государственная поддержка и перспективы развития АИЭ в России
Figure 7 - State support and prospects for the development of renewable energy in Russia

Перспективы развития связаны с адаптацией к международным стандартам, расширением технологических возможностей и постепенным увеличением доли ВИЭ в общей структуре энергетики, что способствует устойчивому экономическому развитию.

Заключение

Несмотря на прогресс, внедрение АИЭ в России и Кыргызстане сталкивается с проблемами: высокая стоимость оборудования, зависимость от импорта технологий и недостаточная развитость инфраструктуры. Ученые отмечают, что «отсутствие собственных разработок высокомощных ветроэнергетических установок (более 2,5 МВт), уход иностранных партнеров в 2022 году препятствуют масштабированию ВИЭ» [22]. Нестабильность выработки (например, от солнечных и ветровых станций) требует резервных мощностей, что увеличивает затраты.

Таким образом, альтернативные источники энергии предоставляют значительные возможности для перехода к экологически чистой промышленной энергетике, способствуя декарбонизации, повышению энергетической безопасности и инновационному развитию. Несмотря на барьеры, такие как высокие затраты и технологическая зависимость, потенциал России и Кыргызстана в этой сфере огромен. Необходимо усилить государственную поддержку через договоры о предоставлении мощности для модернизации энергосистемы и

инвестиционные договоры, развивать системы хранения и локализовать производство. Реализация этих мер позволит обеим странам занять лидирующие позиции в глобальной «зеленой» трансформации.

Перспективы экологически чистой промышленной энергетики таковы, что возобновляемые источники энергии играют важную роль в декарбонизации промышленного сектора России и поддержке инновационного развития экономики. Для успешного перехода необходимо усиление государственной поддержки, развитие локальных технологий и преодоление существующих барьеров. Интеграция ВИЭ в промышленность требует комплексного подхода, учитывающего экономические, экологические и технологические аспекты, что создаст основу для устойчивого и конкурентоспособного будущего.

Библиографический список

1. Федеральный закон "Об электроэнергетике" от 26.03.2003 N 35-ФЗ (последняя редакция) Редакция от 25.10.2024 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025)

2. Постановление Правительства РФ от 29.08.2020 N 1298 О вопросах стимулирования использования возобновляемых источников энергии, внесении изменений в некоторые акты правительства Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов правительства Российской Федерации (в ред. Постановлений Правительства РФ от 30.12.2022 N 2556, от 28.12.2023 N 2359)

3. Закон Кыргызской Республики от 30 октября 1996 г. № 56 «Об энергетике». (В редакции Законов Кыргызской Республики от 16.05.2008 №85, 23.05.2008 №93, 23.01.2009 №14, 18.05.2012 №60, 10.10.2012 №170, 24.06.2013 №99, 19.07.2014 №145, 14.01.2015 №10).

4. Закон Кыргызской Республики от 28 января 1997 г. № 8 «Об электроэнергетике». (ред. от 25.07.2023).

5. Закон Кыргызской Республики «О возобновляемых источниках энергии».

6. Закон Кыргызской Республики от 26 июля 2011 г. №137 (с изм. и доп. от 20.06.2019) «Об энергетической эффективности зданий».

7. Закон Кыргызской Республики от 07 июля 1998 г. № 88 «Об энергосбережении». (В редакции Законов Кыргызской Республики от 24.12.2008 №269, 15.06.2013 №96, 30.07.2013 №175, 18.07.2014 №144, 06.07.2016 №99, 08.07.2019 №83).

8. Официальный сайт Кабинет министров Кыргызской Республики. URL: https://www.gov.kg/

9. Официальный сайт Министерство энергетики Кыргызской Республики. URL: https://minenergo.gov.kg/

10. ООН и ЕЭК: ПРОЕКТ «Национальный план действий по устойчивой энергетике Кыргызской Республики», 2019 год

11. Национальная программа развития Кыргызской Республики до 2026 года. ИнтернетРесурсы: https:// mineconom.gov.kg / froala/uploads/ file/7d50e21eb06002d0116e53b2e80df95a45339ba9. Pdf. (Дата обращения 10.09.2024).

12. Международный валютный фонд (2019) Кыргызская Республика: избранные вопросы(www.elibrary.imf.org/view/journals/002/2019/209/article-A002-en.xml#ref_RA02fn14) МВФ (2021a) Кыргызская Республика: 2021 г., консультация по Статье IV, пресс-релиз; отчет персонала

13. Бекулова, С. Р. Возобновляемые источники энергии в условиях новой промышленной революции: мировой и отечественный опыт / С. Р. Беркулова. – Мир новой экономики. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 14-21.

14. Bezrukova T.L., Kuvshinova O.V., Grigoreva S.V., Pozdeev V.L. Case method for assessing the transition of the forestry sector to the use of innovative technologies in the context of

adaptation to climate change // Technological Horizons of Decarbonization Based on Environmental Innovations. Cham, 2025. P. 151-156.

15. Бутузов, В. А. Российская возобновляемая энергетика / В.А. Бутузов. – Энергетика и промышленность России. – 2022. – № 1. – С. 10-25.

16. Кожошев А.О. Энергетическая безопасность Евразийского экономического союза в условиях новых вызовов и угроз. Академический бизнес-журнал «Экономические стратегии». №5-2024 г. – С.84-96.

17. Локтионов, В. И. Россия на пути к устойчивой энергетике / В. И. Локтинов. – Энергетическая политика. – 2021. – № 4. – С. 30-45.

18. Магомедов, А. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / А. Магомедов. – Махачкала: Юпитер, 1996. - 200 с.

19. Непша, Ф. С. Перспективы применения генерации на возобновляемых источниках энергии на угледобывающих предприятиях / Ф. С. Непша, К. А. Варанавский, В. А. Воронмн, И. С. Заславский, А. С. Ливен. – Горный журнал. - 2022. - № 5. - С. 50-65.

20. Платашин, В. С. Перспективы развития возобновляемых источников энергии / В. С. Платашин. – Экономическая теория и менеджмент. – 2021. – № 3. – С. 20-35.

21. Гыязов А.Т., Безрукова Т.Л., Кувшинова О.В., Маркова Л.В. Преимущества инновационных технологий в мебельном производстве // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023. Т. 11. № 3 (62). С. 139-153.

22. Тонышева, Л. Л. Устойчивое развитие отечественной возобновляемой энергетики: стратегические цели и механизм поддержки / Л. Л. Тонышева, Г. С. Мизинков. – Менеджмент в ТЭК. – 2023. – № 2. – С. 15-30.

References

1. Federal Law "On Electric Power Industry" of March 26, 2003, No. 35-FZ (latest version) Version of October 25, 2024 (as amended and supplemented, effective March 1, 2025)

2. RF Government Resolution of August 29, 2020, No. 1298 "On Stimulating the Use of Renewable Energy Sources, Amending Certain Acts of the Government of the Russian Federation, and Recognizing Certain Provisions of Certain Acts of the Government of the Russian Federation as Invalid" (as amended by RF Government Resolutions of December 30, 2022, No. 2556, and December 28, 2023, No. 2359)

3. Law of the Kyrgyz Republic of October 30, 1996 No. 56 "On Energy". (As amended by the Laws of the Kyrgyz Republic of May 16, 2008 No. 85, May 23, 2008 No. 93, January 23, 2009 No. 14, May 18, 2012 No. 60, October 10, 2012 No. 170, June 24, 2013 No. 99, July 19, 2014 No. 145, January 14, 2015 No. 10).

4. Law of the Kyrgyz Republic of January 28, 1997 No. 8 "On Electric Power Industry". (as amended on July 25, 2023).

5. Law of the Kyrgyz Republic of June 30, 2022 No. 49 "On Renewable Energy Sources" (as amended by the Laws of the Kyrgyz Republic of August 9, 2023 No. 174, September 13, 2024 No. 164, July 31, 2025 No. 183).

6. Law of the Kyrgyz Republic of July 26, 2011 No. 137 (as amended on June 20, 2019) "On the Energy Efficiency of Buildings."

7. Law of the Kyrgyz Republic of July 7, 1998 No. 88 "On Energy Saving." (As amended by the Laws of the Kyrgyz Republic of 24.12.2008 No. 269, 15.06.2013 No. 96, 30.07.2013 No. 175, 18.07.2014 No. 144, 06.07.2016 No. 99, 08.07.2019 No. 83).

8. Official website of the Cabinet of Ministers of the Kyrgyz Republic. URL: https://www.gov.kg/

9. Official website of the Ministry of Energy of the Kyrgyz Republic. URL: https://minenergo.gov.kg/

10. UN and EEC: DRAFT "National Action Plan for Sustainable Energy of the Kyrgyz Republic", 2019

11. National Development Program of the Kyrgyz Republic until 2026. Internet Resources: https:// mineconom.gov.kg / froala/uploads/file/7d50e21eb06002d0116e53b2e80df95a45339ba9. Pdf. (Accessed 10.09.2024).

12. International Monetary Fund (2019) Kyrgyz Republic: Selected Issues (www.elibrary.imf.org/view/journals/002/2019/209/article-A002-en.xml#ref_RA02fn14) IMF (2021a) Kyrgyz Republic: 2021 Article IV Consultation, Press Release; Staff Report

13. Bekulova, S. R. Renewable Energy Sources in the Context of the New Industrial Revolution: Global and Domestic Experience / S. R. Berkulova. – The World of the New Economy. – 2019. – Vol. 13, No. 4. – P. 14-21.

14. Bezrukova T.L., Kuvshinova O.V., Grigoreva S.V., Pozdeev V.L. Case method for assessing the transition of the forestry sector to the use of innovative technologies in the context of adaptation to climate change // Technological Horizons of Decarbonization Based on Environmental Innovations. Cham, 2025. P. 151-156.

15. Butuzov, V.A. Russian renewable energy / V.A. Butuzov. – Energy and industry of Russia. – 2022. – No. 1. – P. 10-25.

16. Kozhoshev A.O. Energy security of the Eurasian Economic Union in the face of new challenges and threats. Academic Business Journal "Economic Strategies". No. 5, 2024. – p. 84-96.

17. Loktionov, V. I. Russia on the Path to Sustainable Energy / V. I. Loktionov. – Energy Policy. – 2021. – No. 4. – pp. 30-45.

18. Magomedov, A. Non-traditional Renewable Energy Sources / A. Magomedov. – Makhachkala: Jupiter, 1996. - 200 p.

19. Nepsha, F. S. Prospects for the Application of Renewable Energy Generation at Coal Mining Enterprises / F. S. Nepsha, K. A. Varanavsky, V. A. Voronin, I. S. Zaslavsky, A. S. Liven. – Mining Journal. – 2022. – No. 5. – pp. 50-65.

20. Platashin, V. S. Prospects for the Development of Renewable Energy Sources / V. S. Platashin. - Economic Theory and Management. - 2021. - No. 3. - Pp. 20-35.

21. Giyazov A.T., Bezrukova T.L., Kuvshinova O.V., Markova L.V. Advantages of innovative technologies in furniture production // Current areas of scientific research in the 21st century: theory and practice. 2023. Vol. 11. No. 3 (62). P. 139-153.

22. Tonysheva, L. L. Sustainable Development of Domestic Renewable Energy: Strategic Goals and Support Mechanism / L. L. Tonysheva, G. S. Mizinkov. - Management in the Fuel and Energy Complex. - 2023. - No. 2. - P. 15-30.

Сведения об авторах

Гыязов Айдарбек Токторович, доктор эконо/ наук, профессор, ректор Баткенского государственного университета, ул. Исамидина Жусупова, 11, г. Баткен, 720100, Кыргызстан, ORCID: 0000-0002-0272-6038

✉ ***Безрукова Татьяна Львовна,*** доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой «Экономики и финансов» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/ 0000-0002-4126-3371.

Кувшинова Оксана Васильевна, кандидат геог. наук, доцент кафедры экономики и финансов, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/0009-0005-5471-0336

Гаврилов Е.И., аспирант кафедры Экономики и финансов, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: http://orcid.org/ 0009-0009-6079-4424, evgeny.gavrilov@metafrax.ru

Куралбек кызы Индира, аспирант Кыргызского экономического университета им. М. Рыскулбекова, ул. Тоголока Молдо, 58, г. Бишкек, 720033, Кыргызстан; ORCID: https:/ /orcid.org/ 0009-0001-5769-8791.

Information about the authors

Gyyazov Aidarbek Toktorovich, Doctor of Economics, Professor, Rector of Batken State University, st. Isamidina Zhusupova, 11, Batken, 720100, Kyrgyzstan, aziret-81@mail.ru, ORCID: 0009-0009-6079-4424

✉ ***Bezrukova Tatiana Lvovna***, doctor of economic Sciences, Professor, head of the Department of Economics and Finance, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», 8, Timiryazev str., Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4126-3371

Kuvshinova Oksana Vasilievna*,* candidate of geology. Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova", st. Timiryazeva, 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0009-0005-5471-0336

Gavrilov E.I., postgraduate student of Department of Economics and Finance, Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov", Timiryazev St., Bldg. 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: http://orcid.org/0009-0009-6079-4424

Kuralbek kyzy Indira, postgraduate student of the M. Ryskulbekov Kyrgyz University of Economics, ул. Тоголока Молдо, 58, Bishkek, 720033, Kyrgyz Republic, ORCID: https:/ /orcid.org/ 0009-0001-5769-8791.

✉ - Для контактов/Corresponding author

Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика 4/2025

DOI: 10.34220/2308-8877-2025-13-4-157-176

УДК 33

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА: СТРУКТУРНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Наталия В. Яковенко✉, n.v.yakovenko71@gmail.com, /0000-0003-4203-0040
Андрей А. Колотушкин[1], bobr1995.vbn@gmail.com, 0000-0003-3491-7477
Игорь В. Комов[2], igrkom@bk.ru, 0000-0003-4943-518X

[1]*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия*

Аннотация

В статье представлен системный многоуровневый анализ современного состояния и тенденций трансформации землепользования в Центрально-Черноземном регионе России. Материалы и методы. Методологическая основа работы включает анализ официальных статистических данных Росстата, материалов Министерства сельского хозяйства РФ, региональных агрохимических служб за 2010–2023 гг., а также обобщение результатов научных публикаций по агроэкологии и почвоведению. Применены сравнительно-исторический подход, статистические и картографические методы, позволяющие выявить динамику структуры землепользования, пространственную дифференциацию показателей и степень проявления деградационных процессов.

Результаты. Установлено, что преобладание распашки (до 75–80% сельхозугодий), высокая специализация на выращивании зерновых и технических культур и интенсивная эксплуатация черноземных почв приводят к ряду негативных последствий — нарастанию эрозионных процессов, истощению гумусового горизонта, нарушению баланса макроэлементов, снижению биологического разнообразия агроэкосистем. Динамика производственных и инвестиционных показателей демонстрирует устойчивый рост, однако сопровождается существенным увеличением антропогенной нагрузки. Прогнозные сценарии указывают, что дальнейшее следование инерционной модели приведёт к усилению деградационных изменений, тогда как внедрение природосберегающих и адаптивных стратегий откроет возможности для восстановления и устойчивого использования почвенного потенциала.

Заключение. Научная значимость исследования заключается в комплексной оценке экологических и экономических последствий высокоинтенсивной модели землепользования для Центрально-Черноземного региона. Обоснована необходимость перехода к инновационным технологиям, органическому и почвозащитному земледелию, а также оптимизации структуры использования земель с целью гармонизации производственных

интересов и сохранения природно-ресурсного потенциала черноземных ландшафтов в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: Центрально-Черноземный регион; землепользование; агроландшафт; сельское хозяйство; чернозём; деградация; устойчивое развитие.

Конфликт интересов: автор(ы) заявил об отсутствии конфликта интересов.

***Для цитирования*:** Яковенко Н.В., Колотушкин А.А., Комов И.В. Системный анализ модели землепользования Центрально-Черноземного региона: структурные трансформации, экологические риски и перспективы устойчивого развития / Н.В. Яковенко, А.А. Колотушкин, И.В. Комов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2025. – Т. 13. – № 4 (71). – С. 157-176. – *Библиогр.: с. 171-176 (41 назв.).* – DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-157-176.

SYSTEM ANALYSIS OF THE LAND USE MODEL OF THE CENTRAL BLACK SOIL REGION: STRUCTURAL TRANSFORMATIONS, ENVIRONMENTAL RISKS, AND PROSPECTS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Nataliya V. Yakovenko✉**,** n.v.yakovenko71@gmail.com, /0000-0003-4203-0040
Andrey A. Kolotushkin[1]**,** bobr1995.vbn@gmail.com, 0000-0003-3491-7477
Igor V. Komov[2]**,** igrkom@bk.ru, 0000-0003-4943-518X

[1]*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev Str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation*

Abstract

The article provides a multi-level systematic analysis of the current state and trends in the transformation of land use in the Central Black Soil Region of Russia. Materials and methods. The methodological basis of the work includes the analysis of official statistical data from the Federal State Statistics Service, materials from the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, regional agrochemical services for 2010-2023, as well as the generalization of the results of scientific publications on agroecology and soil science. A comparative-historical approach, statistical and cartographic methods were used, allowing for the identification of the dynamics of land use structure, spatial differentiation of indicators, and the degree of manifestation of degradation processes.

Results. It has been revealed that the predominance of plowing (up to 75-80% of agricultural lands), high specialization in growing grain and industrial crops, and intensive exploitation of black soils lead to a number of negative consequences - an increase in erosion processes, depletion of the humus horizon, disruption of the balance of macroelements, and a decrease in the biological diversity of agroecosystems. The dynamics of production and investment indicators show stable growth, but are accompanied by a significant increase in the anthropogenic load. Forecast scenarios indicate that further adherence to the inertial model will lead to an increase in degradation changes. While the

implementation of environmental-saving and adaptive strategies will open up opportunities for restoring and sustainably using soil potential.

Conclusion. The scientific significance of the research lies in the integrated assessment of the ecological and economic consequences of the highly intensive land use model for the Central Black Soil Region. The need to transition to innovative technologies, organic and soil-protective agriculture, as well as to optimize the structure of land use for the purpose of harmonizing production interests and preserving the natural resource potential of black soil landscapes in the long term has been substantiated.

Keywords: Central Black Soil Region; land use; agrolandscape; agriculture; black soil; degradation; sustainable development.

***Conflict of interest*:** the authors declare no conflict of interest.

***For citation*:** Yakovenko Nataliya V., Kolotushkin Andrey A., Komov Igor V. (2025) System analysis of the land use model of the Central Black Soil Region: structural transformations, environmental risks, and prospects for sustainable development. *Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice], Vol. 13, No. 4 (71), pp. 157-176 (in Russian). DOI: https://doi.org/10.34220/2308-8877-2025-13-4-157-176.

Введение

Вопросы рационального использования земельных ресурсов Центрального Черноземья традиционно занимают значительное место в научных исследованиях, посвящённых аграрной и экологической проблематике региона. Уникальное плодородие местных почв, особенно чернозёмов, определяет ведущую роль этой территории в обеспечении продовольственной безопасности России. Вместе с тем, высокоинтенсивное земледелие, преобладающее в последние десятилетия, вызывает обеспокоенность специалистов в связи с увеличивающейся нагрузкой на агроландшафты и нарастанием процессов почвенной деградации [22,38]. Исторически сельскохозяйственное освоение Центрального Черноземья характеризовалось постепенным увеличением доли пашни. По данным классических исследований (Докучаев, 1883; Глинка, 1907), уже к концу XIX века более половины земельных угодий региона подверглись распашке. В советский период аграрная политика, ориентированная на максимальное вовлечение земель в оборот и формирование крупных коллективных хозяйств, способствовала дальнейшему увеличению пашни, что к 1970-м годам привело к исчезновению значительных площадей естественных лугов и пастбищ [2,18].

В современной литературе подчеркивается, что до настоящего времени пашня занимает 75–80% сельхозугодий региона, что значительно превышает экологически обоснованный максимум [3]. Специализация в структуре землепользования смещена в сторону выращивания зерновых культур и подсолнечника, последние годы отмечается рост посевных площадей технических и кормовых культур [29]. Этот процесс сопровождается дефицитом возврата органического вещества в почву и нарушением севооборотов, что способствует исчерпанию почвенного плодородия [2]. Волнующими остаются вопросы эрозионной опасности: по

данным ряда исследований, ежегодные потери плодородного слоя могут достигать 15–20 т/га, особенно на склонах, не защищённых лесополосами и многолетними травами. Исследования Росгидромета (2021) также фиксируют ухудшение агрохимических показателей пахотных почв, в частности снижение содержания гумуса и основных макроэлементов. Значительное внимание уделяется внедрению ресурсосберегающих и адаптивных технологий земледелия, таких как минимальная обработка почвы, применение сидерации, расширение доли многолетних трав и бобовых в севооборотах [13,14].

Вместе с тем внедрение инновационных подходов сдерживается экономическими и институциональными барьерами [10,23]. Также в современных работах подчёркивается влияние промышленного (горнодобывающего) и урбанизационного воздействия, которое проявляется в изъятии продуктивных земель из сельскохозяйственного оборота и локальной деструкции почвенного покрова.

На основании проведённого литературного обзора становится очевидным, что вопросы рационального использования земель Центрального Черноземья находятся на стыке экономических интересов и экологической безопасности региона. Несмотря на значительные успехи в развитии агропромышленного комплекса, существующая система землепользования сталкивается с рядом серьёзных проблем: деградацией почв, нарушением севооборотов, сокращением биологического разнообразия и нарастанием антропогенной нагрузки. Растущее влияние интенсивной аграрной деятельности и промышленного освоения территорий требует поиска оптимальных организационно-экономических и экологических решений, способных обеспечить не только высокую продуктивность, но и устойчивое развитие ландшафтов.

В этой связи целью настоящей статьи является комплексный анализ современной модели землепользования в Центрально-Черноземном регионе, выявление её ключевых тенденций и проблем, а также определение перспективных направлений развития, направленных на гармонизацию экономических и экологических интересов в долгосрочной перспективе.

Материал и методы исследования

В соответствии с целью исследования, в статье применён комплексный аналитический подход, основанный на использовании официальных статистических данных Росстата, материалов Министерства сельского хозяйства РФ и региональных агрохимических служб за 2010-2023 годы. Анализ проводился с опорой на сравнительно-исторический и статистический методы, что позволило проследить динамику структуры и эффективности сельскохозяйственного землепользования в Центрально-Черноземном регионе, а также выявить ключевые экологические и экономические тенденции. Теоретическую основу составили научные публикации, отчёты и монографические исследования по вопросам агроэкологии и устойчивого развития сельских территорий. Обобщение полученных данных обеспечило возможность комплексной оценки современной модели землепользования и определения перспектив её развития с учётом необходимости сбалансирования экономических и экологических интересов региона.

Результаты исследования и их обсуждение

Центрально-Черноземный регион (ЦЧР), административно объединяющий Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области (167,7 тыс. км²), представляет

собой уникальный почвенно-агроклиматический экотон в системе европейской России. Его ключевая особенность – формирование крупнейшего в мире массива плакорных чернозёмов, сформировавшихся на лессовидных суглинках в условиях континентального климата лесостепной зоны. Почвенный покров региона представлен преимущественно черноземами, которые занимают около 90% территории. Среди них доминируют три подтипа: выщелоченные, типичные и обыкновенные, составляющие 32% и 14,3% от общей площади соответственно [7]).

Данные почвы характеризуются высоким потенциальным плодородием, что обусловлено их благоприятными морфометрическими параметрами. Мощность гумусового горизонта (A+AB) варьирует в пределах от 70 до 130 см, а запасы гумуса в почвенном профиле достигают 400-600 т/га. Важной диагностической особенностью является наличие карбонатной аккумуляции в иллювиальной части профиля, где содержание карбоната кальция ($CaCO_3$) составляет от 5 до 18% [23,32,33,34] .

Структурные особенности агропромышленного комплекса (АПК) Центрально-Чернозёмного региона характеризуются рядом специфических черт (табл. 1).

Таблица 1

Структурные особенности агропромышленного комплекса (АПК) Центрально-Чернозёмного региона

Table 2

Structural features of the agro-industrial complex of the Central Black Soil Region

Параметр/Parameter	Значение (2023)/Value (2023)	Доля в РФ/Share in the Russian Federation	Тренд (2000→2023) /Trend (2000→2023)
Валовой сбор зерна/Gross grain harvest	38,2 млн т/million tons	18%	+64%
Посевные площади подсолнечника/ Sunflower sown areas	5,3 млн га/million hectares	41%	+89%
Инвестиции в АПК/Investments in the agro-industrial complex	214 млрд руб./billion rubles	23%	+217%

Во-первых, для региона характерна выраженная зерновая специализация. В структуре посевных площадей доля зерновых культур составляет от 58 до 67 %, достигая максимальных значений в Воронежской области.

Во-вторых, существенную роль занимает производство технических культур, в первую очередь подсолнечника, который ежегодно занимает от 23 до 31 % пашни.

Такая концентрация технических культур сопряжена с рисками ухудшения баланса севооборотов, что в долгосрочной перспективе может привести к деградации почвенного покрова [23]. В-третьих, отмечается переориентация животноводческой отрасли. За период с 2010 по 2022 год объём инвестиций в свиноводство увеличился на 217 %, наблюдается также динамичное развитие птицеводства. Агропромышленный комплекс региона укрепляет свои лидирующие позиции в стране, демонстрируя высочайшие результаты по ключевым направлениям. Регион подтверждает статус житницы России, добившись валового сбора зерна в 38,2 млн тонн, что составляет весомые 18% от общероссийского показателя. С 2000 года объемы производства зерна выросли на впечатляющие 64%.

Уверенно развивается и специализация на масличных культурах: регион является бесспорным лидером по производству подсолнечника в РФ, концентрируя на своей

территории 41% всех посевных площадей страны, что эквивалентно 5,3 млн га. За последние 23 года эти площади значительно расширились, увеличившись на 89%.

Высокая динамика развития напрямую подкреплена значительными финансовыми вложениями. Объем инвестиций в АПК региона достиг 214 млрд рублей, формируя 23% от всех инвестиций в агропромышленный комплекс Центрального федерального округа. Наблюдается взрывной рост инвестиционной активности, который составил 217% к уровню 2000 года.

Актуальность данного исследования обусловлена существующей противоречивостью между высоким уровнем экономического развития аграрного сектора региона и возрастающей экологической нестабильностью, что нашло отражение в ряде современных научных публикаций и стало предметом широких дискуссий в академическом сообществе.

Современное землепользование в Центрально-Чернозёмном регионе демонстрирует комплексное взаимодействие экологических, экономических и институциональных факторов, формирующих неоднозначные тенденции его развития. Долгосрочные мониторинговые исследования, проведённые на ключевых эталонных участках, убедительно свидетельствуют о значительном истощении почвенного потенциала, выражающемся в устойчивой дегумификации и изменении химико-физических свойств чернозёмов. По сравнению с исходным состоянием конца XIX века содержание гумуса в типичных чернозёмах региона уменьшилось практически вдвое — с $10{,}2 \pm 0{,}8\%$ (экспедиции В.В. Докучаева) до $5{,}3 \pm 0{,}7\%$ во втором десятилетии XXI века, а годовые потери гумусного слоя, особенно в пахотном горизонте (0–20 см), достигают 0,81 т/га. Одновременно фиксируется изменение других важнейших почвенных характеристик: наблюдается падение концентрации ионов кальция (на 37,3% за исследуемый период), увеличение гидролитической кислотности более чем в четырёхкратном размере, а плотность сложения почв возросла на 28,2%. Такие изменения во многом обусловлены как экстенсивным характером прошлого освоения, так и современной агротехнологической нагрузкой.

Эрозионные процессы продолжают оставаться ключевым фактором деградации земель в Центральном Черноземье, несмотря на некоторое замедление темпов водной эрозии в отдельных районах, достигнутое благодаря сокращению площадей пашни и внедрению современных мелиоративных технологий [36]. По данным последних исследований, более 41% пахотных земель региона испытывает проявления бассейновой или локальной эрозии почв. Особенно остро проблема стоит на склонах с уклоном свыше 3°, где, по расчетам, сосредоточено примерно 53% всей пашни. Здесь средняя интенсивность смыва достигает 8,6 т/га/год, что в несколько раз превышает максимально допустимые значения [16].

Пространственное распределение эрозионных потерь в Центральном Черноземье демонстрирует высокую корреляцию с уровнем распаханности земель ($R^2 = 0{,}87$) и морфологическими особенностями рельефа — наибольшей уязвимостью отличаются западные районы Среднерусской возвышенности, особенно в бассейнах рек Дон и Ворскла [12]. Масштабные распашки на сложном в эрозионном отношении рельефе многократно усилили процессы деградации почв, приводя к снижению их водоудерживающей способности и повышению риска опустынивания [12, 19].

Помимо механической деградации, всё большую роль приобретает химическая трансформация почв. Во многих хозяйствах Центрального Черноземья отмечается устойчивое снижение pH почвенного раствора на 1,5–2,0 единицы относительно фоновых значений, что связано не только с выносом кальция вследствие интенсивного смыва, но и с нарушением устойчивости минерального питания растений. Систематическое отсутствие органических удобрений, а также несбалансированное внесение минеральных удобрений приводят к нарушению соотношения основных элементов питания: наблюдается снижение отношения N:P:K до 1:0,18:0,09, тогда как оптимальным считается баланс 1:0,5:0,7 [19,30]. Нарушение этого баланса приводит к ухудшению биологической продуктивности, снижению почвенного плодородия и дальнейшему углублению деградационных процессов.

В условиях Центрального Черноземья, где черноземы изначально считались эталоном почвенного плодородия (FAO, 2022), столь выраженные признаки истощения свидетельствуют о необходимости перехода к комплексным системам земледелия, включающим агролесомелиорацию, точное земледелие и внедрение органических технологий, способных восстановить нарушенные питательные циклы и повысить устойчивость к эрозии [31].

Анализ структурно-пространственной организации землепользования обнаруживает явную гипертрофию пахотных территорий, которые занимают до 78% всей площади сельскохозяйственных угодий, заметно превышая экологически допустимый предел и существенно превышая среднероссийские показатели.

Исторически Центрально-Чернозёмный регион отличался высоким уровнем сельскохозяйственного освоения земель. В дореволюционный период XIX века пашня занимала менее 40% всех земельных угодий: в те годы землепользование сохраняло адаптивный к природным условиям характер. Однако уже во время советской интенсификации, в 1960–1980-е годы, усилия по расширению сельскохозяйственного производства привели к массовой распашке целинных территорий. В результате к концу советского периода доля пашни в регионе достигла 58–65% — наибольших значений в Курской и Воронежской областях. В постсоветское время уровень распаханности продолжал расти и к 1999 году в среднем по региону достиг пика — 66%, что в несколько раз превышает среднероссийский показатель того времени (10,2%). Несмотря на некоторую стабилизацию и даже незначительное сокращение распаханных площадей к 2010 году (–0,05% за десятилетие, в основном за счет забрасывания малопродуктивных земель), по состоянию на 2023 год уровень распаханности по-прежнему остаётся экстремально высоким и составляет в среднем 62,6%.

Региональная дифференциация агроландшафтных показателей демонстрирует статистически значимые вариации. Максимальные значения доли пахотных земель зафиксированы в Курской и Липецкой областях (65%), что детерминировано сочетанием двух ключевых факторов: исключительно высокого потенциального плодородия типичных чернозёмов и преобладания равнинных геоморфологических условий. Минимальные показатели характерны для Тамбовской области (58%), где структура землепользования отличается повышенной долей естественных кормовых угодий.

Наиболее критичным представляется распространение эрозионно-опасных почв, составляющих от 38 до 60% пахотных земель в различных субъектах Федерации. На склоновых землях с крутизной более 3° наблюдается экстремальная интенсивность почвенной эрозии, достигающая 8,6 т/га/год, что превышает допустимые значения естественного почвообразования.

Феномен гиперраспаханности обусловлен уникальным агроклиматическим потенциалом региона: чернозёмы занимают более 84% площади, их запасы гумуса достигают 400–600 т/га (табл. 2).

Вегетационный период отличается высокой суммой активных температур (>2 400°C) и оптимальным коэффициентом увлажнения, что делает ЦЧР одним из ведущих производителей зерновых культур в России. Сегодня на регион приходится 41% общероссийского производства подсолнечника и 18% урожая пшеницы, а объём капитальных вложений в агропромышленный комплекс превышает 214 млрд рублей, из которых 78% направляется в интенсификацию растениеводства.

Вместе с тем, такие успехи достигаются ценой резких структурных перекосов: монокультурная специализация (подсолнечник часто занимает до 31% всех севооборотов при рекомендуемой норме 15%) приводит к разбалансировке элементов почвенного питания (отношение N:P:K смещено до 1:0,18:0,09). Доля многолетних трав сократилась до уровня 7–12% при научно обоснованной норме не менее 25%, в то время как лесистость упала до 11,3% (по России — 46%), снижая устойчивость агроландшафтов к эрозионным воздействиям.

Таблица 2

Показатели распаханности по областям ЦЧР [6,38]

Table 2

Plowing indicators by the Central Black Soil regions

Область/Region	Площадь с/х угодий, тыс. га/ Area of agricultural lands, thousand hectares	Доля пашни, % / Arable lands share, %	Эрозионно-опасные земли, % /Erosion-hazardous lands, %
Курская/Kursk	2 330	65	51–58
Липецкая/Lipetsk	1 890	65	50–60
Белгородская/ Belgorod	1 780	62	38
Воронежская/ Voronezh	3 210	63	49–59
Тамбовская/ Tambov	2 120	58	15
Средний по ЦЧР/ Average for the Central Black Soil Region	10 330	62.6	38

Последствия такой модели землепользования имеют выраженный деградационный характер. Более 41% пашни уже подвержено разной степени эрозии, в том числе 28% приходится на средне- и сильноэродированные почвы. За последние полтора века содержание гумуса уменьшилось почти вдвое — с 10,2% до 5,3%, с ежегодными потерями 0,81 т/га. Уплотнение пахотного горизонта (до 1,41 г/см³) снижает водопроницаемость почв, увеличивает риск поверхностного стока и сокращает эффективное использование осадков. Удельный вес природных кормовых угодий снизился до 16%, а 54% существующих пастбищ оцениваются как эрозионно-опасные.

В последние годы в регионе начинают формироваться предпосылки для перехода к более устойчивым моделям земледелия. Отмечен рост площадей под органическим производством (например, в Воронежской области сертифицировано уже 12,9 тыс. га, что составляет 1,5% от угодий), внедрение щадящих технологий, таких как No-till (689 тыс. га, преимущественно в рамках крупных агрохолдингов), что способствует приросту гумуса на 0,38 т/га в год [38,39].

Анализ представленных прогнозных показателей землепользования Центрально-Черноземного региона (табл. 3) демонстрирует существенную дивергенцию последствий реализации инерционного и адаптивного сценариев развития агроэкосистем. Сравнительная оценка позволяет выявить системные преимущества адаптивного подхода, основанного на принципах устойчивого природопользования.

Переход к адаптивному сценарию предполагает структурную трансформацию земельного фонда, выражающуюся в оптимизации соотношения пахотных угодий и природно-восстановительных территорий. Это создает предпосылки для кардинального улучшения качественного состояния почвенного покрова. Снижение доли эродированных земель сопровождается прогрессирующим накоплением гумуса, что свидетельствует о восстановлении почвенно-формирующих процессов.

Таблица 3

Прогнозные показатели землепользования ЦЧР к 2030 г.

Table 3

Projected indicators land use of the Central Black Soil Region by 2030

Параметр/Parameter	Инерционный сценарий/Inertial scenario	Адаптивный сценарий/ Adaptive scenario	Разница/ Difference
Доля пашни, %/Share of arable lands, %	60–63	45–50	-15
Эродированные земли, %/Eroded lands, %	60	25	-35
Содержание гумуса, %/Humus content, %	4,0	5,5	+37,5
Площадь органического земледелия, тыс. га/ The area of organic farming, thousand hectares	12,9	300	+2220
Экономические потери, млрд руб./в год/ Economic losses, billion rubles/per year	210	45	-78,5

Прогнозное моделирование развития аграрного сектора Центрально-Черноземного региона на период до 2030 года выявило два принципиально различных сценария. Инерционный сценарий, предполагающий консервацию существующей системы землепользования, характеризуется сохранением высокой доли пахотных угодий (60-63%) и сопровождается прогрессирующей деградацией почвенных ресурсов: увеличением площади эродированных земель до критических 60% и снижением содержания гумуса до 4,0%. В противоположность этому, адаптивный сценарий основан на стратегии оптимизации земельного фонда через сокращение доли пашни до 45-50% с одновременной интенсификацией мер по восстановлению плодородия и почвозащитных мероприятий, что позволяет достичь значительного улучшения качественных показателей почв - повышения содержания гумуса до 5,5% и кардинального снижения эрозионной опасности (табл. 3).

В условиях инерционного сценария ожидается сохранение высоких показателей распаханности (60–63% от общей площади сельхозугодий), что соответствует сложившейся структуре земледелия региона за последние десятилетия. При этом доля эродированных земель достигает критических 60%, а содержание гумуса ухудшается до 4,0%, что означает дальнейшее истощение почвенно-ресурсного потенциала. Масштабы органического

земледелия остаются крайне низкими (12,9 тыс. га), а связанные с деградацией земель и потерей урожайности ежегодные экономические потери оцениваются на уровне 210 млрд рублей.

В отличие от этого, при реализации адаптивного сценария прогнозируется значительное сокращение доли пашни до 45–50%. Это сопровождается резким снижением площади эрозионно-опасных земель – до 25%, что почти в 2,5 раза меньше инерционного варианта. Важнейшим результатом такого перехода является восстановление уровня гумуса до 5,5% (+37,5%), что фундаментально отражается на воспроизводстве почвенного плодородия. Площадь сертифицированных органических хозяйств возрастает до 300 тыс. га (рост в 23 раза), что свидетельствует о качественном сдвиге в аграрной модели региона в пользу устойчивого управления природными ресурсами и экологизации сельского хозяйства. Экономические потери в этом случае радикально снижаются до 45 млрд рублей в год (уменьшение на 78,5%), что отражает как рост эффективности хозяйствования, так и сокращение издержек, связанных с деградационными процессами.

Таким образом, анализ прогнозных показателей землепользования Центрально-Черноземного региона позволяет сформулировать принципиально важные выводы. Реализация адаптивного сценария развития агроэкосистем обеспечивает системную трансформацию землепользования, ведущую к формированию качественно новой модели устойчивого сельскохозяйственного производства.

Полученные данные убедительно демонстрируют, что переход к адаптивно-ландшафтной организации территории создает необходимые предпосылки для одновременного достижения экологической стабильности и экономической эффективности. Снижение доли эродированных земель на 35% в сочетании с увеличением содержания гумуса на 37,5% свидетельствует о запуске процессов восстановления почвенного плодородия и устойчивого функционирования агроэкосистем.

Качественная трансформация структуры земельного фонда, выражающаяся в оптимизации соотношения пахотных угодий и природно-восстановительных территорий, создает фундамент для развития органического земледелия. Экспоненциальный рост площадей органического земледелия отражает не только экологическую целесообразность, но и экономическую эффективность предлагаемой модели.

Ключевым результатом реализации адаптивного сценария становится достижение значительного мультипликативного эффекта, выражающегося в 78,5%-ном сокращении экономических потерь. Данный показатель убедительно доказывает, что инвестиции в восстановление и поддержание экологического потенциала агроэкосистем являются экономически оправданными и стратегически перспективными.

Таким образом, представленные прогнозные показатели свидетельствуют о необходимости скорейшего перехода от инерционного развития к адаптивной модели землепользования

Особенно неблагоприятная ситуация складывается в Курской и Воронежской областях, где степень распаханности превышает 60%. Существенный вклад в деградацию вносит монокультурная специализация, в первую очередь — выращивание подсолнечника: в ряде

муниципалитетов эта культура занимает до 31% севооборота, вызывая наращивание фитоценотических патогенов, снижение фитосанитарной устойчивости и резкое обеднение агробиоценозов [24,27].

Территориальная дифференциация рисков детерминируется ландшафтной неоднородностью, агроклиматическими условиями и уровнем внедрения почвозащитных технологий [4]. Так, основная масса деградированных земель сосредоточена на западе региона на склонах Среднерусской возвышенности, где нарушения рельефа сопряжены с интенсивными водоэрозионными процессами [28]. Восточные и южные секторы сталкиваются с проблемами химической деградации, накапливающимися отрицательными эффектами горнодобывающей деятельности и загрязнением. В то же время, на юге (Воронежская область) наблюдаются положительные примеры развития органического земледелия: здесь сосредоточено 57% всех сертифицированных хозяйств ЦЧР и отмечено сохранение высокого содержания гумуса (более 7%) на отдельных территориях.

Экономическая динамика аграрного сектора выявляет структурные ограничения, усугубляющие деградационные тенденции. Несмотря на значительный рост продуктивности — урожайность зерновых культур за последние два десятилетия увеличилась на 64% — данный прогресс достигается ценой истощения почвенного капитала: за этот период необратимо утеряно до 48% исходных запасов гумуса. Инвестиции направляются преимущественно в животноводство (по последним данным, на него приходится 78% новых капиталовложений), что снижает возможности для инноваций в растениеводстве и внедрения почвосберегающих практик. Распространение органического сельского хозяйства остаётся крайне ограниченным — на него приходится лишь около 0,6% используемой пашни.

Важным этапом исследования стала оценка эффективности различных природоохранных технологий и адаптивных моделей землепользования. Выведение из севооборота склоновых земель и восстановление доли лесистости до рекомендуемых значений способствуют сокращению эрозии на 78–94% и существенному повышению устойчивости к деградационным процессам. Внедрение ресурсосберегающих технологий — минимальной обработки почвы и агролесомелиорации — приводит к увеличению содержания гумуса (до 0,67 т/га/год) и заметному росту рентабельности хозяйств.

На примере Воронежской области отчетливо проявляется эффективность системной государственной поддержки развития органического земледелия как стратегического механизма устойчивого агроразвития. В регионе действует комплексная программа стимулирования перехода хозяйств к органическим принципам, охватывающая финансовые, консультационные и институциональные меры. С 2018 года из регионального и федерального бюджетов выделено в общей сложности более 74 млн рублей на развитие органического сельского хозяйства, в том числе на компенсацию затрат, связанных с сертификацией (100% расходов), частичное покрытие стоимости биопрепаратов (50%) и внедрение агробиотехнологий (до 30% в виде грантовой поддержки) 1, 2. В результате число сертифицированных органических хозяйств увеличилось с 4 в 2018 году до 17 в 2023 году, а общая площадь органически сертифицированных посевов достигла 10,6 тыс. га — это около 17% от всей площади органического земледелия в Центрально-Черноземном регионе.

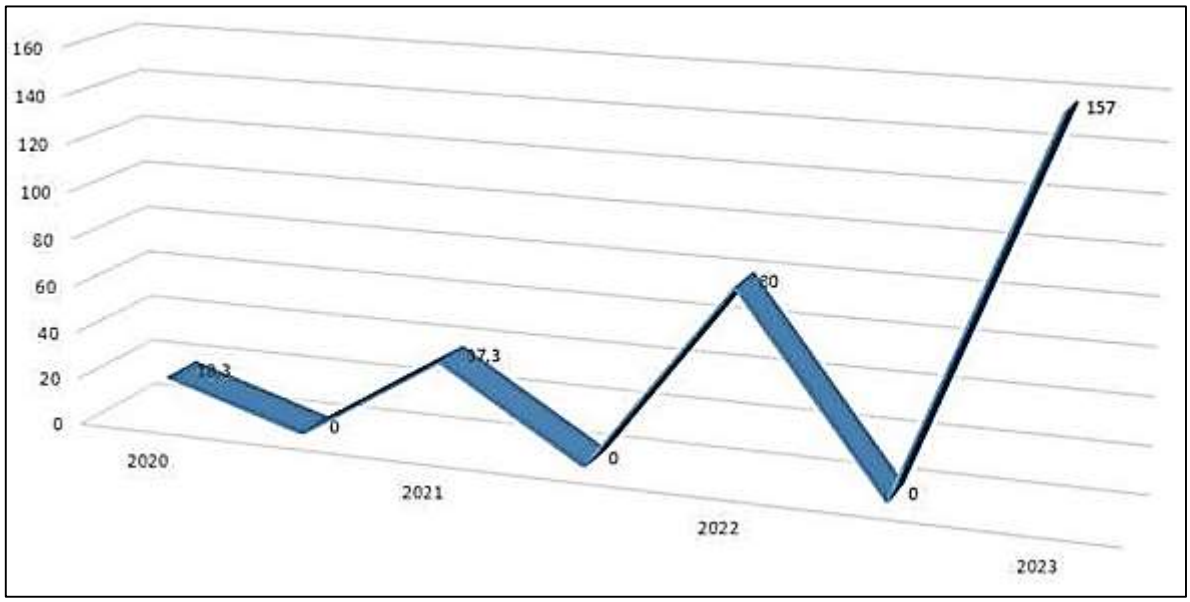

Рисунок 1 - Динамика субсидирования органического производства, млн. руб.
Figure 1 - Dynamics of subsidizing organic production, million rubles
Источник: сост. авт. по [1,20,21,26]
Source: compiled by the author according to [1,20,21,26]

С 2018 года, когда программа только начиналась и в регионе не было ни одного сертифицированного производителя, органическое сельское хозяйство демонстрирует уверенный рост. Уже к 2022 году число сертифицированных хозяйств достигло 17, а к 2024 году регион занимает лидирующую позицию в России — здесь работают 21 сертифицированный производитель. Земельный фонд, вовлечённый в органическое земледелие, также значительно увеличился: сегодня под органическим производством сертифицировано 7 934 гектара, еще 5 008 гектаров находятся в переходном периоде. В общей сложности это составляет 12 942 гектара, что эквивалентно 1,5% всех сельскохозяйственных угодий области. Такие результаты свидетельствуют о стремительном развитии органического сектора региона и его растущем вкладе в устойчивое сельское хозяйство страны.

Проведенный анализ свидетельствует о значительном прогрессе в области внедрения сертифицированных систем землепользования. За период с 2018 по 2024 год наблюдается устойчивая положительная динамика роста числа хозяйств, прошедших процедуру сертификации. Если в 2018 году, принятом за точку отсчета реализации программы, их количество составляло 0, то к 2022 году было сертифицировано уже 17 хозяйств, а к 2024 году – 21 производитель, что вывело регион на лидирующую позицию в Российской Федерации по данному показателю.

Земельный фонд, вовлеченный в систему сертификации, составляет 12 942 га, что эквивалентно 1.5% от общей площади сельскохозяйственных угодий области. Указанный фонд структурно разделен на две категории:

- Земли, полностью прошедшие процедуру конверсии и получившие сертификат соответствия – 7 934 га.
- Земельные участки, находящиеся в переходном (трансформационном) периоде и осуществляющие переход к регламентированным стандартам – 5 008 га.

Таким образом, количественный рост сертифицированных хозяйств коррелирует с расширением площади земель, переведенных на устойчивые и регламентированные системы землепользования, что демонстрирует эффективность реализуемой аграрной политики [5,8,9,15].

Расширение государственной поддержки сопровождалось ощутимым экономическим и экологическим эффектом. По данным регионального Минсельхоза и независимых мониторинговых исследований, применение биологических средств защиты и биоудобрений позволило увеличить содержание белка в зерновых культурах (пшеница, овёс) в среднем на 1,3% (с 12,6% до 13,9%; в отдельных случаях повышение достигало 2,2%) и повысить содержание гумуса в пахотных горизонтах на 0,3–0,5 процентных пункта за период 2020–2023 годов 3, 4, 5. Дополнительно отмечено повышение рентабельности органических хозяйств: с 27% в 2019 году до 38% в 2023 году, что существенно выше средних показателей по традиционному сельскому хозяйству региона (ориентировочно 24–28%).

Развитие органического земледелия также способствует расширению занятости и социального благополучия в сельских территориях [5]. В 2023 году только в рамках программ по органическому производству было создано более 150 дополнительных рабочих мест. Кроме того, органические хозяйства активно осваивают малопродуктивные и деградированные земли, вовлекая их в восстановительный сельскохозяйственный оборот: по официальным данным, за последние пять лет в Воронежской области удалось вернуть к устойчивому использованию около 1,8 тыс. га ранее деградированных территорий.

Практика Воронежской области наглядно демонстрирует, что сочетание государственных экономических стимулов с целевой поддержкой внедрения экологически ориентированных технологий позволяет не только добиться роста экологических показателей и увеличить продуктивность, но и заметно повысить устойчивость локальных агроэкосистем. Создающиеся условия для экоинновационного развития формируют эффективную модель региональной агрополитики, способствующую долгосрочному балансу между экономическими и экологическими интересами сельских территорий Центрально-Черноземного региона [6,8,17].

Тем не менее институциональные и методологические проблемы сохраняются среди ключевых препятствий формирования устойчивой территориальной модели землепользования [37]. Так, отсутствие нормативного закрепления баланса гумуса, неурегулированность прав собственности (более 17% земель сельхозназначения не имеют зарегистрированных правообладателей) и низкий уровень внедрения современных инструментов пространственного планирования (ГИС, предиктивные модели) существенно ограничивают эффективность долгосрочного управления ресурсами. Анализ источников также показал значительную фрагментарность статистического и мониторингового материала: 87% исследований охватывают только постсоветский период, что не позволяет достоверно оценить исторические тренды деградации и динамики плодородия.

Обобщённые результаты комплексного анализа подтверждают наличие выраженного противоречия между текущей моделью экономической эффективности и необходимостью обеспечения экологической устойчивости. Пространственная и процессуальная

дифференциация деградационных рисков требует развития новых стратегий управления. Перспективным направлением становится переход к адаптивно-ландшафтным системам землепользования, основанным на интеграции агроландшафтного проектирования, экологически дифференцированной налоговой политики, широкомасштабного внедрения органического земледелия и институциональной трансформации системы мониторинга. Только синтез научно обоснованных технологий, экономических стимулов и эффективного управления способен нивелировать современные деградационные тенденции и создать условия для устойчивого развития агропромышленного комплекса Центрально-Чернозёмного региона на долгосрочную перспективу.

Заключение

Современная модель землепользования в Центрально-Чернозёмном регионе, исторически ориентированная на максимизацию производственных показателей и интенсивное вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот, достигла своих ресурсных и экологических пределов. Длительная специализация на зерновых культурах и подсолнечнике в сочетании с недостаточным возвратом органического вещества, нарушением севооборотов и невысокой долей многолетних трав ведёт к ускоренному истощению гумусового горизонта, росту эрозионных и дефляционных процессов, а также уменьшению биологического разнообразия агроландшафтов.

Агроэкологические угрозы усиливаются на фоне сложных институциональных и экономических факторов — среди них выделяются давление горнодобывающего и строительного секторов, изъятие ценных сельхозземель, а также невысокая доступность инновационных технологий природосберегающего земледелия для большинства хозяйств. Несмотря на уже пред принимающиеся попытки внедрения адаптивных и ресурсосберегающих систем (минимальная обработка почвы, расширение бобовых и многолетних трав в севооборотах), темпы перехода к ним остаются недостаточными для существенного улучшения экологического состояния региона. Анализ тенденций и прогнозных сценариев убедительно показывает: сохранение инерционной траектории землепользования приведёт к дальнейшему усугублению деградации почвенного покрова, увеличению экономических потерь и потере природного потенциала региона. Вместе с тем, переход к адаптивным и природосберегающим моделям землепользования, расширение органического и консервационного земледелия, восстановление структурного и биологического баланса севооборотов открывают возможности не только для стабилизации, но и для восстановления плодородия почв, повышения экологической устойчивости и долговременной экономической эффективности сельского хозяйства ЦЧР.

Таким образом, стратегическая задача региона — это формирование новой системы землепользования, основанной на принципах устойчивого развития, балансе между аграрной продуктивностью и сохранением природных экосистем, а также на интеграции инновационных и традиционных методов ведения сельского хозяйства с учётом современных экологических вызовов.

Библиографический список

1. Агросектор Воронежской области 2023: итоги, вызовы и перспективы. URL: , (дата обращения: 25.05.2025).
2. Актуальные проблемы по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения. И.А. Глебова, А.В. Козлов, О.П. Золотарева, П.А. Филатова. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020; 5:52-55.
3. Андреенков С.Н. Предпосылки, результаты и значение освоения целинных и залежных земель в СССР. Исторический курьер. 2024;4(36):190-203.
4. Будаева А.Ю., Мукомел Н.А., Щекина К.Н. Агрогенные изменения некоторых свойств чернозёмных почв в результате их использования. Научный журнал молодых ученых. 2023;1(31):3-7.
5. Воронежская область вышла в лидеры по органическому земледелию. URL: https://soz.bio/voronezhskaya-oblast-vyshla-v-lidery-po/ (дата обращения: 25.05.2025).
6. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2024 году. М.: Росреестр, 2025. 208 с.
7. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Воронежской области в 2023 году. Воронеж, 2024.
8. Гущина О.Г. Органическое земледелие в Центрально-Черноземном регионе: современные тенденции и перспективы развития. Агроэкологический вестник. 2023; 3:42-57.
9. Динамика развития органического производства в Воронежской области. URL: https://organicfund.ru/new/organicheskoe-zemledelie-voronezhskoj-oblasti-imeet-osnovu-kotoraya-yavlyaetsya-garantom-ee-postupatelnogo-i-celenapravlennogo-razvitiya (дата обращения: 25.05.2025).
10. Дурдыева А., Гундогдыева Г., Гарягдыева Ш. Экономическая эффективность применения инновационных технологий в сельском хозяйстве. Cognitio Rerum. 2025; 1:46-48.
11. Завалин А.А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия. Земледелие. 2024; 2:25-29.
12. Землеустройство и ландшафтные условия почвообработки. И.Н. Глушков, М.М. Константинов, И.В. Герасименко и др. Геология, география и глобальная энергия. 2021;1(80):118-123.
13. Кирюшин В.И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия. Земледелие. 2019; 3:3-7.
14. Кирюшин В.И. Система научно-инновационного обеспечения технологий адаптивно-ландшафтного земледелия. Земледелие. 2022; 2:3-7.
15. Лидером органического земледелия в Черноземье стала Воронежская область. URL: https://abireg.ru/newsitem/101354/ (дата обращения: 25.05.2025).
16. Литвин Л.Ф., Голосов В.Н. Современная динамика факторов эрозии почв на территории России. Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 22. М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2022:36-66.
17. Министерство сельского хозяйства Воронежской области. Доклад о развитии органического земледелия (2018–2023 гг.). Воронеж, 2023.
18. Мишина З.А., Сурова Т.С. К вопросу о причины снижения плодородия почвы земель сельскохозяйственного назначения. Азимут научных исследований: экономика и управление. 2020;9(3(32)):349-353.
19. Недбаев В.Н., Малышева Е.В. Гумусовое состояние почв центрального Черноземья и пути повышения его содержания. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018; 9:94-97.
20. Органическое земледелие Воронежской области имеет основу, которая является гарантом ее поступательного и целенаправленного развития. URL: https://www.agropraktika.com/news/organicheskoe-zemledelie-vronezhskoy-oblasti-imeet-osnovu-kotoraya-yavlyaetsya-garantom-ee-postupat/ (дата обращения: 25.05.2025).

21. Органическое производство в Воронежской области. URL: https://poligraf.media/news/organika (дата обращения: 25.05.2025).

22. Парамонова Т.А., Шынбергенов Е.А., Ботавин Д.В., Голосов В.Н. Оценка загрязнения почв и эрозионных процессов в Республике Казахстан по литературным данным. Почвоведение. 2025; 1:145-160.

23. Приёмы комплексного использования средств химизации и биологических ресурсов в агротехнологии на чернозёмах обыкновенных карбонатных Центрального Предкавказья. Т.П. Бижоева, Р.В. Бижоев, А.И. Сарбашева, Р.А. Гажева. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020; 6(98):121-132.

24. Решение проблем продовольственной и экологической безопасности Центрального Черноземья России. А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, Н.Г. Рыбальский и др. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2022;4(172):49-56.

25. Роскачество представило рейтинг органических регионов России на начало 2025 года. URL: https://soz.bio/voronezhskaya-oblast-vyshla-v-lidery-po/ (дата обращения: 25.05.2025).

26. Росстат. Сельское хозяйство и окружающая среда: статистический сборник по регионам России. М.: Росстат, 2023.

27. Соловьева Ю.А., Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Усовершенствованная методика противоэрозионной организации территории для сельскохозяйственных угодий Центрального Черноземья. Достижения науки и техники АПК. 2019;33(9):5-9.

28. Сохранение плодородия почв и защита их от эрозии. В.Е.Ториков, Л.А. Зверева, Е.В. Байдакова и др. Аграрный вестник Верхневолжья. 2024;1(46):14-21.

29. Староосвоенные районы в пространстве России: история и современность. А.В. Старикова, Т.Г. Нефедова, К.В. Аверкиева и др. М.: КМК, 2021. 379 с.

30. Стифеев А.И., Никитина О.В. Состояние пахотных земель Центрального Черноземья и основные направления воспроизводства их плодородия. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022; 2:30-35.

31. Стифеев А.И., Никитина О.В., Кемов К.Н. Состояние почв Центрального Черноземья и необходимость воспроизводства их плодородия. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018; 1:10-14.

32. Тихомиров А.И., Фомин А.А. Государственная поддержка АПК России: основные тенденции и социально-экономическое значение. Международный сельскохозяйственный журнал. 2024;2(398):121-125.

33. Ушаков А.Е., Середа Т.А. Анализ взаимосвязей негативных последствий эрозии почв сельскохозяйственных угодий. Обзор методов ее снижения. Мелиорация и гидротехника. 2024;14(2):186-210.

34. Факторы эрозии почв в макрорегионе Европейской части России: моделирование, геоинформационное картографирование и пространственный анализ. О.П. Ермолаев, С.С. Мухарамова, К.А. Мальцев и др. Почвоведение. 2025; 2:281-300.

35. Формирование и совершенствование мер государственной поддержки в сельском хозяйстве России. В.В. Маслова, Н.М. Светлов, Л.П. Силаева, М.В. Авдеев. Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022;12(94):19-30.

36. Черемисинов А.А. Агроресурсопользование в Центральном Черноземье. Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2018;2(7):33-37.

37. Яковенко Н.В. Концептуальные принципы моделирования состояния социо-эколого-экономической системы региона для целей природопользования. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2023;11(1(60)):117-127.

38. Chendev, Y. G., Smirnova, M. A., & Gennadiev, A. N. (2025). Human-induced transformation of chernozems in the Central Russian Upland: A role of benchmark and nearly-benchmark soils in assessing. Geoderma Regional, 41, e00971. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2025.e00971

39. Dolgov, N. I., Gusarov, S. M., & Katkov, V. A. (2021). Soil conservation and organic farming prospects for Central Russia. Agriculture, 11(11), 1125. https://doi.org/10.3390/agriculture11111125

40. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Status of the world's soil resources. FAO. http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf

41. Yakovenko, N. V., Ten, R. V., & Komov, I. V. (2021). Sustainability assessment of social and economic development of municipalities in the Voronezh region. Sustainability, 13(19), 11116. https://doi.org/10.3390/su131911116

References

1. Agrosektor Voronezhskoj oblasti 2023: itogi, vyzovy i perspektivy [Agro-industrial sector of the Voronezh region 2023: results, challenges and prospects]. (In Russ.). URL: https://www.agroinvest.com/news/agrosektor-voronezhskoj-oblasti-2023-itogi-vyzovy-i-perspektivy (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

2. Glebova I.A., Kozlov A.V., Zolotareva O.P., Filatova P.A. Aktual'nye problemy po obespecheniyu plodorodiya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Current problems of ensuring the fertility of agricultural lands]. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2020; 5:52-55. (In Russ.).

3. Andreenkov S.N. Predposylki, rezul'taty i znachenie osvoeniya tselinnykh i zalezhnykh zemel' v SSSR [Prerequisites, results and significance of the development of virgin and fallow lands in the USSR]. Istoricheskiy kur'er = Historical Courier. 2024;4(36):190-203. (In Russ.).

4. Budaeva A.Yu., Mukomel N.A., Shchekina K.N. Agro-gennye izmeneniya nekotorykh svoystv chernozemnykh pochv v rezul'tate ikh ispol'zovaniya [Agrogenic changes of some properties of chernozem soils as a result of their use]. Nauchnyy zhurnal molodykh uchenykh = Scientific Journal of Young Scientists. 2023;1(31):3-7. (In Russ.).

5. Voronezhskaya oblast' vyshla v lidery po organicheskomu zemledeliyu [Voronezh region became the leader in organic farming]. URL: https://soz.bio/voronezhskaya-oblast-vyshla-v-lidery-po/ (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

6. Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiyskoy Federatsii v 2024 godu [State (National) Report on the Status and Use of Lands in the Russian Federation in 2024]. Moscow: Rosreestr, 2025. 208 p. (In Russ.).

7. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy Voronezhskoy oblasti v 2023 godu [State Report on the State of the Environment in the Voronezh Region in 2023]. Voronezh, 2024. (In Russ.).

8. Gushchina O.G. Organicheskoe zemledelie v Tsentral'no-Chernozemnom regione: sovremennye tendentsii i perspektivy razvitiya [Organic farming in the Central Black Earth Region: current trends and development prospects]. Agroekologicheskiy vestnik = Agroecological Bulletin. 2023; 3:42-57. (In Russ.).

9. Dinamika razvitiya organicheskogo proizvodstva v Voronezhskoy oblasti [Dynamics of the development of organic production in the Voronezh region]. URL: https://organicfund.ru/new/organicheskoe-zemledelie-voronezhskoj-oblasti-imeet-osnovu-kotoraya-yavlyaetsya-garantom-ee-postupatelnogo-i-celenapravlennogo-razvitiya (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

10. Durdyeva A., Gundogdyeva G., Garyagdyeva Sh. Ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya innovatsionnykh tekhnologiy v sel'skom khozyaystve [Economic efficiency of innovative technologies application in agriculture]. Cognitio Rerum. 2025; 1:46-48. (In Russ.).

11. Zavalin A.A. Problemy i puti resheniya tekhnologicheskogo razvitiya zemledeliya [Problems and solutions for the technological development of agriculture]. Zemledelie = Agriculture. 2024; 2:25-29. (In Russ.).

12. Glushkov I.N., Konstantinov M.M., Gerasimenko I.V. [i dr.]. Zemleustroystvo i

landshaftnye usloviya poochvoobrabotki [Land management and landscape conditions of soil cultivation]. Geologiya, geografiya i global'naya energiya = Geology, Geography and Global Energy. 2021;1(80):118-123. (In Russ.).

13. Kiryushin V.I. Aktual'nye problemy i protivorechiya razvitiya zemledeliya [Current problems and contradictions in the development of agriculture]. Zemledelie = Agriculture. 2019; 3:3-7. (In Russ.).

14. Kiryushin V.I. Sistema nauchno-innovatsionnogo obespecheniya tekhnologiy adaptivno-landshaftnogo zemledeliya [The system of scientific and innovative support for technologies of adaptive landscape agriculture]. Zemledelie = Agriculture. 2022; 2:3-7. (In Russ.).

15. Liderom organicheskogo zemledeliya v Chernozem'e stala Voronezhskaya oblast' [Voronezh region became the leader in organic farming in the Black Earth Region]. URL: https://abireg.ru/newsitem/101354/ (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

16. Litvin L.F., Golosov V.N. Sovremennaya dinamika faktorov erozii pochv na territorii Rossii [Modern dynamics of soil erosion factors in Russia]. Eroziya pochv i ruslovye protsessy = Soil Erosion and Channel Processes. Moscow: Moscow State University, 2022;22:36-66. (In Russ.).

17. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Voronezhskoy oblasti. Doklad o razvitii organicheskogo zemledeliya (2018–2023 gg.) [Ministry of Agriculture of the Voronezh Region. Report on the development of organic farming (2018–2023)]. Voronezh, 2023. (In Russ.).

18. Mishina Z.A., Surova T.S. K voprosu o prichinakh snizheniya plodorodiya pochvy zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [On the issue of the reasons for the decrease in soil fertility of agricultural lands]. Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie = Azimut of Scientific Research: Economics and Management. 2020;9(3(32)):349-353. (In Russ.).

19. Nedbaev V.N., Malysheva E.V. Gumusovoe sostoyanie pochv tsentral'nogo chernozem'ya i puti povysheniya ego soderzhaniya [Humus status of Central Chernozem soils and ways to increase its content]. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2018; 9:94-97. (In Russ.).

20. Organicheskoe zemledelie Voronezhskoy oblasti imeet osnovu, kotoraya yavlyaetsya garantom ee post-upatel'nogo i tselenapravlennogo razvitiya [Organic farming in the Voronezh region has a basis that is a guarantee of its progressive and purposeful development]. URL: https://www.agropraktika.com/news/organicheskoe-zemledelie-vronezhskoy-oblasti-imeet-osnovu-kotoraya-yavlyaetsya-garantom-ee-postupat/ (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

21. Organicheskoe proizvodstvo v Voronezhskoy oblasti [Organic production in the Voronezh region]. URL: https://poligraf.media/news/organika (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

22. Paramonova T.A., Shynbergenov E.A., Botavin D.V., Golosov V.N. Otsenka zagryazneniya pochv i erozionnykh protsessov v Respublike Kazakhstan po literaturnym dannym [Assessment of soil pollution and erosion processes in the Republic of Kazakhstan according to literary data]. Pochvovedenie = Soil Science. 2025; 1:145-160. (In Russ.).

23. Bizhoeva T.P., Bizhoev R.V., Sarbasheva A.I., Gazheva R.A. Priyomy kompleksnogo ispol'zovaniya sredstv khimizatsii i biologicheskikh resursov v agrotekhnologii na chernozemakh obyknovennykh karbonatnykh Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Methods of integrated use of chemicalization means and biological resources in agricultural technology on ordinary carbonate chernozems of the Central Ciscaucasia]. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN = News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2020;6(98):121-132. (In Russ.).

24. Emelyanov A.V., Skripnikova E.V., Rybalsky N.G. [i dr.]. Reshenie problem prodovol'stvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii [Solving problems of food and environmental security of the Central Black Earth Region of Russia]. Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii = Use and Protection of Natural Resources in Russia. 2022;4(172):49-56. (In Russ.).

25. Roskachestvo predstavilo reyting organicheskikh regionov Rossii na nachalo 2025 goda [Roskachestvo presented a rating of organic regions of Russia at the beginning of 2025]. URL: https://soz.bio/voronezhskaya-oblast-vyshla-v-lidery-po/ (accessed: 25.05.2025). (In Russ.).

26. Rosstat. Sel'skoe khozyaystvo i okruzhayushchaya sreda: statisticheskiy sbornik po regionam Rossii [Rosstat. Agriculture and the Environment: Statistical Digest by Regions of Russia]. Moscow: Rosstat, 2023. (In Russ.).

27. Solovieva Yu.A., Podlesnykh I.V., Zarudnaya T.Ya. Usovershenstvovannaya metodika protivoerozionnoy organizatsii territorii dlya sel'skokhozyaystvennykh ugodiy Tsentral'nogo Chernozem'ya [Improved methodology for anti-erosion organization of the territory for agricultural land in the Central Chernozem Region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2019;33(9):5-9. (In Russ.).

28. Torikov V.E., Zvereva L.A., Baidakova E.V. [i dr.]. Sokhranenie plodorodiya pochv i zashchita ikh ot erozii [Preservation of soil fertility and their protection from erosion]. Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region. 2024;1(46):14-21. (In Russ.).

29. Starikova A.V., Nefedova T.G., Averkieva K.V. [i dr.]. Staroosvoennye rayony v prostranstve Rossii: istoriya i sovremennost' [Long-developed regions in the space of Russia: history and modernity]. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2021. 379 p. (In Russ.).

30. Stifeev A.I., Nikitina O.V. Sostoyanie pakhotnykh zemel' Tsentral'nogo Chernozem'ya i osnovnye napravleniya vosproizvodstva ikh plodorodiya [State of arable lands in the Central Chernozem Region and main directions of their fertility reproduction]. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2022; 2:30-35. (In Russ.).

31. Stifeev A.I., Nikitina O.V., Kemov K.N. Sostoyanie pochv Tsentral'nogo Chernozem'ya i neobkhodimost' vosproizvodstva ikh plodorodiya [State of soils in the Central Chernozem Region and the need for reproduction of their fertility]. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2018; 1:10-14. (In Russ.).

32. Tikhonirov A.I., Fomin A.A. Gosudarstvennaya podderzhka APK Rossii: osnovnye tendentsii i sotsial'no-ekonomicheskoe znachenie [State support for the agro-industrial complex of Russia: main trends and socio-economic significance]. Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal = International Agricultural Journal. 2024;2(398):121-125. (In Russ.).

33. Ushakov A.E., Sereda T.A. Analiz vzaimosvyazey negativnykh posledstviy erozii pochv sel'skokhozyaystvennykh ugodiy. Obzor metodov ee snizheniya [Analysis of the interrelations of negative consequences of soil erosion of agricultural land. Review of methods for its reduction]. Melioratsiya i gidrotekhnika = Land Reclamation and Hydraulic Engineering. 2024;14(2):186-210. (In Russ.).

34. Ermolaev O.P., Mukharamova S.S., Maltsev K.A. [i dr.]. Faktory erozii pochv v makroregione Evropeyskoy chasti Rossii: modelirovanie, geoinformatsionnoe kartografirovanie i prostranstvennyy analiz [Factors of soil erosion in the macroregion of the European part of Russia: modeling, geoinformation mapping and spatial analysis]. Pochvovedenie = Soil Science. 2025; 2:281-300. (In Russ.).

35. Maslova V.V., Svetlov N.M., Silaeva L.P., Avdeev M.V. Formirovanie i sovershenstvovanie mer gosudarstvennoy podderzhki v sel'skom khozyaystve Rossii [Formation and improvement of state support measures in agriculture in Russia]. Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve = Economics, Labor, Management in Agriculture. 2022;12(94):19-30. (In Russ.).

36. Cheremisinov A.A. Agroresursopol'zovanie v Tsentral'nom Chernozem'e [Agro-resource use in the Central Chernozem Region]. Modeli i tekhnologii prirodoobustroystva (regional'nyy aspekt) = Models and Technologies of Environmental Engineering (Regional Aspect). 2018;2(7):33-37. (In Russ.).

37. Yakovenko N.V. Kontseptual'nye printsipy modelirovaniya sostoyaniya sotsio-ekologo-ekonomicheskoy sistemy regiona dlya tseley prirodopol'zovaniya [Conceptual principles of modeling the state of the socio-ecological-economic system of the region for the purposes of nature

management]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika = Actual Directions of Scientific Research of the XXI Century: Theory and Practice. 2023;11(1(60)):117-127. (In Russ.).

38. Chendev, Y. G., Smirnova, M. A., & Gennadiev, A. N. (2025). Human-induced transformation of chernozems in the Central Russian Upland: A role of benchmark and nearly-benchmark soils in assessing. Geoderma Regional, 41, e00971. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2025.e00971

39. Dolgov, N. I., Gusarov, S. M., & Katkov, V. A. (2021). Soil conservation and organic farming prospects for Central Russia. Agriculture, 11(11), 1125. https://doi.org/10.3390/agriculture11111125

40. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Status of the world's soil resources. FAO. http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf

41. Yakovenko, N. V., Ten, R. V., & Komov, I. V. (2021). Sustainability assessment of social and economic development of municipalities in the Voronezh region. Sustainability, 13(19), 11116. https://doi.org/10.3390/su131911116

Сведения об авторах

✉Яковенко Наталия Владимировна - доктор географических наук, главный научный сотрудник НИИ ИТЛК, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: 0000-0003-4203-0040, e-mail : n.v.yakovenko71@gmail.com

Колотушкин Андрей Андреевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: 0000-0003-3491-7477, e-mail : bobr1995.vbn@gmail.com

Комов Игорь Владимирович - кандидат географических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: 0000-0003-4943-518X, e-mail : igrkom@bk.ru

Information about the authors

✉ Nataliya V. Yakovenko - Doctor of Geographical Sciences, Chief Researcher of the Research Institute of Innovative Technologies and Forestry Complex, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev Str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-4203-0040, e-mail: n.v.yakovenko71@gmail.com

Andrey A. Kolotushkin - Postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev Str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-3491-7477, e-mail : bobr1995.vbn@gmail.com

Igor V. Komov - Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev Str., 8, Voronezh city, 394087, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-4943-518X, e-mail : igrkom@bk.ru

✉ - Для контактов/Corresponding author

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

2025 г. № 4 (71)

(Volume 13, issue 4)

Все статьи рецензируются

Статьи публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка И.И. Шанин

Подписано в печать 17.12.2025. Дата выхода в свет 22.12.2025. Формат 60×90 1/8.
Цена 836 р. Усл. печ. л. 22,25. Уч.-изд. л. 30,3. Тираж 100 экз. Заказ АННИ-04-25
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
Адрес издательства: ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8
Отпечатано в УОП ФГБОУ ВО «ВГЛТУ» по адресу типографии:
394087, г. Воронеж, ул. Докучаева, 10

Scientific publication

CURRENT DIRECTIONS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE XXI CENTURY: THEORY AND PRACTICE

No. 4 (71)

(Volume 13, issue 4)

All articles are reviewed

Articles are published in the author's edition

Computer layout I.I. Shanin

Signed to print 17.12.2025. Release date 22.12.2025. Format 60×90 1/8.
Price 836 r. Conv. print l. 22,25. Uch.-ed. l. 30,3. Circulation 100 cop. Order ANNI-04-25
FSBEI of HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov»
Publisher address: VSUFT. 394087, 8, Timiryazeva Str., Voronezh
Printed in UOP of HE «VSUFT» at the printer's address:
394087, Voronezh, st. Dokuchaeva, 10