



Международный
сельскохозяйственный журнал
Издаётся с 1957 года

ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ О ДОСТИЖЕНИЯХ
МИРОВОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

BIMONTHLY SCIENTIFIC-PRODUCTION JOURNAL ON ADVANCES
OF WORLD SCIENCE AND PRACTICES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX



Журналу присвоены
международные стандартные
серийные номера ISSN:
2587-6740 (print),
2588-0209 (on-line, eng)



«Международный сельскохозяйственный журнал» включен в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (ВАК-2024, категория научной значимости К1)



Публикации в журнале направляются в базу данных Международной информационной системы по сельскохозяйственной науке и технологиям AGRIS ФАО ООН



Публикации размещаются в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) Журнал входит в ядро РИНЦ



Журнал включен в список RSCI



Журнал включен в «Белый список» наиболее авторитетных научных журналов
<https://journalrank.rcsi.science/ru/>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

Научно-методическое обеспечение раздела
«Земельные отношения и землеустройство»
ФГБОУ ВО ГУЗ

Заместитель главного редактора Т. Казёнова
Редактор выпуска Г. Якушкина
Ответственный секретарь И. Мамонтова
Дизайн и верстка И. Котова
Реклама М. Фомина
Издательство: Е. Сямина, Е. Цинцадзе,
Д. Шевский, Е. Зотов
e-science@list.ru

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-49235 от 04.04.2012 г.

Свидетельство Московской регистрационной Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

Редакция: 105064, Москва, ул. Казакова, 10/2
тел.: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru

Адрес для почтовой корреспонденции:
105064, Москва, а/я 62

Дата выхода в свет 15.08.2025 г. Тираж 3500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
A.A. Fomin

Scientific and methodological support section
«Land relations and land management»
State University of Land Management

Deputy editor T. Kazennova
Editor G. Yakushkina
Executive secretary I. Mamontova
Design and layout I. Kotova
Advertising M. Fomina
Publishing: E. Syamina, E. Tsintsadze,
D. Shevsky, E. Zotov
e-science@list.ru

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber
№ 002.043.018 of 04.05.2001

Editorial office: 105064, Moscow, Kazakova str., 10/2
tel: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru

Address for postal correspondence:
105064, Moscow, box 62

Date of issue 15.08.2025. Edition 3500
The price is negotiable

© International agricultural journal

Награды
«Международного
сельскохозяйственного
журнала»:

Неоднократно вручались
медали и дипломы
Российской агропромышленной
выставки «Золотая осень»



За вклад в развитие
аграрной науки вручена
общероссийская награда
«За изобилие
и процветание России»



Лауреат национальной
премии имени П.А. Столыпина
«Аграрная элита России»



Земельные отношения и землеустройство

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

- ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, head of the department of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Гордеев А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Долгушкин Н.К.**, глав. уч. секретарь Президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Dolgushkin Nikolai, chapters. academic Secretary of the Presidium of Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.
Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow
- Бунин М.С.**, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.
Bunin Mikhail, Dr. Ekon. Sciences, Professor, honoured. science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Завалин А.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.
Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow
- Замотаев И.В.**, д-р геогр. наук, проф., Институт географии РАН. Россия, Москва.
Zamotaev Igor, Dr. Georg. Sciences, Professor, Institute of geography RAS. Russia, Moscow
- Иванов А.И.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». Россия, Санкт-Петербург.
Ivanov Alexey, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences, Professor. Russia, Saint-Petersburg
- Коробейников М.А.**, вице-през. Международного союза экономистов, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Korobeynikov Mikhail, Vice-PR. International Union of economists, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Никитин С.Н.**, зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСК», д-р с.-х. наук, проф. Россия, Ульяновск.
Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk
- Романенко Г.А.**, член президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Romanenko Gennady, member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Петриков А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Ушачев И.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
Ushachev Ivan, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Савин И.Ю.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, зам. директора по науч. работе Почвенного института им. В.Докучаева РАН. Россия, Москва.
Savin Igor, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences. Russia, Moscow
- Папаскири Т.В.**, д-р экон. наук, проф., Государственный университет по землеустройству. Россия, Москва.
Papaskiri Timur, Dr. Econ. Sciences, professor, State university of land use planning. Russia, Moscow
- Серова Е.В.**, д-р экон. наук, проф., директор по аграрной политике НИУ ВШЭ. Россия, Москва.
Serova Eugenia, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow
- Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Ekon. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow
- Шагайда Н.И.**, д-р экон. наук, проф., директор Центра агропродовольственной политики Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Россия, Москва.
Shagaida Nataliya, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of the Center of agricultural and food policy Russian academy of national economy and public administration. Russia, Moscow
- Широкова В.А.**, д-р геогр. наук, зав. отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, проф. кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Shirokova Vera, Dr. Georg. Sciences, Professor of Department of soil science, ecology and environmental Sciences State university of land use planning. Russia, Moscow
- Хлыстун В.Н.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow
- Закшевский В.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh
- Чекмарев П.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, заместитель президента РАН.
Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Deputy President of the Russian Academy of Sciences
- Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.
Tsyppkin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow
- Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, академик БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.
Gusakov Vladimir, Vice-President of the BAN, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk
- Ревшвили Т.О.**, академик АСХН Грузии, д-р техн. наук, директор Института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского аграрного университета г. Озургети, Грузия.
Revishvili Temur, Acad. of the Academy of agricultural sciences of Georgia, Dr. Techn. Sciences, director of the Institute of tea, subtropical crops and tea industry of Agricultural university of c. Ozurgeti, Georgia
- Мамедов Г.М.**, д-р филос. по аграр. наукам, зам. директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. Азербайджанская Республика, Баку.
Mamedov Goshgar, Dr. of philos. in agricultural sciences, Deputy Director for science of Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. Republic of Azerbaijan, Baku
- Перемислов И.Б.**, доктор делового администрирования, профессор делового администрирования в Университете Аргоси. США, Феникс.
Peremislov Igor, DBA – Doctor of Business Administration, Professor of Business Administration in Argosy University. USA, Phoenix
- Сегре Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Segre Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna
- Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.
Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest
- Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.
Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

Линников А.С. Новые правила для сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственных угодий: ключевые изменения в законодательстве
Linnikov A.S. New rules for agricultural lands and farmlands: key changes in legislation 410

Синица Ю.С., Сорокина О.А., Комаров С.И., Федоринов А.В. Землеустроительное и кадастровое обеспечение управления землями сельскохозяйственного назначения новых регионов Российской Федерации
Sinitza Yu.S., Sorokina O.A., Komarov S.I., Fedorinov A.V. Land management and cadastral support for agricultural land governance in the new regions of the Russian Federation 415

Подрядчикова Е.Д., Мартынова Н.Г., Кустышева И.Н., Раева И.В. Мониторинг растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования Земли
Podryadchikova E.D., Martynova N.G., Kustysheva I.N., Raeva I.V. Vegetation cover monitoring based on Earth remote sensing data 420



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК STATE REGULATION AND REGIONAL DEVELOPMENT APK

Шарапова В.М., Шарапова Н.В., Фарвазова Э.А., Шарапов Ю.В. Проблемы занятости сельского населения Курганской области
Sharapova V.M., Sharapova N.V., Farvazova E.A., Sharapov Yu.V. Problems of employment of the rural population of the Kurgan region 424

Плахин А.Е., Шеина Е.Г. Оценка влияния мер государственной поддержки на масштабирование малых и средних предприятий в сфере сельского хозяйства
Plakhin A.E., Sheina E.G. Assessment of the impact of government support measures to scale small and medium-sized enterprises in the field of agriculture 428

Почемин Н.М., Морковкин Г.Г., Шаповалов Д.А., Максимова Н.Б. Разработка методики оценки состояния плодородия земель на основе моделирования урожайности сельскохозяйственных культур по природным зонам Алтайского края
Pochyomin N.M., Morkovkin G.G., Shapovalov D.A., Maximova N.B. Development of a method for assessing the state of land fertility based on modeling the productivity of agricultural crops in natural zones of the Altai region 433

Лубсанова Н.Б., Будаева Д.Г., Дымбрылова С.Б., Хребтова Т.А. Зимний и ледово-снежный туризм на прибрежных сельских территориях Байкала: современное состояние, проблемы и перспективы
Lubsanova N.B., Budaeva D.G., Dymbrylova S.B., Khrebtova T.A. Winter and ice-snow tourism in the coastal rural areas of lake Baikal: current state, problems and prospects 438

Кротов М.И., Закирова Э.Р., Гусев А.С., Цейтлин Е.М. Влияние внешнеэкономических ограничений на устойчивое развитие яичного птицеводства Свердловской области
Krotov M.I., Zakirova E.R., Gusev A.S., Tseitlin E.M. Impact of foreign economic restrictions on sustainable development of egg poultry farming in Sverdlovsk region 443

Кривошлыков В.С., Артемов В.А., Конорев А.М. Устойчивость социальной сферы приграничного макрорегиона
Krivoshlykov V.S., Artemov V.A., Konorev A.M. Sustainability of the social sphere of the border macroregion 448

Ермакова А.М., Дворядкина Е.Б., Богданова О.В. Оптимизация использования сельскохозяйственных угодий в контексте экономического развития муниципальных образований
Ermakova A.M., Dvoryadkina E.B., Bogdanova O.V. Optimization of agricultural land use in the context of economic development of municipalities 453

Бушина Н.С., Власова О.В., Стекачев В.И., Головин А.А. Реализация социальных программ и проектов здравоохранения как условие сохранения экономического потенциала сельских территорий
Bushina N.S., Vlasova O.V., Stekachev V.I., Golovin A.A. Implementation of social programs and health projects as a condition for preserving the economic potential of rural areas 458



НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ SCIENTIFIC SUPPORT AND MANAGEMENT OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

Приходько И.А., Бандурин М.А., Молчанова Г.А., Огаджанян Р.В. Исследование зависимости пустозерности риса в период цветения в условиях климатических аномалий на Юге России
Prikhodko I.A., Bandurin M.A., Molchanova G.A., Ogadzhanyan R.V. Study of the dependence of rice grain emptiness during the flowering period under conditions of climatic anomalies in the South of Russia 462

Черных Е.Г., Букреев Д.А. Программный модуль расчета элементарных ячеек индекса NDVI в границах различных угодий
Chernykh E.G., Bukreev D.A. Software module for calculation of elementary cells of the NDVI index within the boundaries of various lands 467

Суслов С.В., Климов А.П., Безбородов А.Г., Безбородов Ю.Г. Влияние органических удобрений луги гречихи и соломы на рост сеянцев сосны европейской
Suslov S.V., Klimov A.P., Bezborodov Yu.G., Bezborodov A.G. The effect of organic fertilizers of buckwheat husk and straw on the growth of European pine seedlings 471

Магомадов А.С., Оказова З.П., Титова Л.А. Оценка длительности критического периода совместного произрастания сорняков и гибридов кукурузы в степной зоне Чеченской Республики
Magomadov A.S., Okazova Z.P., Titova L.A. Assessment of the duration of the critical period of co-growing of weeds and maize hybrids in the steppe zone of the Chechen Republic 476

Исмагилов К.Р., Кулуев Б.Р., Исмагилов Р.Р. Стрессоустойчивость и адаптивность полевых культур к погодно-климатическим изменениям в Башкортостане
Ismagilov K.R., Kuluev B.R., Ismagilov R.R. Stress resistance and adaptability of field crops to weather and climate changes in Bashkortostan 480

Жиркова Н.Н., Павлова С.А., Пестерева Е.С., Захарова Г.Е. Научно-обоснованные подходы к кормопроизводству в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия)
Zhirkova N.N., Pavlova S.A., Pestereva E.S., Zakharova G.E. Scientifically based approaches to feed production in the conditions of risky agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia) 484

Брескина Г.М., Масютенко Н.П., Чуян Н.А., Дюкарева А.А. Биологическое состояние почвы и продуктивность звена зернопропашного севооборота при применении агробιοтехнологий
Breskina G.M., Masuytenko N.P., Chuyan N.A., Dyukareva A.A. Biological condition of soil and productivity of a link grain-plowing crop rotation under application of agro-biotechnologies 488

Аксенов И.А., Трунин Г.А., Фабриков М.С., Лисятников М.С., Прусов Е.С., Рощина С.И. Анализ тенденций развития производства сахарной свеклы и семян подсолнечника в Российской Федерации
Aksenov I.A., Trunin G.A., Fabrikov M.S., Lisyatnikov M.S., Prusov E.S., Roshchina S.I. Analysis of development trends in sugar beet and sunflower seed production in the Russian Federation 494



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Сулимин В.В., Шведов В.В., Колобов Е.А., Борзунова Н.С. Применение веб-аналитики для выявления перспективных направлений в сельском хозяйстве Урала
Sulimin V.V., Shvedov V.V., Kolobov E.A., Borzunova N.S. Application of web analytics to identify promising directions in agriculture in the Urals 500

Бровкина Н.Е., Солдатова А.О., Терновская Е.П. Финансирование сельскохозяйственного производства: возможности и направления развития
Brovkina N.E., Soldatova A.O., Ternovskaya E.P. Financing agricultural production: possibilities and directions of development 505

Решетникова Н.В. Теоретические аспекты влияния экономических кризисов на агропродовольственный комплекс
Reshetnikova N.V. Theoretical aspects of the impact of economic crises on the agro-food complex 512

Медведев С.О., Назарова А.К., Мохирев А.П. Математическое моделирование в аграрном и лесопромышленном секторах
Medvedev S.O., Nazarova A.K., Mokhirev A.P. Mathematical modeling in the agricultural and forestry sectors 517



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

Санникова Н.В., Шулепова О.В. Экологическое состояние водных объектов городской среды на примере города Тюмени
Sannikova N.V., Shulepova O.V. Ecological status water bodies of the urban environment on the example of the city of Tyumen 522

Подрубный Д.Г., Кулаков А.П., Широкова В.А. Формирование эколого-туристско-рекреационного комплекса (на примере долины реки Вохонка города Павловский посад Московской области)
Podrubny D.G., Kulakov A.P., Shirokova V.A. Formation of the ecological tourist and recreational complex (on the example of the Vokhonka river valley in Pavlovsky posad city, Moscow region) 526

Мурашева А.А., Ишамятова И.Х., Беспалов Н.А. Оценка эколого-экономического состояния районов Пензенской области методом агломеративной кластеризации
Murasheva A.A., Ishamyatova I.Kh., Bepalov N.A. Assessment of the ecological and economic condition of the districts of the Penza region by the method of agglomerative clustering 531



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

Родионов Д.Г., Дмитриев Н.Д., Агузарова Ф.С. Анализ сельскохозяйственных компонентов ресурсного потенциала стран ЕАЭС с использованием экономико-математических методов
Rodionov D.G., Dmitriev N.D., Aguzarova F.S. Analysis of agricultural components of the resource potential of EAEU countries using economic-mathematical methods 538

Аюшеева С.Н., Ботоева Н.Б., Михеева А.С. Оценка экономических последствий дзуда в Монголии
Ayusheeva S.N., Botoeva N.B., Mikheeva A.S. Assessment of the economic consequences of dzud in Mongolia 545



Научная статья
УДК 631.1+349.42
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_410

НОВЫЕ ПРАВИЛА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ: КЛЮЧЕВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ

А.С. Линников

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. Статья является комментарием к Федеральному закону от 01.04.2025 № 52-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее — Закон 52-ФЗ) [10]. Закон 52-ФЗ вносит изменения в порядок перевода земель сельскохозяйственного назначения в иные категории, сокращает число оснований для перевода и изъятия сельскохозяйственных угодий для государственных и муниципальных нужд, а также вводит ряд других ограничений, препятствующих уменьшению площади земель сельскохозяйственного назначения. Детализированный анализ закона включает в себя рассмотрение норм о совершенствовании процедуры перевода земель сельскохозяйственного назначения в другую категорию; о запрете на перевод особо ценных продуктивных сельхозугодий; сокращении перечня оснований для перевода земель сельскохозяйственного назначения в другие категории; запрете на изъятие сельхозугодий для государственных или муниципальных нужд в целях добычи общераспространенных ископаемых; об установлении требования о согласовании проектов градостроительной документации в случае включения в состав населенных пунктов земельных участков, относящихся к сельхозугодьям, с Минсельхозом России; об установлении границ сельхозугодий Минсельхозом России; об «автоматическом» отнесении участков к категории земель сельскохозяйственного назначения, если в соответствии с решением Минсельхоза России и данными государственной информационной системы они расположены в границах сельскохозяйственных земель. Главной задачей законодательных новелл является гармонизация норм и правил, направленных на сохранение сельскохозяйственных угодий, обеспечение их рационального использования и сбережение наиболее ценных и плодородных земель.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, сельскохозяйственные угодья, перевод из одной категории земель в другую, изъятие земельных участков, особо ценные продуктивные сельскохозяйственные угодья

Original article

NEW RULES FOR AGRICULTURAL LANDS AND FARMLANDS: KEY CHANGES IN LEGISLATION

A.S. Linnikov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article is a commentary to Federal Law No. 52-FZ dated 04/01/2025 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation» (hereinafter referred to as Law 52-FZ). Federal Law 52-FZ amends the procedure for transferring agricultural land or land plots within such lands from the category of agricultural land to other categories, reduces the number of grounds for transferring and seizing agricultural land for state and municipal needs, and introduces a number of other restrictions that prevent the reduction of agricultural land. A detailed analysis of the law includes consideration of norms on improving the procedure for transferring agricultural land to another category; prohibiting the transfer of especially valuable productive farmland; reducing the list of grounds for transferring agricultural land to other categories; prohibition on the seizure of farmland for state or municipal needs in order to extract common minerals; requirement to coordinate urban planning documents with the Ministry of Agriculture of the Russian Federation in the event that land plots belonging to farmland are included in populated areas; establishment of the boundaries of farmland by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation; automatic classification of land plots as agricultural land if they are located within the boundaries of agricultural land according to the decision of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation and the data of the state information system. The main objective of the legislative novelties is to harmonize the norms and regulations aimed at preserving agricultural land, ensuring its rational use, and preserving the most valuable and fertile lands.

Keywords: agricultural land, farmland, transfer from one land category to another, seizure of land plots, and particularly valuable productive farmland

Тема настоящего исследования представляется исключительно актуальной, особенно в свете того, что в настоящее время охрана земель сельскохозяйственного назначения, без всякого сомнения, является одним из первоочередных приоритетов политики государства в сфере земельных отношений и собственности. При этом земля рассматриваемой одновременно как базовый элемент природной среды и ключевое средство агропромышленного производства. Закономерным образом, особое внимание уделяется обеспечению сохранности высокоценных сельскохозяйственных угодий.

Объект анализа формируется новыми нормами, закреплёнными Законом № 52-ФЗ, которым внесены точечные, однако концептуально значимые изменения в действующее российское законодательство.

Предметом исследования является совокупность законодательных и доктринальных положений, регулирующих перевод земель сельскохозяйственных угодий в иную категорию, процедуру их изъятия, а также последующее определение границ угодий. Научное исследование выполнено в Государственному университету по землеустройству в 2025 году.

В качестве *цели научного поиска* определено выявление как позитивных результатов совершенствования правового регулирования, так и возможных пробелов, препятствующих корректному изменению категории земель, их изъятию и точному пространственному определению. Достижение поставленной цели обеспечивается применением комплекса взаимодополняющих научных методов: методологии анализа и синтеза эмпирического материала в сочетании с прогнозированием правовых последствий предлагаемых нововведений. Полученные выводы интегрируются посредством



системного подхода, что позволяет рассматривать реформу земельного законодательства во внутренней логической взаимосвязи.

В ходе научно-аналитической работы установлено, что Закон № 52-ФЗ вводит новую, гармоничную и последовательную систему согласований, призванную сбалансировать и усовершенствовать процедуру перевода сельскохозяйственных угодий (далее — сельхозугодий) либо отдельных земельных участков, входящих в их состав, в другие категории, что теперь допускается лишь с учётом позиции федерального органа власти, ответственного за осуществление государственной политики в сфере использования сельхозугодий — Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (далее — Минсельхоз России). Уточнённый порядок реализации инициатив региональных органов государственной власти, направленных на изменение правового режима сельхозугодий, дополненный необходимостью принимать во внимание соответствующие заключения Минсельхоза России, формирует дополнительный уровень защиты от необоснованного выбытия высокопродуктивных земель сельхозугодий из аграрного оборота и их последующего нецелевого использования (например, застройки). Таким образом, исполнительные органы государственной власти субъектов Российской Федерации, получают возможность видеть всю полноту картины и разрабатывать взвешенные и всесторонне обоснованные решения.

Существенной проблемой, о чём свидетельствуют официальные данные Росреестра, остаётся устойчивая тенденция к уменьшению площади земельного фонда, относящегося к категории сельскохозяйственного назначения [3, 4]. В пояснительной записке к проекту Закона 52-ФЗ подчёркивается, что за последние три с половиной десятилетия произошло значительное уменьшение сельскохозяйственного земельного фонда России. Приведённая в документе статистика, охватывающая период с 1990 по 2022 год, иллюстрирует весьма тревожную динамику. Совокупная площадь земель, формально относимых к землям сельхозназначения, сократилась с 638 до 379,1 млн. га [6].

Принятие Закона № 52-ФЗ направлено на реализацию одного из краеугольных принципов российского земельного законодательства — приоритета сохранения земель сельскохозяйственного назначения, который рассматривается одновременно как ключевой компонент природной среды, и как важнейший ресурс продовольственной безопасности страны. Введение дополнительного согласительного механизма в лице Минсельхоза России, должно способствовать сохранению целостного фонда сельхозугодий, обеспечению рационального землепользования, что, в настоящее время приобретает стратегическую значимость для долгосрочного развития аграрного сектора страны.

Нормативные требования, закреплённые в Законе № 52-ФЗ, формируют прозрачную архитектуру охраны земель сельскохозяйственного назначения, где каждое отдельное изменение служит самостоятельным рубежом, призванным защитить национальное достояние плодородных сельскохозяйственных земель.

Завершив необходимые пролегомены, перейдём к детальному рассмотрению каждой существенной поправки и оценим их практическое влияние на динамику современного сельскохозяйственного землепользования в России.

1. Совершенствование процедуры перевода земель сельскохозяйственного назначения в другую категорию.

Ещё до вступления в силу Закона № 52-ФЗ правила регулирования сельскохозяйственного землепользования устанавливали достаточно определённые рамки:

во-первых, у муниципалитетов изначально отсутствовали полномочия по изменению категории земель сельскохозяйственного назначения;

во-вторых, указанные полномочия, за редкими исключениями, относящимися к федеральной собственности, были сразу выведены на уровень субъектов Российской Федерации.

Однако процедура перевода оставалась единой для всех категорий земель. Уполномоченный региональный орган в пределах предоставленной ему административной дискреции издавал соответствующий акт о переводе, либо выносил мотивированное решение об отказе.

После принятия Закона № 52-ФЗ данная «одноуровневая модель» трансформируется в «модель содержательного сотрудничества» федеральных органов государственной власти и её субъектов.

Новый порядок, состоящий из последовательных стадий, начнёт применяться с 1 марта 2026 года исключительно к землям сельскохозяйственного назначения. Ключевым элементом новой процедуры является требование, согласно которому акт о переводе сельхозугодий или входящих в их границы земельных участков в иную категорию может быть издан исполнительным органом субъекта Российской Федерации лишь при соблюдении двух существенных условий:

во-первых, перевод должен быть оформлен соответствующим региональным законом. При этом инициатива принятия такого закона может исходить не от любого заинтересованного субъекта земельных отношений, а исключительно от высшего должностного лица региона, наделённого правом законодательной инициативы;

во-вторых, если предметом ходатайства являются непосредственно сельхозугодья, обязательным условием является получение заключения Минсельхоза России о возможности их перевода.

Таким образом, Закон № 52-ФЗ дополняет и уточняет действующую процедуру. Теперь решения, ранее принимавшиеся субъектами Федерации автономно, будут требовать принятия во внимание мнения Минсельхоза России.

Следует отметить, что важной новеллой Закона 52-ФЗ является обеспечение неприкосновенности участков, включённых в перечень особо ценных сельхозугодий.

Законодатель также сделал важное терминологическое нововведение. Он ввёл понятие «непригодность земель для сельскохозяйственного производства» и внёс соответствующую корректировку в перечень оснований для смены категории земель. Однако это значимое новое понятие пока не имеет полноценного

законодательного определения, что влечёт необходимость его дополнительного уточнения и соответствующего правового закрепления. На наш взгляд, под «непригодностью земель» подразумевается комплекс явлений деградации, включающих эрозию и истощение почвенного слоя, экологическое неблагополучие, антропогенное или техногенное загрязнение, в том числе радиационное, что в совокупности объективно лишает землю аграрного потенциала и выступает самостоятельным основанием для изменения её правового статуса. Появление указанного критерия, сформулированного в нормативной форме, ставит перед законодателем задачу уточнить методику его диагностики и закрепить исчерпывающий перечень компетентных органов, уполномоченных подтверждать факт деградации земель.

Логика и этапная последовательность новой процедуры требуют отдельного внимания — они могут быть тезисно изложены следующим образом:

- Заявитель формирует и направляет ходатайство о переводе с приложением необходимых документов в региональный исполнительный орган государственной власти;
- Региональный исполнительный орган государственной власти, рассмотрев представленные документы, готовит мотивированное предложение и направляет его высшему должностному лицу субъекта Российской Федерации;
- Высшее должностное лицо субъекта РФ, изучив материалы, высказывает согласие либо готовит мотивированный отказ;
- Если согласие получено, губернатор (или глава республики, края, области) вносит законодательную инициативу о переводе земель сельхозугодий в законодательный орган субъекта Российской Федерации;
- Параллельно пакет необходимых документов поступает в Минсельхоз России, где в двадцатидневный срок готовится аргументированное заключение;
- Неполучение от Минсельхоза России такого заключения приравнивается к одобрению, что является принципиально новой конструкцией «регулятивного молчания», фиксирующей «презюмированное согласие»;
- После поступления заключения Минсельхоза России и принятия регионального закона о переводе, исполнительный орган субъекта Федерации издаёт завершающий акт о переводе земель сельхозугодий или земельных участков в составе таких земель из земель сельскохозяйственного назначения, которым осуществляется собственно перевод в другую категорию земель.

Закон № 52-ФЗ вводит определённый механизм учёта позиции высшего должностного лица региона. Решение не может быть реализовано без его волеизъявления, а его несогласие блокирует процедуру на любой стадии. Таким образом законодатель создал механизм, который можно назвать «системой двух ключей», где при четком взаимодействии Минсельхоза России и регионального исполнительного органа государственной власти обеспечивается прозрачность процесса перевода земель сельхозугодий в другую категорию. Этот механизм представляет собой близкий к идеальному



пример гармоничного распределения полномочий между Российской Федерацией и её субъектами и сотрудничества в ходе их совместной реализации.

Обновлённая законодательная конструкция усиливает институциональную защиту сельскохозяйственных земель и делает процедуру их перевода максимально транспарентной за счёт чёткой регламентации сроков, установления исчерпывающего перечня участников процесса, а также ясного определения критериев для возможных исключений. Полагаем, что такой подход значительно снижает риск неконтролируемого перераспределения плодородных площадей и одновременно создаёт условия для оперативного решения проблем, связанных с объективной утратой их аграрной ценности.

2. *Запрет на перевод особо ценных продуктивных сельскохозяйственных земель.*

В тех случаях, когда на основании нормативного правового акта субъекта Российской Федерации конкретные сельскохозяйственные земли внесены в реестр особо ценных и высокопродуктивных земель, их перевод в другую категорию становится юридически недопустимым. В частности, речь идёт о площадях, чья кадастровая стоимость многократно превосходит усреднённый показатель, рассчитанный для данного муниципального образования, что объективно свидетельствует о повышенном плодородном потенциале и инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных земель. Такое включение порождает для региональных органов публичной власти не право, а обязанность обеспечить неизменность их функционального назначения, причём формальный статус «особо ценных» обретает характер абсолютного правового щита, исключающего даже гипотетическую возможность их перевода под иные несельскохозяйственные нужды.

3. *Сокращение перечня оснований для перевода земель сельскохозяйственного назначения в другие категории.*

С 1 января 2027 года сокращается перечень случаев, при которых возможен перевод в другую категорию сельскохозяйственных земель (то есть, земель в составе земель сельскохозяйственного назначения, подлежащих особой охране: пашни, сенокосы, пастбища и т.д.). Действующий с 2004 года Федеральный закон № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» [11] содержал, хотя и закрытый, но значительно более широкий перечень оснований для перевода земель сельскохозяйственного назначения. С принятием Закона № 52-ФЗ процедура перевода будет допустима всего в пяти, строго определённых, случаях, а именно:

1. Непригодность использования земель для сельскохозяйственного производства в связи с негативным воздействием, которое не может быть устранено путем рекультивации и при котором допускается консервация земель (п. 7 ст. 13 Земельного кодекса Российской Федерации) или в связи с загрязнением земель химическими веществами (ст. 14 Земельного кодекса Российской Федерации) [10];
2. Создание особо охраняемых природных территорий;

3. Установление или изменение границ населённых пунктов;
4. Строительство или реконструкция объектов государственного значения или местного значения в случаях, предусмотренных пп. 1 и 2 ст. 49 Земельного кодекса Российской Федерации;
5. Добыча полезных ископаемых (кроме общераспространённых).

При этом, перевод земель сельскохозяйственных в другую категорию по данным основаниям возможен при условии, что такие земли не включены в перечень особо ценных продуктивных сельскохозяйственных земель (согласно п. 4 ст. 79 Земельного кодекса Российской Федерации).

Таким образом, часть оснований, которые в настоящий момент ещё допускают перевод сельскохозяйственных в иную категорию, вскоре исчезнет из правового поля, а сама процедура окончательно обретёт характер не исключения, а действительно экстремальной меры, применимой лишь при бесспорной необходимости. Нормотворческие коррективы, имплементированные Законом № 52-ФЗ, радикально сузили коридор допустимых сценариев, при которых допускается перевод сельскохозяйственных в иную категорию. Вместо девяти, предусмотренных ранее, осталось пять тщательно выверенных оснований, указанных выше. Из перечня исключаются такие основания перевода как:

- 1) консервация земель;
- 2) размещение промышленных объектов на землях, кадастровая стоимость которых не превышает средний уровень кадастровой стоимости по муниципальному району;
- 3) включение непригодных для осуществления сельскохозяйственного производства земель в состав земель лесного фонда, земель водного фонда или земель запаса;
- 4) строительство линейных объектов и дорог;
- 5) выполнение международных обязательств, обеспечение обороны и безопасности страны.

Несмотря на то, что новый перечень оснований для перевода земель сельскохозяйственных в другие категории начнет действовать с 1 января 2027 года, такой перевод в целях разведки и добычи общераспространённых полезных ископаемых будет невозможен уже с 1 марта 2026 года.

Впрочем, из всякого правила существует строго очерченный выход: до 31 декабря 2033 года сохранена возможность перевода сельскохозяйственных земель под добычу общераспространённых полезных ископаемых, если такая мера объективно необходима для исполнения приоритетных проектов по модернизации и расширению инфраструктуры. Юридическое обоснование исключения содержится в Федеральном законе от 31 июля 2020 года № 254-ФЗ «Об особенностях регулирования отдельных отношений в целях реализации приоритетных проектов по модернизации и расширению инфраструктуры...» [12], где для экономики национального масштаба предусмотрен специальный режим «зелёного коридора». Однако этот режим носит временный, чётко лимитированный характер, а любое решение о переводе требует прохождения многоуровневой процедуры согласований и подтверждения стратегической значимости проекта.

Фактически, после 1 января 2027 года значение института изменения правового статуса сельскохозяйственных земель многократно возрастет: перевод таких земель превратится в редкое, исключительное событие, допустимое лишь при наличии исчерпывающего перечня чрезвычайных обстоятельств, а попытки обойти установленный порядок будут неизбежно наталкиваться на жёсткий нормативный заслон.

4. *Запрет на изъятие сельскохозяйственных земель для государственных или муниципальных нужд в целях добычи общераспространённых полезных ископаемых.*

Законодателем установлено, что с 1 марта 2026 года запрещается изъятие сельскохозяйственных земель для государственных/муниципальных нужд в целях добычи общераспространённых полезных ископаемых.

Тем самым государство подчёркивает приоритет сохранения сельскохозяйственных земель как основы продовольственной безопасности и усиливает правовую охрану данных земель. Новые законодательные правила содержат только одно исключение: до 31 декабря 2033 года допускается изъятие таких земель в целях осуществления проектов, официально признанных приоритетными для модернизации и расширения инфраструктурного комплекса страны. Реализация данного исключения возможна исключительно при наличии прямого включения соответствующей инициативы в перечень, сформированный на основании Закона № 254-ФЗ, а также после прохождения всех обязательных экспертиз и согласований.

Гибкость нормативного регулирования сочетается с жёсткими гарантиями защиты сельскохозяйственных земель, и добыча минерального сырья, потенциально наносящая ущерб аграрному производству, на длительный период становится фактически недопустимой.

5. *Установление требования о согласовании проектов градостроительной документации в случае включения в состав населённых пунктов земельных участков, относящихся к сельскохозяйственным землям, с Минсельхозом России.*

Законом № 52-ФЗ установлено новое правило: обязанность органов муниципалитетов согласовывать с Минсельхозом России проекты градостроительной документации в части соответствия данного проекта целям развития сельского хозяйства, в случае если в границы населённых пунктов предполагается включение земель, отнесённых к категории сельскохозяйственных земель, превращённая законом в необходимую стадию разработки схем территориального планирования муниципального района или генерального плана, обеспечивает контроль со стороны профильного федерального ведомства за сохранением потенциала агропроизводства, и стратегических задач развития сельского хозяйства.

Сельхозугодья имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране, сам факт включения таких земель в границы населённых пунктов квалифицируется как безусловный перевод земель из одной категории в другую, а потому без согласия Минсельхоза России осуществление подобного преобразования признаётся недопустимым.

Тем самым законодательство выстраивает своеобразный баланс: с одной стороны, поддерживаются потребности пространственного



развития, которое неразрывно связано с расширением транспортной, социальной и иной инфраструктуры, а с другой, гарантируется долгосрочное сохранение сельхозугодий как ключевого ресурса продовольственной безопасности страны.

Гармонизация этих разнонаправленных интересов позволяет обеспечить поступательное развитие экономики при одновременном уважении к природному базису аграрного сектора, что, в конечном счёте, служит укреплению аграрно-промышленного комплекса и устойчивости территорий.

6. Установление границ сельхозугодий Минсельхозом России

Ст. 79 Земельного кодекса Российской Федерации дополнена новыми пунктами, определяющими, что границы сельхозугодий в составе земель сельскохозяйственного назначения устанавливаются и изменяются решениями Минсельхоза России.

Законодатель чётко фиксирует централизованный порядок определения границ особо ценных земель, это новый подход, обеспечивающий единообразие и правовую предсказуемость в управлении аграрным фондом страны.

Указанные новации согласуются с масштабной Государственной программой по эффективному вовлечению в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развитию мелиоративного комплекса Российской Федерации, утверждённой постановлением Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 года № 731 [2], — документ, логически структурированный в пять основных направлений, каждое из которых получило статус самостоятельной подпрограммы. Фундаментальным признано направление «Создание условий для эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения»; внутри него реализуются два ведомственных проекта, тесно взаимосвязанных и взаимодополняющих.

Первый проект «Установление границ земель сельскохозяйственного назначения, включая границы сельхозугодий, вовлекаемых в сельскохозяйственный оборот» ориентирован на уточнение границ сельхозугодий, что обеспечивает базу для рационального землепользования.

Второй проект «Организация эффективно вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения» фокусируется на подготовке проектов межевания, выполнении кадастровых процедур, без которых невозможно создание прозрачной и юридически безукоризненной процедуры оборота сельхозземель.

Следовательно, Закон № 52-ФЗ, расширяющий диспозицию статьи 79 Земельного кодекса Российской Федерации, фактически:

- выступает правовым инструментарием, призванным обеспечить реализацию обоих обозначенных ведомственных проектов;
- формирует нормативный фундамент, необходимый для последовательного вовлечения земель в хозяйственный оборот;
- позволяет обеспечить достоверное определение границ сельхозугодий, повысить их правовой статус и обеспечить их надлежащую охрану;
- поддерживает баланс между экономическими задачами агропромышленного комплекса

и требованиями устойчивого сельскохозяйственного использования.

В развитие положений Закона № 52-ФЗ должен быть разработан и принят единый документ, регламентирующий определение границ сельхозугодий в составе земель сельскохозяйственного назначения. Нормы о том, что любое изменение границ сельхозугодий будет осуществляться решением Минсельхоза России, начнут применяться с 1 марта 2026 года, что даёт участникам земельных отношений необходимый для адаптации временной интервал.

Однако уже сейчас Земельный кодекс Российской Федерации уточняет, что обязательными приложениями к решениям об установлении и изменении границ сельхозугодий в составе земель сельскохозяйственного назначения должны быть:

- сведения о границах таких земель, которые должны содержать графическое описание местоположения границ таких земель;
- перечень координат характерных точек этих границ в системе координат, установленной для ведения Единого государственного реестра недвижимости.

До последнего времени ни Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», ни сам Земельный кодекс Российской Федерации не содержали норм, прямо указывавших, какому уровню публичной власти принадлежит компетенция изменять границы сельхозугодий; вводимые положения устраняют правовой пробел в данном вопросе.

Ожидается, что новое регулирование станет стимулом к вовлечению в хозяйственный оборот значительного массива ранее неиспользуемых земель, одновременно устанавливая однозначные требования к их рациональной эксплуатации и их охране. Как отмечается в научной литературе, в контексте реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации именно ускоренное освоение невостробованных земельных ресурсов и формирование механизмов устойчивого пользования ими обладают определяющим значением для долгосрочного обеспечения национальной продовольственной независимости [1].

7. Безусловное отнесение участков к категории земель сельскохозяйственного назначения, если в соответствии с решением Минсельхоза России и данными государственной информационной системы они расположены в границах сельскохозяйственных земель

Законом 52-ФЗ устанавливается правило, что любые земли либо их отдельные участки могут считаться землями сельскохозяйственного назначения лишь при одновременном соблюдении двух условий:

Во-первых, их фактическое расположение должно полностью совпадать с границами, которые определил Минсельхоз России;

Во-вторых, информация о таких границах обязана быть отражена в Единой федеральной государственной информационной системе учёта земель сельскохозяйственного назначения (ЕФГИС ЗСН).

Данные законодательные инициативы направлены на то, чтобы:

- 1) исключить необоснованное выбытие сельхозугодий из оборота;

2) усилить контроль за переводом сельхозугодий в иные категории;

3) гарантировать устойчивость системы продовольственного обеспечения государства в условиях усиливающихся демографических и климатических вызовов.

Отныне каждое действие, связанное с изменением целевого назначения, какое изменение площади под иные виды использования подлежит тщательному мониторингу. Тем самым создаётся прочный задел для сохранения земельного фонда, а также достигается столь необходимый баланс, с одной стороны, удовлетворение запросов экономического роста, постоянно требующего новых пространственных ресурсов, и, с другой, безусловное соблюдение приоритета охраны земель, являющихся базой национальной агропродовольственной безопасности.

Такой шаг, последовательный и концептуально оправданный, знаменует собой фактическое формирование новой парадигмы государственной земельной политики в отношении земель сельскохозяйственного назначения.

Неслучайно член Президиума РАН академик В.Н. Хлыстун в одном из фундаментальных исследований подчёркивает, что «развитие земельных отношений и организация использования и охраны земельных ресурсов во многом определяются земельной политикой, которая должна определять его цели, задачи и ожидаемые результаты» [13, 14].

Однако последовательность шагов по сохранению сельхозугодий опирается в необходимость разработки и принятия нового федерального закона о землеустройстве [8], который призван выстроить сквозную систему стратегического планирования земель сельскохозяйственного назначения [9]. При его принятии законодательное оформление получат как федеральные, так и региональные карты организации сельхозземель; одновременно будут утверждены сельскохозяйственные регламенты. Тем самым будет создан институциональный механизм, обеспечивающий сопряжение пространственного планирования сельскохозяйственных земель с агроэкологическими стандартами. В научной литературе отмечается, что без целевых программ по сохранению и воспроизводству плодородия почв достичь заявленных ориентиров невозможно [7]. Следовательно, разработка и практическая реализация таких программ — не факультативная опция, а условие, от соблюдения которого зависит долговременная устойчивость всего национального агропромышленного комплекса.

Появление специализированного цифрового ресурса, в основу которого положен государственный реестр земель, открывает органам публичного управления возможность детального сопоставления как уровней интенсивности землепользования, так и степени открытости соответствующих процессов. Именно на платформе указанного реестра планируется формирование «Схемы землеустройства территории Российской Федерации» — комплексного стратегического документа, включающего расчерченные картографические материалы и исчерпывающие сведения о типологии и функциональном предназначении участков сельскохозяйственного назначения,



их ключевых физико-географических характеристиках и точном местоположении. В дополнение к базовой информации туда будут внесены данные о проведённой мелиорации, агрохимической и биологической пригодности почв к возделыванию отдельных культур и иных специфических параметрах, необходимых для грамотного аграрного планирования. Разработка аналогичных схем законом вменяется и субъектам Российской Федерации, которым при этом предоставляется статус стратегических звеньев в общей системе пространственного планирования.

Не менее активно пополняются призвана и Единая федеральная государственная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФГИС ЗСН). Впрочем, по заключению Счётной палаты, к данной системе до сих пор предъявляются вопросы: в частности, темпы включения в него сведений о реальном уровне плодородия почв пока что характеризуются недостаточной скоростью. Усилить практическую отдачу от проекта призваны два ключевых инструмента:

во-первых, территориально дифференцированные сельскохозяйственные регламенты, задающие допустимые режимы землепользования;

во-вторых, унифицированные требования к проектам землеустройства, в которых обязан присутствовать развернутый набор обоснований, перечней, календарных графиков, этапов и смет мероприятий, направленных на рост продуктивности сельхозпроизводства.

Государственный университет по землеустройству приступил к подготовке масштабной задачи: формирование дорожной карты, который позволит аграрным вузам активно включиться в работу по возвращению в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель. В рамках этого процесса Университет планирует координировать участие аграрных вузов, обеспечивать научно-методическую поддержку и внедрять инновационные технологии. Один из первых шагов — создание современной методики обследования неиспользуемых земель с применением цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Завершая изложение, следует подчеркнуть: внесённые в законодательство коррективы образуют целостный и гармоничный механизм взаимодействия федерального центра и региональных органов власти, который должен обеспечить рациональное равновесие между императивами экономического роста, требующего территориальных ресурсов, и необходимостью сохранения особо ценных сельхозугодий.

Новый закон вводит многоуровневую систему институционального контроля над переводом земель сельхозугодий из одной категории в другую, в результате сельхозугодья защищаются как стратегический актив. Тем самым

обеспечивается соблюдение одного из основных принципов земельного законодательства, провозгласившего приоритет охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском хозяйстве.

Список источников

1. Волков С.Н. Комплексное землеустройство — как механизм эффективного вовлечения в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2022. № 7. С. 437-441. DOI: 10.33920/sel-04-2207-01. EDN WGCBCF.
2. Государственная программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731 // *Собрание законодательства Российской Федерации* от 24 мая 2021 г. N 21 ст. 3583.
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. <http://rosreestr.gov.ru>.
4. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2023 году. М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2024. С. 414. <http://rshzm.ru/report>.
5. Земельный кодекс Российской Федерации // *Собрание законодательства Российской Федерации* от 29 октября 2001 г. N 44 ст. 4147.
6. Земельный потенциал России: состояние, проблемы и меры по его рациональному использованию и охране: Аналитическая записка. М.: Российская академия наук, 2023. 70 с.
7. Проект Доктрины земельной политики Российской Федерации (подготовлен в инициативном порядке в Государственном университете по землеустройству академиками РАН В.Н. Хлыстуном, С.Н. Волковым, Н.В. Комовым) // *Землеустроительное обеспечение вовлечения в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения: сборник материалов парламентских слушаний*. М.: Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, 2022. С. 16-27.
8. Проект Федерального закона «О землеустройстве» (не внесен в ГД ФС РФ) // СПС «Консультант плюс».
9. Материалы совместного заседания Межведомственного координационного совета РАН по исследованиям в области агропромышленного производства и комплексного развития сельских территорий и Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию. М.: РАН, 2023. с. 94.
10. Федеральный закон от 01.04.2025 № 52-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». *Собрание законодательства Российской Федерации*, 7 апреля 2025 г. N 14 ст. 1585.
11. Федеральный закон от 21 декабря 2004 года № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую». *Собрание законодательства Российской Федерации* от 27 декабря 2004 г. N 52 (часть I) ст. 5276.
12. Федеральный закон от 31 июля 2020 года № 254-ФЗ «Об особенностях регулирования отдельных отношений в целях реализации приоритетных проектов по модернизации и расширению инфраструктуры и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Официальное опубликование правовых актов: <http://publication.pravo.gov.ru>. Номер опубликования: 0001202007310026, дата опубликования: 31.07.2020.
13. Хлыстун В.Н. О доктрине земельной политики в Российской Федерации // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2020. № 6(185). С. 5-10. EDN BTJAKA.

14. Хлыстун В.Н. О сущности и содержании современной земельной политики. Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы, Москва, 29 ноября 2022 года. Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет по землеустройству, 2023. С. 40-46. EDN WZWUHM.

References

1. Volkov S.N. (2022). Comprehensive Land Management as a Mechanism for Efficient Recycling of Unused Agricultural Land. *Zemel'ustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land Management, Cadastre, and Land Monitoring], no. 7, pp. 437-441. DOI: 10.33920/sel-04-2207-01. EDN WGCBCF.
2. The State Program for the Effective Use of Agricultural Land and the Development of the Land Reclamation Complex in the Russian Federation, approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated May 14, 2021, No. 731. Collection of Laws of the Russian Federation, May 24, 2021, no. 21, Article 3583.
3. State (national) report on the state and use of lands in the Russian Federation in 2023. <http://rosreestr.gov.ru>.
4. Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2023, Moscow, FSBI Rosinformagrotech, 2024, pp. 414. <http://rshzm.ru/report>.
5. The Land Code of the Russian Federation. Collection of legislation of the Russian Federation dated October 29, 2001, no. 44, art. 4147.
6. Russia's land potential: the state, problems and measures for its rational use and protection: An analytical note, Moscow, Russian Academy of Sciences, 2023, 70 p.
7. Draft Doctrine of the Land Policy of the Russian Federation (prepared on an initiative basis at the State University of Land Management by academicians of the Russian Academy of Sciences V.N. Khlystun, S.N. Volkov, N.V. Komov). Land management support for the involvement of unused agricultural land in circulation: collection of materials of parliamentary hearings, Moscow, Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation Russian Federation, 2022, pp. 16-27.
8. Draft Federal Law «On Land Management» (not included in the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation). *SPS Consultant Plus*.
9. Materials of a joint meeting of the Interdepartmental Coordinating Council of the Russian Academy of Sciences for research in the field of agro-industrial production and integrated rural development and the Federation Council Committee on Agrarian and Food Policy policy and environmental management // Moscow: RAS, 2023, p. 94.
10. Federal Law No. 52-FZ of 04/01/2025 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation». Collection of Legislation of the Russian Federation, April 7, 2025, No. 14, Article 1585.
11. Federal Law No. 172-FZ of December 21, 2004 «On the Transfer of lands or Land Plots from one Category into another». Collection of Legislation of the Russian Federation No. 52 dated December 27, 2004 (Part I), Article 5276.12.
12. Federal Law No. 254-FZ dated July 31, 2020 «On the Specifics of Regulating Certain Relations in order to Implement Priority Projects for the Modernization and Expansion of Infrastructure and on Amendments to Certain Legislative Acts Of the Russian Federation»: Official publication of legal acts: <http://publication.pravo.gov.ru> Publication number: 0001202007310026, publication date: 07/31/2020.
13. Khlystun V.N. (2020). On the doctrine of land policy in the Russian Federation. Land management, cadastre and land monitoring, no. 6(185), pp. 5-10. EDN BTJAKA.
14. Khlystun V.N.(2023). On the essence and content of modern land policy. Digitalization of land use and land management: trends and prospects, Moscow, November 29, Moscow, State University of Land Use Planning, pp. 40-46. EDN WZWUHM.

Информация об авторе:

Линников Александр Сергеевич, кандидат юридических наук, врио ректора, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4913-2966>, SPIN-код: 7095-1471, rector@guz.ru

Information about the author:

Alexander S. Linnikov, candidate of legal sciences, acting rector, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4913-2966>, SPIN-code: 7095-1471, rector@guz.ru



Научная статья
УДК 332.33
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_415

ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОЕ И КАДАСТРОВЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НОВЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ю.С. Сеница, О.А. Сорокина, С.И. Комаров, А.В. Федоринов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье представлен результат исследования, целью которого является проведение анализа землеустроительного и кадастрового обеспечения новых регионов Российской Федерации и предложений по эффективной интеграции данных земель в общероссийскую систему АПК. В рамках государственной земельной политики обозначены ключевые вопросы по вовлечению сельскохозяйственных земель и входящих в их состав сельскохозяйственных угодий в хозяйственный и экономический обороты. Реализация поставленных задач на новых территориях Российской Федерации — Донецкой и Луганской народных республик, Херсонской и Запорожской областей, требует комплексного подхода по землеустроительному и кадастровому обеспечению, с учетом внешнеполитических, экономических и социальных факторов, обусловленных действующим на данных территориях военным положением, отсутствием данных о качественном состоянии земель и оценки последствий от боевых действий, отсутствием значительного числа кадастровых и правоустанавливающих документов на земли в пределах данных территорий, а также сложностью проведения полевых работ вблизи с линией боевых действий и т.д. Авторами предложены механизмы по интеграции с общероссийской системой АПК, формированию качественных характеристик пригодных к сельскохозяйственной деятельности земель, созданию условий обеспечивающих продовольственную безопасность страны в целях выполнения стратегически важных задач, поставленных Правительством Российской Федерации. Научной новизной обладают предложения авторов по этапности землеустроительных и кадастровых мероприятий, направленных на зонирование новых территорий.

Ключевые слова: землеустроительное и кадастровое обеспечение, новые регионы Российской Федерации, инвентаризация земель, оценка ресурсного потенциала сельскохозяйственных земель, карта-схема земель сельскохозяйственного назначения, методика установления границ сельскохозяйственных земель

Original article

LAND MANAGEMENT AND CADASTRAL SUPPORT FOR AGRICULTURAL LAND GOVERNANCE IN THE NEW REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Yu.S. Sinitsa, O.A. Sorokina, S.I. Komarov, A.V. Fedorinov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article presents the results of a study aimed at analyzing land management and cadastral support in the new regions of the Russian Federation and proposing measures for their effective integration into the national agricultural system. Currently, state and land policies highlight key issues concerning the inclusion of agricultural lands and their associated farmlands into economic and commercial circulation. Achieving these objectives in the new territories of the Russian Federation — the Donetsk and Luhansk People's Republics, as well as the Kherson and Zaporozhzhia regions — requires a comprehensive approach to land management and cadastral support, taking into account geopolitical, economic, and social factors. These include the ongoing martial law in these territories, the lack of data on land quality and the assessment of war-related damage, the absence of a significant number of cadastral and legal documents for land plots, and the challenges of conducting fieldwork near active combat zones, among others.

The authors propose mechanisms for integrating these territories into the national agricultural system, developing qualitative characteristics of lands suitable for agricultural use, and establishing conditions to ensure the country's food security in fulfillment of the strategic objectives set by the Government of the Russian Federation. The scientific novelty of the study lies in the authors' proposals for a phased implementation of land management and cadastral measures aimed at zoning the new territories.

Keywords: land management and cadastral support, new regions of the Russian Federation, land inventory, assessment of agricultural land resource potential, agricultural land map, methodology for delineating agricultural land boundaries

Введение. Государством в рамках земельной политики были определены приоритетные цели и задачи в области эффективного вовлечения земель в сельскохозяйственный оборот до 2036 года [6].

В качестве основных целей, выделены следующие:

- сохранение пригодных земель для сельскохозяйственного производства, рациональное использование сельскохозяйственных земель и защита сельскохозяйственных угодий от деградации, возникающей вследствие природных или антропогенных условий;
- формирование механизма эффективного вовлечения сельскохозяйственных земель в экономический и хозяйственный обороты.

Для реализации поставленных целей Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 [6] были обозначены задачи, которые

реализуются в рамках Государственной программы эффективного вовлечения земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, в частности:

- вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения не менее 13 млн. га;
- получение достоверных сведений о количественных и качественных характеристиках в отношении всех земель сельскохозяйственного назначения, а также о сельскохозяйственных угодьях, входящих в состав таких земель, входящих в состав Российской Федерации;
- повышение качественных характеристик сельскохозяйственных угодий.

Начиная с 2022 года на основе научно-обоснованного планирования по всем субъектам формируется единая федеральная карта-схема

земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные угодья. Работы проводятся в плановом порядке и к концу 2025 года будет обеспечено полное покрытие территории Российской Федерации количественными и качественными характеристиками земель сельскохозяйственного назначения и входящих в них сельскохозяйственных угодий, отображенных в Единой федеральной государственной информационной системе о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФГИС ЗСН). В текущем году такие работы планируется проводить в 14 субъектах Российской Федерации, в том числе на территориях Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей в связи с их принятием в состав нашей страны [2;3;4;5].

Землеустроительное и кадастровое обеспечение управления землями в составе новых

регионов России, имеет свои особенности. Особо благоприятные агроклиматические условия и плодородные черноземные почвы пахотных земель новых регионов определяют их высокий ресурсный потенциал в производстве сельскохозяйственной продукции. По предварительным данным, большая доля земель Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей приходится на земли сельскохозяйственного назначения (более 60%), что составляет более 6 млн. га, из них пахотных земель 5,8 млн га. Данные земельного фонда новых регионов в разрезе земель сельскохозяйственного назначения по состоянию на 01 января 2024 года приведены на рисунке 1 [7].

Согласно представленным данным на рис. 1 наибольшая степень распаханности отмечается в Запорожской области (56%), в наименьшая — в Херсонской области (42%), в Донецкой и Луганской народных республиках — 46%. Общая площадь используемых пахотных земель за вычетом буферной зоны составляет 67%.

Повышенное внимание к данным территориям обусловлено рядом политических, экономических и социальных факторов (установление военного положения, отсутствие данных о качественном состоянии земель и оценки последствий от боевых действий, отсутствие кадастровых и правоустанавливающих документов на земли и т.д.), приводящих к усложнению процессов интеграции с общероссийской системой АПК, и дестабилизирующих продовольственную безопасность страны.

Авторы публикации считают, что обозначенные проблемы возможно решить комплексно и в кратчайшие сроки, при взаимодействии федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих политику в сфере землеустройства с региональными и иными органами государственной власти и ведомствами.

Методы и методология проведения исследования

Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения на территории Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей сопряжено с рядом проблем, в частности:

- действие военного положения [1];
- отсутствие установленных границ земельных участков;
- отсутствие достоверных сведений о пригодности использования земель в сельском хозяйстве;
- отсутствие данных об изменениях почвенного покрова вследствие боевых действий;
- отсутствие полного покрытия территории кадастровыми данными и правоустанавливающих документов на землю;
- несоблюдение систем земледелия при производстве сельскохозяйственной продукции;
- затрудненная логистика сельскохозяйственной продукции;
- высокая потребность в обслуживании и поддержании работоспособности мелиоративного комплекса;
- неполная интеграция с общероссийской системой АПК и т.д.

Обозначенные проблемы могут привести к социальному недовольству, экономическому кризису и формированию «анклавной экономики» [8;9;11]

По мнению авторов для разрешения обозначенных проблем необходимо поэтапное проведение землеустроительных и кадастровых

работ по ключевым направлениям, определяющим стратегические цели, обозначенных государственной земельной политикой (рис. 2).

На основе представленных на рис.2 направлений предложен комплекс ключевых землеустроительных и кадастровых мероприятий:

- 1) Инвентаризация земельного фонда и объектов мелиоративного комплекса с установлением границ земель сельскохозяйственного назначения (включая установление границ угодий);
 - 2) Оценка ресурсного потенциала земель сельскохозяйственного назначения с составлением сценарных прогнозов развития системы землепользования;
 - 3) Зонирование территорий по пригодности для использования в сельскохозяйственном производстве, видам и степени деградации почв в результате боевых действий и составление рабочих проектов землеустройства по дезактивации почв и рекультивации земель.
- Работы по инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения с целью формирования карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения и входящих в их состав сельскохозяйственных угодий планируются на 2025 год.

В связи с чем, отдельно на новые регионы была подготовлена методика проведения данных работ, учитывая внешнеполитическую и экономическую ситуацию, а также действующий на данных территориях военный режим [1;10].

Особенностью методического сопровождения работ на территории новых регионов является сбор исходных материалов, необходимых для формирования карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения и набора тематических слоев. Обусловлены данные особенности следующими проблемами:

- несоответствие исходных данных, предъявляемым к информационным базам, существующим на территории Российской Федерации (система координат, кадастровые единицы и т.д.);
- наличие ряда документов на иностранном языке;
- разные методики и принципы формирования земельного фонда и земельно-имущественных отношений на новых территориях, действующие до 2022 года;
- незавершенный процесс интеграции в российское административно-территориальное устройство.

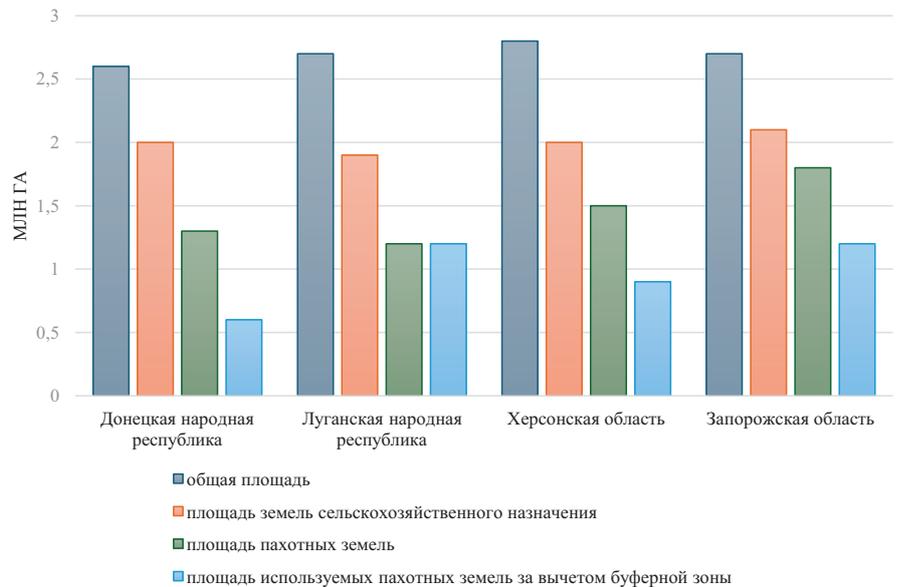


Рисунок 1. Распределение земель сельскохозяйственного назначения на новых регионах (по состоянию на 01.01.2024 г.)

Figure 1. Distribution of agricultural land in new regions (as of 01.01.2024)

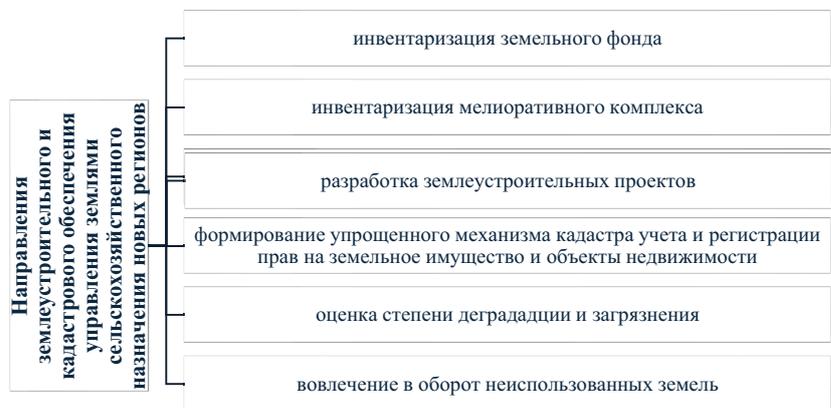


Рисунок 2. Направления землеустроительного и кадастрового обеспечения управления землями сельскохозяйственного назначения новых регионов

Figure 2. Key aspects of land management and cadastral support for agricultural land administration in the newly incorporated regions



В связи с временными сложностями установления административных границ новых регионов работы по формированию карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения планируются к проведению в границах соответствующих кадастровых округов, которые при сборе исходной информации будут получены из Росреестра.

На взгляд авторов, ключевые критерии классификации земельных участков как сельскохозяйственных на территориях новых регионов — это:

- наличие записи в ЕГРН или иных государственных реестрах;
- подтвержденный архивными документами, из состава ГФДЗ и т.п., статус сельскохозяйственных угодий;
- документальное подтверждение сельскохозяйственного использования на земельном участке;
- отсутствие данных о переводе участка в иные категории земель;
- отнесение к сельскохозяйственному использованию по документам до 04.10.2022 г.;
- визуальные признаки сельскохозяйственного использования по данным дистанционного зондирования Земли.

Предложенная система критериев позволяет минимизировать субъективность оценки, учитывать неполноту данных в условиях постконфликтных территорий, обеспечивать правовую

преемственность, использовать современные методы верификации.

Особое значение имеет комплексный подход, сочетающий традиционные кадастровые методы с геоинформационными технологиями, что актуально для территорий с нарушенной системой землеустройства.

В табл. 1 представлено сравнение методик составления карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения новых регионов с другими субъектами Российской Федерации.

Отличие методики инвентаризации земель на территориях новых регионов от других субъектов Российской Федерации обосновано полным или частичным отсутствием сведений в федеральных информационных ресурсах. В частности, отсутствие данных из ЕФГИС ЗСН обуславливается тем, что на новых территориях данная система запущена только с конца 2022 года и за этот период по объективным причинам не была еще сформирована. Соответственно ряд исходных данных невозможно сопоставить с данными ЕФГИС ЗСН.

Неполнота сведений в ЕГРН также обусловлена рядом причин, в числе которых утрата документов подтверждающих право собственности на землю и недвижимое имущество, большое количество бесхозных участков, собственников, которых не удается установить, определенная доля земель находится вблизи или за линией боевого соприкосновения, что

делает невозможным проведение полевых проверок и самопроверок и т.д.

При формировании слоя архивных материалов землеустройства необходима разработка дополнительных уточняющих инструкций, устанавливающих какими материалами возможна замена отсутствующих данных.

Данные Федеральной государственной информационной системы территориального планирования (ФГИС ТП) фактически не покрывают градостроительными данными новые территории. В связи с чем, часть исходных материалов будет основана на временных градостроительных регламентах, градостроительных планах земельных участков, утвержденных администрацией регионов [10; 13].

Выше перечисленные проблемы учтены в разработанной Методике инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения на территории новых регионов Российской Федерации с целью формирования карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные угодья, и в ней предлагается ряд корректирующих действий необходимых для сбора качественных и количественных характеристик земель с целью их размещения в ЕФГИС ЗСН и ЕГРН.

В качестве одного из важнейших элементов землеустроительного и кадастрового обеспечения Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей предлагается зонирование территорий по пригодности для использования в сельскохозяйственном производстве, видам и степени деградации почв в результате боевых действий и составление рабочих проектов землеустройства по дезактивации почв и рекультивации земель.

Авторами публикации составлен комплекс первоочередных землеустроительных и кадастровых мероприятий, включающий несколько этапов (рис. 3).

В ходе выполнения поэтапного проведения землеустроительных и кадастровых мероприятий ожидаются следующие результаты:

- 1) По итогам первого этапа:
 - комплект итоговых документов по реализации комплекса предлагаемых мероприятий на модельных объектах;
 - научно-практическая методика комплекса мероприятий по землеустроительному обеспечению интеграции земельного фонда и АПК Донецкой и Луганской народных республик, Херсонской и Запорожской областей в единое территориальное и экономическое пространство России.
- 2) По итогам второго этапа:
 - обученные отряды Всероссийского землеустроительного отряда;
 - региональные геопорталы в т.ч. со слоями, отражающими почвенные карты и результаты зонирования территорий по пригодности для использования в сельскохозяйственном производстве, видам и степени деградации почв в результате боевых действий;
 - характеристика ресурсного потенциала земель сельскохозяйственного назначения;
 - три сценарных прогноза развития системы землепользования регионов.
- 3) По итогам третьего этапа:
 - комплект проектной землеустроительной документации по использованию и охране земель сельскохозяйственных организаций Донецкой и Луганской народных республик, Херсонской и Запорожской областей.

Таблица 1. Сравнение методик формирования карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные угодья, новых регионов с другими субъектами Российской Федерации
Table 1. Comparative analysis of methodologies for delineating agricultural land use maps (including farmland) in new regions and other constituent entities of the Russian Federation

Объект сопоставления	Новые регионы РФ	Другие субъекты РФ
Исходные материалы	<ul style="list-style-type: none"> • данные ЕГРН (с 2022 г.); • данные ДЗЗ; • данные ФГИС ТП (при наличии); • архивная землеустроительная информация (1998-2002 гг.) 	<ul style="list-style-type: none"> • данные ЕГРН; • данные ЕФГИС ЗСН; • ДЗЗ; • данные ФГИС ТП; • материалы лесоустройства; • рхивная землеустроительная информация (1988-1995 гг.)
Основные ГИС-слои	<ul style="list-style-type: none"> • земли сельскохозяйственного назначения по ЕГРН; • земли сельскохозяйственного назначения по ФГИС ТП; • земли сельскохозяйственного назначения по ДЗЗ; • обобщенные границы земель сельскохозяйственного назначения по ЕГРН, ФГИС ТП, ДЗЗ; • земли сельскохозяйственного назначения по ЕГРН в иных зонах по ФГИС ТП; • земли сельскохозяйственного назначения по ГФДЗ. 	<ul style="list-style-type: none"> • земли сельскохозяйственного назначения по ЕГРН; • земли сельскохозяйственного назначения по ЕФГИС ЗСН; • земли сельскохозяйственного назначения по ФГИС ТП; • земли сельскохозяйственного назначения по ДЗЗ; • обобщенные границы земель сельскохозяйственного назначения по ЕГРН, ЕФГИС ЗСН, ФГИС ТП, ДЗЗ; • несоответствие ЕФГИС ЗСН и ЕГРН; • несоответствие ЕГРН и ЕФГИС ЗСН; • несоответствие ДЗЗ и ЕФГИС ЗСН; • земли сельскохозяйственного назначения по ЕГРН в иных зонах по ФГИС ТП • земли сельскохозяйственного назначения по ГФДЗ.
Тематические (необязательные) слои	<ul style="list-style-type: none"> • карта эродированности почв; • карта крутизны склонов; • карта категорий эрозионно опасных земель; • карта качества (плодородия) земель; • карта размещения и качественного состояния загрязненных земель; • карта категорий дефляционно опасных земель; • карта засоленных почв; • карта плотности населения; • карта культуртехнического состояния кормовых угодий; • карта недропользования; • карта свалок и полигонов ТБО; • карта бelligеративных ландшафтов; • карта паевых наделов на территориях сельскохозяйственных предприятий. 	<ul style="list-style-type: none"> • карта плотности населения; • карта размещения и качественного состояния загрязненных земель; • карта качества (плодородия) земель; • участки недр местного значения; • границы лесов на землях сельскохозяйственного назначения; • полигоны ТБО на землях сельскохозяйственного назначения.





Рисунок 3. Этапы землеустроительных и кадастровых мероприятий, направленных на организацию использования новых территорий
Figure 3. Stages of land management and cadastral activities for organizing land use in newly incorporated territories

Реализация данных этапов позволит повысить инвестиционную привлекательность земель новых территорий и привлечет новых промышленных партнеров, сельскохозяйственных производителей, кредитные организации и т.д., а также увеличить кадровый потенциал, поскольку для реализации всех этапов необходимо привлечение широкого круга специалистов в разных профессиональных сферах, в частности землеустроителей, кадастровых инженеров, IT-специалистов, геоаналитиков, геодезистов, почвоведов, агрономов, мелиораторов, агролесомелиораторов, экономистов и т.д.

Заключение

Проведенный анализ факторов, влияющих на эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения, на территории вновь вошедших в состав Российской Федерации Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей позволил установить политические, экономические и социальные особенности, которые необходимо учитывать при проведении землеустроительных и кадастровых работ. В частности, существенная неполнота и низкое качество кадастровых данных и правоустанавливающих документов на землю, отсутствие аналогов таких российских баз, как ЕФГИС ЗСН, ФГИС ТП, материалов лесоустройства и др., а также нехватка достоверных сведений о границах и видах сельскохозяйственных угодий, обосновали необходимость подготовить авторами Методику инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения на территории новых регионов Российской Федерации с целью формирования карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные угодья.

Проведение инвентаризации может лечь в основу предлагаемого авторами комплекса первоочередных землеустроительных и кадастровых мероприятий, которые позволяют обеспечить ускоренную интеграцию использования земель Донецкой и Луганской народных республик, Запорожской и Херсонской областей в рамках общероссийской системы АПК.

Следующим шагом учета региональных особенностей при управлении землями сельскохозяйственного назначения должна стать разработка схемы землеустройства на уровне каждого нового субъекта России, которая будет являться

правовым инструментом, направленным на решение упомянутых выше, а также иных проблем сельскохозяйственного землепользования.

Список источников

1. Указ Президента РФ от 19 октября 2022 г. N 756 «О введении военного положения на территориях Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской и Херсонской областей».
2. Российская Федерация. Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 N 5-ФКЗ «О принятии в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта» Донецкой Народной Республики.
3. Российская Федерация. Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 N 6-ФКЗ «О принятии в Российскую Федерацию Луганской Народной Республики и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта — Луганской Народной Республики».
4. Российская Федерация. Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 N 8-ФКЗ «О принятии в Российскую Федерацию Херсонской области и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта — Херсонской области».
5. Российская Федерация. Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 N 7-ФКЗ «О принятии в Российскую Федерацию Запорожской области и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта — Запорожской области».
6. Российская Федерация. Правительство. Постановление. О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 14.05.2021 N 731
7. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. Режим доступа: http://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-cpr/Doc_Nation_report_2023.pdf (дата обращения: 07.02.2025).
8. Гребенюк, К. А. Анклавная экономика как часть экономической системы России // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. 2022. N 3. С. 57-63, EDN ZXVOUX.
9. Ильин В.А., Морев М.В. Специальная военная операция выявляет новые черты гражданского общества // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15, N 5. С. 9-32. DOI 10.15838/esc.2022.5.83.1, EDN IJGJHO.
10. Методика установления границ земель сельскохозяйственного назначения и границ зон сельскохозяйственного использования (с установлением границ угодий): методические рекомендации / А.В. Федоринов, С.Н. Волков, Е.В. Черкашина [и др.]. Москва: Государственный университет по землеустройству, 2024. 128 с. EDN LMRXMR.

11. Савоськин А.В., Галицков В.А. Размышления о конституционно-правовой процедуре принятия новых субъектов в состав Российской Федерации // Право и государство: теория и практика. 2022. N 11(215). С. 96-99. DOI 10.47643/1815-1337_2022_11_96. EDN JCPFVB.

12. Современные подходы к организации и планированию землепользования на неиспользуемых землях при их вовлечении в сельскохозяйственный оборот / С.И. Комаров, Е.В. Черкашина, Д.А. Шаповалов [и др.]. Москва: Радуга, 2024. 312 с. EDN LXJZOB.

13. Федоринов А.В., Сорокина О.А.. Установление границ земель сельскохозяйственного назначения как этап государственной программы по вовлечению земель и развитию мелиоративного комплекса. Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы: Материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 14 ноября 2024 года. Москва: Государственный университет по землеустройству, 2024. С. 188-194. EDN ETPKXU.

References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 19 oktyabrya 2022 g. N 756 «O vvedenii voennogo polozheniya na territoriyakh Donetskoi Narodnoi Respubliki, Luganskoi Narodnoi Respubliki, Zaporozhskoi i Khersonskoi oblasti» [Decree of the President of the Russian Federation No. 756 of October 19, 2022 «On the Introduction of Martial Law in the Territories of the Donetsk People's Republic, the Luhansk People's Republic, Zaporizhzhia and Kherson Regions»].
2. Rossiiskaya Federatsiya. Federal'nyi konstitutsionnyi zakon ot 04.10.2022 N 5-FKZ «O prinyatii v Rossiiskuyu Federatsiyu Donetskoi Narodnoi Respubliki i obrazovanii v sostave Rossiiskoi Federatsii novogo sub'ekta — Donetskoi Narodnoi Respubliki» [Federal Constitutional Law No. 5-FKZ of October 4, 2022 «On the Admission of the Donetsk People's Republic into the Russian Federation and the Formation of a New Federal Subject — the Donetsk People's Republic»].
3. Rossiiskaya Federatsiya. Federal'nyi konstitutsionnyi zakon ot 04.10.2022 N 6-FKZ «O prinyatii v Rossiiskuyu Federatsiyu Luganskoi Narodnoi Respubliki i obrazovanii v sostave Rossiiskoi Federatsii novogo sub'ekta — Luganskoi Narodnoi Respubliki» [Federal Constitutional Law No. 6-FKZ of October 4, 2022 «On the Admission of the Luhansk People's Republic into the Russian Federation and the Formation of a New Federal Subject «the Luhansk People's Republic»].
4. Rossiiskaya Federatsiya. Federal'nyi konstitutsionnyi zakon ot 04.10.2022 N 8-FKZ «O prinyatii v Rossiiskuyu Federatsiyu Khersonskoi oblasti i obrazovanii v sostave Rossiiskoi Federatsii novogo sub'ekta — Khersonskoi oblasti» [Federal Constitutional Law No. 8-FKZ of October 4, 2022 «On the Admission of Kherson Oblast into the Russian Federation and the Formation of a New Federal Subject — Kherson Oblast»].
5. Rossiiskaya Federatsiya. Federal'nyi konstitutsionnyi zakon ot 04.10.2022 N 7-FKZ «O prinyatii v Rossiiskuyu Federatsiyu Zaporozhskoi oblasti i obrazovanii v sostave Rossiiskoi Federatsii novogo sub'ekta — Zaporozhskoi oblasti» [Federal Constitutional Law No. 7-FKZ of October 4, 2022 «On the Admission of Zaporozhzhia into the Russian Federation and the Formation of a New Federal Subject — Zaporozhzhia»].



atsiyu Zaporozhskoi oblasti i obrazovaniy v sostave Rossiiskoi Federatsii novogo sub'ekta — Zaporozhskoi oblasti» [Federal Constitutional Law No. 7-FKZ of October 4, 2022 «On the Admission of Zaporizhzhia Oblast into the Russian Federation and the Formation of a New Federal Subject — Zaporizhzhia Oblast»].

6. Rossiiskaya Federatsiya. Pravitel'stvo. Postanovlenie ot 14.05.2021 № 731 «O Gosudarstvennoi programme effektivnogo вовлечения v oborot zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii» [Decree of the Government of the Russian Federation No. 731 of May 14, 2021 «On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Lands into Circulation and the Development of the Reclamation Complex of the Russian Federation»], <http://base.garant.ru/400773886> (accessed: 07.02.2025).

7. Gosudarstvennyi (natsional'nyi) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2023 godu [State (National) Report on the Status and Use of Lands in the Russian Federation in 2023] [Elektronnyy resurs]. http://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc_Nation_report_2023.pdf (accessed: 07.02.2025).

8. Grebenyuk K.A. (2022). Anklavnaya ekonomika kak chast' ekonomicheskoi sistemy Rossii [Enclave Economy as Part of Russia's Economic System]. *Vestnik Donetskogo natsional'nogo universiteta. Seriya V. Ekonomika i pravo [Bulletin of Donetsk National University. Series V. Economics and Law]*, no. 3, pp. 57-63.

9. Il'in V.A. & Morev M.V. (2022). Spetsial'naya voennaya operatsiya vyavlyayet novye cherty grazhdanskogo obshchestva [The Special Military Operation Reveals New Features of Civil Society]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*, vol. 15, no. 5, pp. 9-32. DOI: 10.15838/esc.2022.5.83.1.

10. Fedorinov A.V., Volkov S.N., Cherkashina E.V. [et al.] (2024). Metodika ustanovleniya granits zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya i granits zon sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya (s ustanovleniem granits ugodii): metodicheskie rekomendatsii [Methodology for Delimiting Agricultural Lands and Agricultural Use Zones (Including Land Boundaries): Guidelines], Moscow, Gosudarstvennyi universitet po zemleuстроystvu, 128 p.

11. Savos'kin A.V. & Galitskov V.A. (2022). *Razmyshleniya o konstitutsionno-pravovoi protsedure prinyatiya novykh*

sub'ektov v sostav Rossiiskoi Federatsii [Reflections on the Constitutional-Legal Procedure for Admitting New Subjects into the Russian Federation]. *Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika [Law and State: Theory and Practice]*, no. 11(215), pp. 96-99. DOI: 10.47643/1815-1337_2022_11_96.

12. Komarov S.I., Cherkashina E.V., Shapovalov D.A. [et al.] (2024). *Sovremennye podkhody k organizatsii i planirovaniyu zemlepol'zovaniya na neispol'zuemykh zemlyakh pri ikh вовлечении v sel'skokhozyaistvennyi oborot [Modern Approaches to Organizing and Planning Land Use on Unused Lands When Involving Them into Agricultural Circulation]*, Moscow, Raduga, 312 p.

13. Fedorinov A.V. & Sorokina O.A. (2024). *Ustanovlenie granits zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya kak etap gosudarstvennoi programmy po вовлечению zemel' i razvitiyu meliorativnogo kompleksa [Delimiting Agricultural Lands as a Stage of the State Program for Land Involvement and Reclamation Development]*. In: *Tsifrovizatsiya zemlepol'zovaniya i zemleuстроystva: tendentsii i perspektivy [Digitalization of Land Use and Land Management: Trends and Prospects]*. Proceedings of the IV International Scientific-Practical Conference, Moscow, November 14, 2024. Moscow, State University of Land Use Planning, pp. 188-194.

Информация об авторах:

Синица Юлия Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры кадастра недвижимости и землепользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0929-5154>, Scopus ID: 57212414274, sinitsay@mail.ru

Сорокина Ольга Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6149-1195>, sorokinaoa@guz.ru

Комаров Станислав Игоревич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры кадастра недвижимости и землепользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3136-1058>, komarovsi@guz.ru

Федоринов Александр Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6566-9328>, ezdok1@bk.ru

Information about the authors:

Yulia S. Sinitsa, candidate of economic sciences, associate professor of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0929-5154>, Scopus ID: 57212414274, sinitsay@mail.ru

Olga A. Sorokina, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land management, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6149-1195>, sorokinaoa@guz.ru

Stanislav I. Komarov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3136-1058>, komarovsi@guz.ru

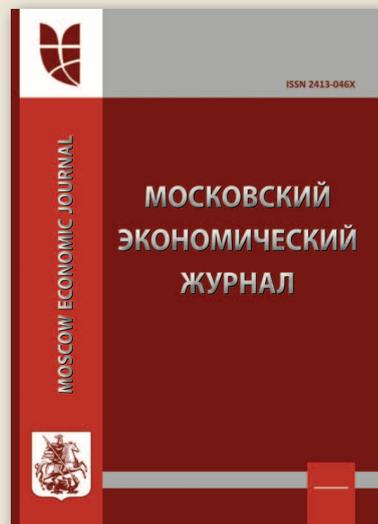
Alexander V. Fedorinov, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of land management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6566-9328>, ezdok1@bk.ru

✉ sinitsay@mail.ru

Издательство «Электронная наука» выпускает научные журналы на русском и английском языках. Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»

e-science



«Московский экономический журнал» (МЭЖ) зарегистрирован как сетевое ежемесячное издание.

- **МЭЖ** — научно-практический журнал, который включен в перечень ВАК и размещается в научных базах AGRIS, РИНЦ.
- **Миссия журнала** — создание условий для интеграции современных достижений экономической науки и эффективного бизнеса.

Контакты: <https://qje.su>, e-science@list.ru



МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Е.Д. Подрядчикова, Н.Г. Мартынова, И.Н. Кустышева,
И.В. Раева

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Цель исследования заключается в разработке методики анализа состояния и изменений растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования Земли для планирования и реализации мероприятий по восстановлению земель. Для достижения цели был проведен анализ пространственно-временных изменений растительного покрова, разработаны подходы к идентификации зон, пригодных для восстановления лесов, и апробирована методика оценки состояния лесов. Исследование проводилось на территории участкового лесничества Тюменской области Тюменского района, общей площадью 12988,55 га, для визуализации и обработки данных использовалась геоинформационная система MapInfo Professional. Полученные результаты представлены в виде тематических карт, отражающих распределение растительности и изменения лесного покрова, включая зоны вырубки и восстановления. Установлено, что в период с 2020 по 2024 гг. площадь молодняков и кустарников увеличилась с 163,6 тыс. га до 468,4 тыс. га, что свидетельствует о естественной регенерации лесов. Выводы демонстрируют высокий природоохранный потенциал региона с доминирующим положением хвойных лесов, а низкая доля поврежденных земель указывает на устойчивость экосистем.

Ключевые слова: растительный покров, дистанционное зондирование Земли, мониторинг, устойчивое развитие, экосистема

Original article

VEGETATION COVER MONITORING BASED ON EARTH REMOTE SENSING DATA

E.D. Podryadchikova, N.G. Martynova, I.N. Kustysheva,
I.V. Raeva

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. The purpose of the study is to develop a methodology for analyzing the state and changes of vegetation cover based on remote sensing data for planning and implementing land restoration measures. To achieve this goal, an analysis of spatiotemporal changes in vegetation cover was carried out, approaches to identifying areas suitable for forest restoration were developed, and a methodology for assessing the state of forests was tested. The study was conducted on the territory of the Tyumen region district forestry of the Tyumen region, with a total area of 1,2988.55 ha. The geographic information system MapInfo Professional was used for visualization and data processing. The results are presented in the form of thematic maps reflecting the distribution of vegetation and changes in forest cover, including deforestation and restoration zones. It was found that in the period from 2020 to 2024, the area of young trees and shrubs increased from 163.6 thousand hectares to 468.4 thousand hectares, which naturally indicates the natural regeneration of forests. The findings demonstrate the high conservation potential of the region with the dominant position of coniferous forests, and the low proportion of damaged lands indicates the stability of ecosystems.

Keywords: vegetation, remote sensing of the Earth, monitoring, sustainable development, ecosystem

Введение. В системе управления земельными ресурсами агропромышленного комплекса лесные массивы играют важную роль в регулировании водного режима, предотвращении деградации почв, улучшении микроклиматических условий и обеспечении долгосрочной устойчивости сельскохозяйственных угодий. Лесной покров является неотъемлемой частью агроландшафтов, оказывая значительное влияние на их продуктивность, экологическую устойчивость и экономическую эффективность. Земли, занятые лесной растительностью, способствуют регулированию водного режима, предотвращая эрозию почвы и обеспечивая сохранение влаги, что положительно влияет на продуктивность сельскохозяйственных угодий [1].

Восстановление лесов улучшает качество воздуха и почвы, увеличивает содержание органического вещества, что способствует повышению плодородия и снижению затрат на удобрения. Лесной покров создает благоприятные условия для сохранения биоразнообразия, включая опылителей и естественных врагов вредителей сельскохозяйственных культур [2].

Защитные лесные полосы на границах полей смягчают климатические условия, снижая воздействие ветров и экстремальных температур, что обеспечивает стабильность урожаев. Кроме того, лесовосстановление уменьшает углеродный след сельскохозяйственного производства, поглощая углекислый газ, и помогает бороться с последствиями изменения климата [3]. Восстановленные лесные массивы способствуют развитию агролесоводства, улучшая взаимодействие лесных и сельскохозяйственных систем. Поэтому рассматривать лесовосстановление необходимо не только как восстановление природных экосистем, но и как стратегический инструмент повышения устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных земель [4].

В исследованиях [5, 6] отмечено, что благодаря использованию спутниковых данных обеспечивается высокая точность оценки состояния лесов, а также возможность анализа динамики изменений занимаемых лесным фондом территорий. Мониторинг способствует раннему обнаружению деградированных участков, что минимизирует последствия антропогенных

и природных воздействий. Интеграция дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с методами искусственного интеллекта и геопортальными технологиями предоставляет возможность более эффективного планирования лесовосстановительных мероприятий, ускоряет принятие решений и позволяет учитывать пространственно-временные аспекты изменений [7].

Дистанционное зондирование может существенно облегчить процессы мониторинга растительного покрова в следующих направлениях:

- спутниковые данные позволяют отслеживать изменения в растительности, контролировать здоровье лесов и оценивать результаты выполненных работ [8];
- создание детализированных карт растительности и состояния экосистемы способствует эффективному планированию мероприятий по лесовосстановлению [9];
- анализ пространственных данных помогает выявить участки, подверженные деградации, и сосредоточить усилия на их восстановлении [10].

Цель исследования заключается в разработке методики анализа состояния и изменений



растительного покрова при планировании и реализации мероприятий по его восстановлению, основанной на анализе данных дистанционного зондирования Земли.

Основные задачи исследования:

- анализ пространственно-временных изменений растительного покрова;
- разработка подходов к идентификации зон, пригодных для восстановления лесов;
- апробация методики оценки состояния и изменений растительного покрова на примере участкового лесничества Тюменской области Тюменского района.

Научная новизна заключается в разработке комплексного метода мониторинга растительного покрова с использованием дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и ГИС. В отличие от существующих подходов, основанных преимущественно на полевых исследованиях, предложенная методика интегрирует данные спутников Sentinel-2 и геоинформационный анализ для автоматизированного выявления пространственно-временных изменений растительного покрова.

Апробация методики выполнена на примере охотничьих угодий Тюменской области Тюменского района № 17/4.

Ожидаемым результатом исследования является создание геоинформационной базы данных по состоянию растительного покрова участкового лесничества Тюменской области Тюменского района № 17/4, которая позволит проводить дальнейшие исследования и прогнозирование мероприятий по лесоустройству и лесовосстановлению.

В качестве инструмента для апробации методики анализа состояния и изменений лесного покрова использована геоинформационная система MapInfo Professional, обеспечивающая визуализацию, анализ и обработку пространственных данных.

Материалы и методы. Методология исследования состоит из следующих этапов:

1. Сбор и анализ данных дистанционного зондирования Земли. На этом этапе используются спутниковые данные (например, снимки с Landsat, Sentinel и других платформ), которые являются первичным источником информации о растительном покрове. Эти данные позволяют анализировать состояние растительного покрова на больших территориях.

2. Анализ исторических и современных изображений. Второй этап направлен на изучение динамики изменений за счет сравнения снимков за фиксированные временные интервалы. Исторические данные предоставляют основу для выработки трендов.

3. Сбор вспомогательных данных. Дополнительно собираются климатические, экологические и социальные данные, которые могут включать:

- изменения климата (температурные и осадочные показатели);
- информацию о природных нарушениях (стихийные бедствия, пожары, нашествия вредителей);
- данные о плотности населения, землепользовании, уровнях хозяйственной деятельности.

4. Применение геостатистических методов. Используются геостатистические модели для изучения пространственной структуры

растительности и ее изменений во времени. Применяемые методы могут быть кригингом для интерполяции пространственных данных или анализа автокорреляции с использованием индекса Морана [11].

5. Применение методов машинного обучения для детекции изменений (например, классификация с использованием алгоритмов случайного леса (Random Forest) или машина опорных векторов (SVM) [12].

6. Создание дополнительных тематических слоев. Этап создания включает создание слоя снижения лесного покрова и слоя территории, пригодной для лесовосстановления.

Более подробно этапы методики анализа состояния и изменений растительного покрова и их назначение представлены на рисунке 1.

Результаты исследования. Sentinel-2 предоставляет изображения с высоким разрешением на видимых и инфракрасных длин волн, чтобы контролировать растительность, почву и водной покров, внутренние водные пути и прибрежные районы.

Пространственное разрешение: 10 м, 20 м и 60 м, в зависимости от длины волны. Результаты сбора и анализа исходных данных представлены на рисунке 2.

Результаты апробации методики анализа состояния и изменений растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования Земли представлены в виде цифровой карты, на которой показаны сельскохозяйственные угодья, лугово-степные комплексы, лесной покров, типы лесов, зоны вырубki, места



Рисунок 1. Этапы анализа состояния и изменений растительного покрова
Figure 1. Stages of the analysis of the state and changes of forest cover

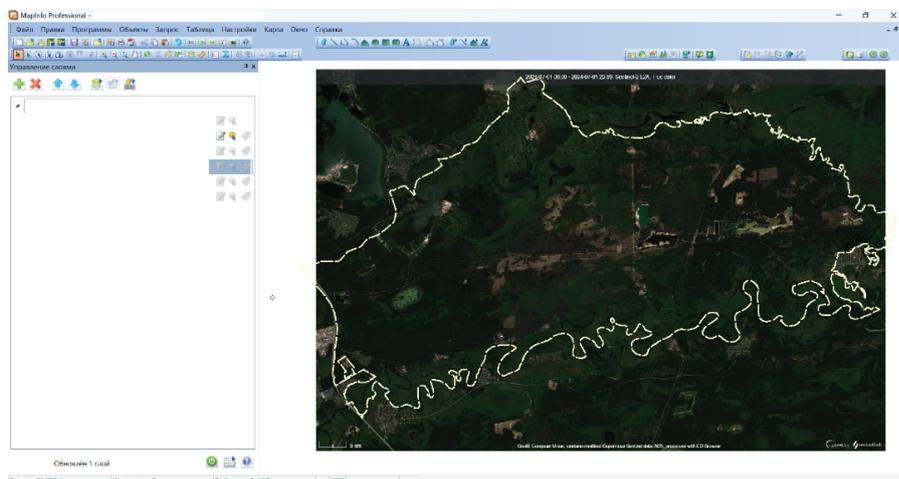


Рисунок 2. Рабочее окно программы MapInfo Professional для работы с участковым лесничеством № 17/4
Figure 2. The working window of the MapInfo Professional program for working with the district forestry № 17/4

восстановления, а также важные элементы растительной экосистемы. Результаты для участкового лесничества № 17/4 представлены на рисунке 3.

Общая площадь участкового лесничества № 17/4 составляет 12988,55 га, среди которых можно выделить следующие особенности:

1. Наиболее значительной категорией являются леса с преобладанием хвойных деревьев, занимающие площадь в 5902,26 га, что составляет 45,44% от общего объема. Также выделены молодняки и кустарники — 220,57 га и лиственные кустарники — 468,39 га. Это показывает, что леса, преимущественно хвойные, играют ключевую роль в данной экосистеме и могут быть важным элементом в сохранении биоразнообразия и экологии региона.

2. Болота занимают 1433,11 га (11,03%) и водные объекты (озера, пруды и водотоки) — 12,31%, что подтверждает их важность как эко-

системы, способствующей водообмену и поддерживающей биологическое разнообразие.

3. Сельскохозяйственные угодья, в частности луга и пашни, занимают относительно небольшую площадь по сравнению с лесами (5,58%), что указывает на низкий уровень сельскохозяйственной активности или потенциально охраняемую природу в исследуемом районе.

4. Кроме того, наличие незначительной площади (497,70 га или 5,38%) непригодных преобразованных и поврежденных участков может указывать на низкий уровень экологических проблем в регионе, таких как гари, ветровалы и торфоразработки, что говорит об отсутствии изменений в использовании земель.

Результаты этапа анализа изменений растительного покрова территории участкового лесничества № 17/4 в период с 2020 по 2024 гг. наглядно представлены в виде графика на рисунке 4.

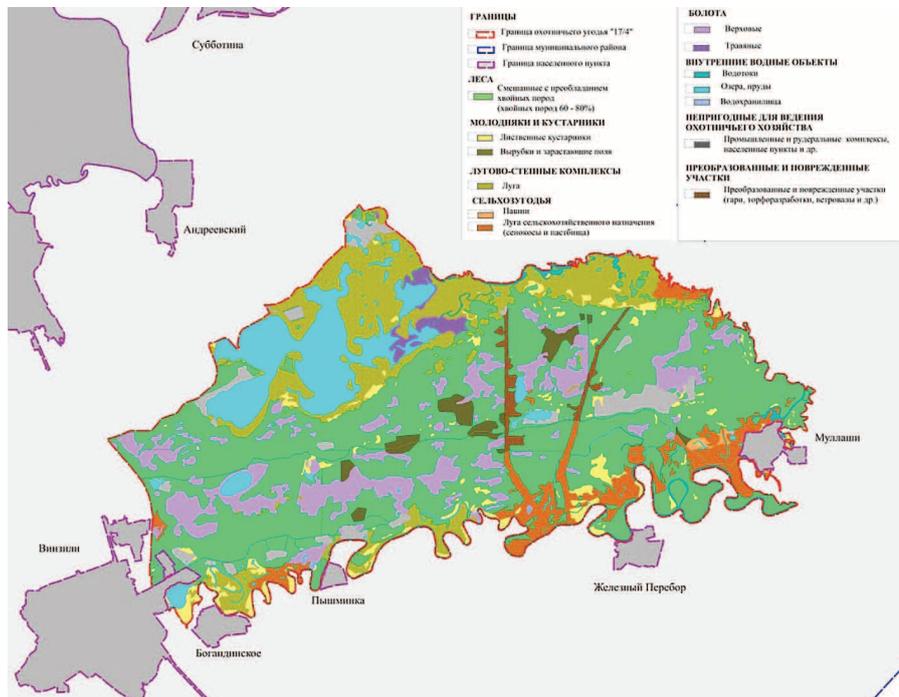


Рисунок 3. Карта функционального зонирования территории участкового лесничества № 17/4
Figure 3. Map of the functional zoning of hunting ground № 17/4

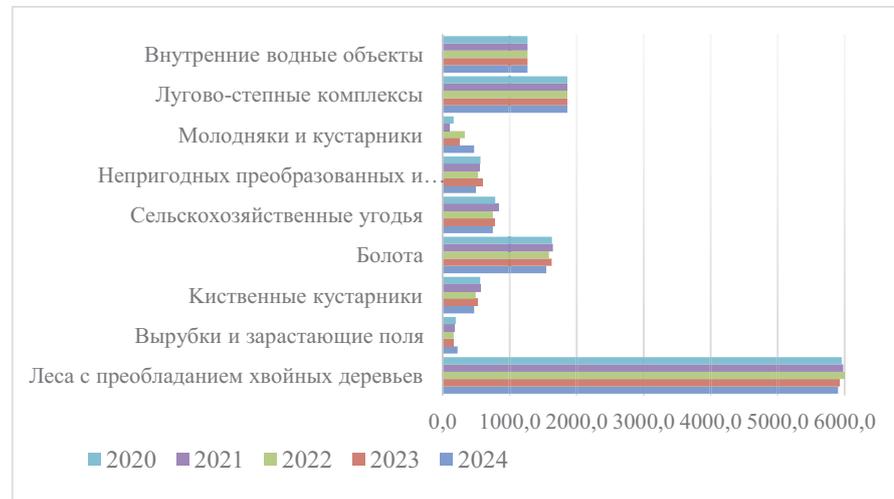


Рисунок 4. Динамика изменений участкового лесничества № 17/4
Figure 4. Dynamics of changes in the forest cover of the hunting ground № 17/4

В период с 2020 по 2024 гг. наблюдается незначительный рост молодняков и кустарников (с 163,6 тыс. га в 2020 г. до 468,4 тыс. га в 2024 г.) за счет изменения площади вырубок и зарастающих лесов, что может свидетельствовать о природной регенерации или изменении ландшафтного использования территорий.

Выводы. Структура земель участкового лесничества № 17/4 демонстрирует его большой природоохранный потенциал, а доминирующее положение хвойных лесов определяет как экологическую, так и хозяйственную значимость. Низкая доля сельскохозяйственных земель и отсутствие поврежденных участков свидетельствует о преобладании природных ландшафтов и относительно низком уровне антропогенного воздействия.

Технологии дистанционного зондирования Земли позволяют проводить оперативный мониторинг состояния растительного покрова, оценивать их изменения, планировать мероприятия по восстановлению и хозяйственному использованию земель [13].

Список источников

1. Смолин Н.И. Биотехнологии в сельском и лесном хозяйстве // Агрпромышленный комплекс в ногу со временем: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 15 ноября 2023 г. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Урала, 2023. С. 21-25.
2. Соколов В.А. Проблемы лесоустройства в России // Сибирский лесной журнал. 2021. № 1. С. 3-12.
3. Ушакова Е.О., Дубровский А.В., Меньших Н.С. Актуальные вопросы оценки рекреационного потенциала территории в рамках концепции устойчивого развития // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. Т. 3. № 2. С. 205-212.
4. Куликова О.В. О правовом регулировании использования лесов для ведения сельского хозяйства // Национальная Ассоциация Ученых. 2021. № 65-4 (65). С. 34-37.
5. Пристанкова А.А., Арбузов С.А., Дубовик Д.С., Тараканов В.В. Использование данных беспилотной аэрофотосъемки в мониторинге географических культур соны обыкновенной // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. Т. 4. № 2. С. 146-154.
6. Ховратович Т.С. Методы оценки показателей горизонтальной структуры лесов по оптическим данным дистанционного зондирования Земли: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.34., 2021. 121 с.
7. Шилов Д.А. Проблемы лесовосстановления в России // Научный аспект. 2024. Т. 12. № 2. С. 1538-1541.
8. Кашницкий А.В., Ховратович Т.С., Балашов И.В. Организация обработки данных ДЗЗ при решении задачи детектирования изменений лесного покрова на больших территориях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 103-111.
9. Подольская Е.С. Использование данных дистанционного зондирования Земли из космоса для распознавания изображения дорог в лесном хозяйстве // Вопросы лесной науки. 2022. Т. 5. № 4. С. 1-21.
10. Karpov, A., Waske, B. (2020). Method for transferring non-forest cover to forest cover land using Landsat imagery. *Russian Forestry Journal*, no. 3 (375), pp. 83-92.
11. Lei, G., Yao, R., Zhao, Ya., Zheng, Y. (2021). Detection and Modeling of Unstructured Roads in Forest Areas Based on Visual-2D Lidar Data Fusion. *Forests*, vol. 12, no. 7, p. 820.
12. Антонов С.А. Анализ пространственного положения защитных лесных насаждений на основе геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: материалы Международной конференции. М.: Из-во Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 2. С. 408-420.
13. Мазуров Б.Т., Аврунев Е.И., Хамедов В.А. Оперативный мониторинг лесных земель северных регионов на основе использования оптических и радарных кос-



мических снимков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 4. С. 103-111.

References

- Smolin, N.I. (2023). Biotekhnologii v sel'skom i lesnom khozyaistve [Biotechnologies in agriculture and forestry]. *Agropromyshlennyy kompleks v nogu so vremenem: sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Tyumen', 15 noyabrya 2023 g.* [Agro-industrial complex keeping up with the times: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Tyumen, November 15, 2023]. Tyumen, State Agrarian University of the Northern Urals, pp. 21-25.
- Sokolov, V.A. (2021). Problemy lesoustroystva v Rossii [Problems of forest management in Russia]. *Sibirskii lesnoi zhurnal* [Siberian journal of forest science], no. 1, pp. 3-12.
- Ushakova, E.O., Dubrovskii, A.V., Men'shikh, N.S. (2021). Aktual'nye voprosy otsenki rekreatsionnogo potentsiala territorii v ramkakh kontseptsii ustoychivogo razvitiya [Current issues of assessing the recreational potential of the territory within the framework of the concept of sustainable development]. *Interehkspo Geo-Sibir'* [Interexpo Geo-Siberia], vol. 3, no. 2, pp. 205-212.
- Kulikova, O.V. (2021). O pravovom regulirovaniy ispol'zovaniya lesov dlya vedeniya sel'skogo khozyaistva [On the legal regulation of the use of forests for agriculture]. *Natsional'naya Assotsiatsiya Uchenykh*, no. 65-4 (65), pp. 34-37.

- Pristanskova, A.A., Arbutov, S.A., Dubovik, D.S., Tarakanov, V.V. (2021). Ispol'zovanie dannykh bespilotnoi aehrofotos'emki v monitoringe geograficheskikh kul'tur sosny obyknovnoy [The use of unmanned aerial photography data in monitoring the geographical crops of the common pine]. *Interehkspo Geo-Sibir'* [Interexpo Geo-Siberia], vol. 4, no. 2, pp. 146-154.
- Khovratovich, T.S. (2021). *Metody otsenki pokazatelei gorizontnoi struktury lesov po opticheskim dannym distantsionnogo zondirovaniya Zemli* [Methods for estimating indicators of the horizontal structure of forests based on optical data from remote sensing of the Earth]. Cand. technical sci. diss., 121 p.
- Shilov, D.A. (2024). Problemy lesovosstanovleniya v Rossii [Problems of reforestation in Russia]. *Nauchnyy aspekt*, vol. 12, no. 2, pp. 1538-1541.
- Kashnitskii, A.V., Khovratovich, T.S., Balashov, I.V. (2019). Organizatsiya obrabotki dannykh DZZ pri reshenii zadachi detektirovaniya izmenenii lesnogo pokrova na bol'shikh territoriyakh [Organization of remote sensing data processing when solving the problem of detecting changes in forest cover in large areas]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space], vol. 16, no. 6, pp. 103-111.
- Podol'skaya, E.S. (2022). Ispol'zovanie dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa dlya raspoznavaniya izobrazheniya dorog v lesnom khozyaistve [Using Earth remote sensing data from space to recognize images

of roads in forestry]. *Voprosy lesnoi nauki* [Forest science issues], vol. 5, no. 4, pp. 1-21.

- Karpov, A., Waske, B. (2020). Method for transferring non-forest cover to forest cover land using Landsat imageries. *Russian Forestry Journal*, no. 3 (375), pp. 83-92.
- Lei, G., Yao, R., Zhao, Ya., Zheng, Y. (2021). Detection and Modeling of Unstructured Roads in Forest Areas Based on Visual-2D Lidar Data Fusion. *Forests*, vol. 12, no. 7, p. 820.
- Antonov, S.A. (2020). Analiz prostranstvennogo polozheniya zashchitnykh lesnykh nasazhdenii na osnove geoinformatsionnykh tekhnologii i dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Analysis of the spatial position of protective forest stands based on geoinformation technologies and remote sensing data]. *InterKarto. InterGIS. Geoinformatsionnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya territorii: materialy Mezhdunarodnoi konferentsii* [InterCarto. InterGIS. Geoinformation support for sustainable development of territories: proceedings of the International Conference]. Moscow, Moscow University Publishing house, vol. 26, no. 2, pp. 408-420.
- Mazurov, B.T., Avrunev, E.I., Khamedov, V.A. (2017). Operativnyi monitoring lesnykh zemel' severnykh regionov na osnove ispol'zovaniya opticheskikh i radarnykh kosmicheskikh snimkov [Operational monitoring of forest lands in the northern regions based on the use of optical and radar satellite images]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space], vol. 14, no. 4, pp. 103-111.

Информация об авторах:

Подрядчикова Екатерина Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3463-1359>, Scopus ID: 57222616452, SPIN-код: 7396-0163, podryadchikovaed@tyuiu.ru

Мартынова Наталья Григорьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9603-5563>, Scopus ID: 57201687926, Researcher ID: ABF-1924-2021, SPIN-код: 2538-2741, martynovang@tyuiu.ru

Кустышева Ирина Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3145-2053>, Scopus ID: 57199411023, Researcher ID: JNS-3849-2023, SPIN-код: 2029-7990, kustyshevain@tyuiu.ru

Раева Ирина Валентиновна, аспирант кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-9561-3575>, SPIN-код: 9961-8299, irinaf_98@mail.ru

Information about the authors:

Ekaterina D. Podryadchikova, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of geodesy and cadastral activities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3463-1359>, Scopus ID: 57222616452, SPIN-code: 7396-0163, podryadchikovaed@tyuiu.ru

Natalia G. Martynova, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of geodesy and cadastral activities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9603-5563>, Scopus ID: 57201687926, Researcher ID: ABF-1924-2021, SPIN-code: 2538-2741, martynovang@tyuiu.ru

Irina N. Kustysheva, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of geodesy and cadastral activity, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3145-2053>, Scopus ID: 57199411023, Researcher ID: JNS-3849-2023, SPIN-code: 2029-7990, kustyshevain@tyuiu.ru

Irina V. Raeva, postgraduate student of the department of geodesy and cadastral activities, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-9561-3575>, SPIN-code: 9961-8299, irinaf_98@mail.ru

✉ podryadchikovaed@tyuiu.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Международный журнал прикладных наук и технологий «INTEGRAL» издается 6 раз в год.

- Стратегический научный партнер журнала «Государственный университет по землеустройству».
- INTEGRAL цитируется в РИНЦ, Google Scholar, КиберЛенинке.
- Научным публикациям присваивается международный цифровой индикатор DOI.
- Журнал участник программы открытого доступа к научным публикациям.

Контакты: <https://e-integral.ru>, e-science@list.ru





Научная статья

УДК 332.1

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_424

ПРОБЛЕМЫ ЗАНЯТОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Шарапова¹, Н.В. Шарапова¹, Э.А. Фарвазова²,
Ю.В. Шарапов¹

¹Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

²Курганский государственный университет, Курган, Россия

Аннотация. Вопросы занятости сельского населения, а также повышение кадрового обеспечения аграрного сектора экономики на сегодняшний день требуют поиска новых подходов к решению данных задач. Постоянно проводимые реформы в стране повлекли за собой значительные изменения в сельскохозяйственном производстве, жизни сельского населения и его занятости. Так, в связи с приватизацией основных средств аграрного производства и появлением новых форм хозяйствования в АПК, таких как частные фермерские хозяйства, личные подсобные хозяйства изменилась и кадровая ситуация в сельском хозяйстве, стали иными уровень безработицы и занятости сельского населения. В данной статье рассмотрены проблемы занятости в сельской местности на примере Курганской области. Численность постоянного населения Зауралья в 2023 г. составила 761,6 тыс. человек, в том числе городских жителей — 489 тыс., сельского населения — 272,6 тыс. человек. За исследуемый период численность сельского населения в регионе снизилась на 43 тыс. человек или на 13,8%. В статье проанализирована динамика показателей рождаемости и смертности населения в Курганской области, а также численности экономически занятого населения, уровня занятости и безработицы. За 2019–2023 гг. численность безработных в сельском хозяйстве Зауралья снизилась на 6192 человек (на 47,6%) и была в 2023 г. на уровне 6806 человек. Сделан вывод о необходимости изменения кадровой обстановки в аграрном производстве и повышения занятости сельского населения при помощи различных субсидий сельским товаропроизводителям. Различные меры государственной поддержки АПК, в том числе и грантовая помощь, должны сопровождаться мероприятиями по переобучению или повышению квалификации работников сельскохозяйственного производства, привлечению молодых специалистов в сферу АПК.

Ключевые слова: сельское население, рынок труда, занятость, безработица, государственная поддержка

Original article

PROBLEMS OF EMPLOYMENT OF THE RURAL POPULATION OF THE KURGAN REGION

V.M. Sharapova¹, N.V. Sharapova¹, E.A. Farvazova²,
Yu.V. Sharapov¹

¹Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

²Kurgan State University, Kurgan, Russia

Abstract. The issues of rural employment, as well as increasing the staffing of the agricultural sector of the economy today require a search for new approaches to solving these problems. The ongoing reforms in the country have entailed significant changes in agricultural production, the life of the rural population and its employment. Thus, the privatization of the main means of agricultural production and the emergence of new forms of management in the agro-industrial complex, for example, private farms, personal subsidiary farms, influenced the personnel situation in agriculture, and the level of unemployment and employment of the rural population has become different. This article discusses the problems of employment in rural areas using the Kurgan region as an example. The permanent population of the Trans-Urals in 2023 was 761.6 thousand people, including 489 thousand urban residents, and 272.6 thousand rural residents. During the study period, the rural population in the region decreased by 43 thousand people or 13.8%. The article analyzes the dynamics of birth and death rates in the Kurgan region, as well as the number of economically employed population, employment and unemployment rates. Over the period 2019–2023, the number of unemployed in agriculture in the Trans-Urals decreased by 6192 people (by 47.6%) and its level in 2023 was 6806 people. The authors noted the need to change the personnel situation in agricultural production to increase rural employment through various subsidies to rural producers. Various measures of state support for the agro-industrial complex, including grant assistance, should be accompanied by activities to retrain or improve the skills of agricultural workers, attract young specialists to the agro-industrial complex.

Keywords: agricultural population, labor market, employment, unemployment, government support

Введение. На уровень развития сельскохозяйственного производства во многом влияет такой фактор, как трудовые ресурсы, их количественный и качественный состав, а также полнота и степень эффективности использования трудового потенциала. На протяжении последних лет в российских селах складывается достаточно неблагоприятная демографическая ситуация, связанная с резким сокращением численности сельского населения, оттоком молодого трудоспособного населения в города и агломерации. Несмотря на тот факт, что за по-

следние годы в целом по стране наметилась положительная динамика доходов сельских жителей, уровень безработицы населения сельских территорий остается крайне высоким [1–3]. Так, в 2023 г. данный показатель в среднем по России составлял 3,9%.

Для преодоления такой сложившейся негативной демографической ситуации в российских селах необходимы действенные меры, которые должны быть направлены на увеличение рождаемости в сельской местности, обеспечение аграрных предприятий молодыми специ-

алистами и совершенствование всей системы подготовки сельскохозяйственных кадров. Результатом проведения данных мероприятий должно стать повышение производительности труда, значительный рост занятости сельских жителей, и, таким образом, повышение рентабельности всей аграрной отрасли [4].

Результаты исследования. Курганская область, расположенная в южной части Западно-сибирской равнины, входит в состав Уральского федерального округа. Данный субъект РФ граничит со Свердловской областью, с Челябинской



и Тюменской областями, а также с Казахстаном. На протяжении последних лет Курганская область относится к депрессивным регионам РФ, характеризуемым достаточно глубоким спадом экономической активности и резким снижением уровня жизни населения. Крайне негативно складывается и ситуация с численностью населения Зауралья, которая за последние 5 лет снизилась на 8,8% (табл. 1). В 2023 г. 489 тыс. человек проживало в городской местности региона, и это составило 64,2% от общей численности населения области [5], доля же сельских жителей составляла 35,8% от общей численности населения. Следует отметить, что за 2019-2023 гг. численность сельского населения уменьшилась более, чем на 43 тыс. человек или на 13,8%.

Неблагоприятная демографическая ситуация, сложившаяся в Курганской области, во многом связана со значительным превышением показателя смертности над показателем рождаемости уже на протяжении многих лет (рис. 1). В 2023 г. в регионе число умерших в 2 раза превышает число родившихся (в 2022 г. — в 2,3 раза).

Существующие на сегодняшний день негативные демографические явления в сельских поселениях Курганской области приводят к различным социальным проблемам, в результате которых происходит существенный отток сельского населения в городскую местность [6, 7].

Что касается состояния рынка труда в исследуемом субъекте РФ, то следует отметить, что наибольшее внимание в Курганской области, как и в других регионах РФ, должно быть сосредоточено именно на доли трудоспособного населения, поскольку именно данная категория населения региона способна к участию в трудовых процессах и активно участвует в экономическом развитии области. В Зауралье за исследуемый период сохраняется тенденция к снижению численности трудоспособного населения региона. Так, за 2019-2023 гг. общая численность рабочей силы в области стала ниже на 3,2%, при этом отметим, что численность занятых в экономике региона снизилась более чем на 6% (табл. 2).

Следует отметить, что причинами, послужившими сокращению численности работников предприятий и организаций региона, в том числе и сельскохозяйственных, стала общая неблагоприятная обстановка, наблюдаемая в последние годы в аграрном секторе экономики региона. К примеру, в 2023 г. по сравнению с 2019 г. совокупная численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, снизилась на 4,5 тыс. человек.

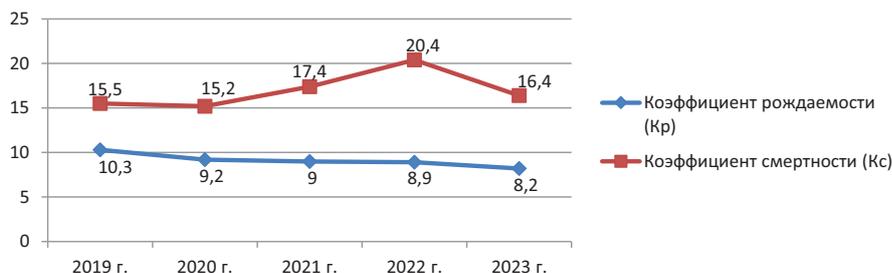
Что касается уровня безработицы, сложившегося на рынке труда Курганской области, то следует заметить, что показатель безработицы сельского населения (6,7% в 2023 г.) превышает уровень безработицы среди городских жителей (3,1% в 2023 г.).

В целом же по региону уровень безработицы всего населения в 2023 г. составлял 4,7% от общей численности рабочей силы, или 16,6 тыс. человек. Данный показатель на 11,8 тыс. человек меньше, чем в 2019 г. В целом за последние 5 лет одновременно с общим снижением численности сельского населения Курганской области отмечается тенденция к снижению доли безработных, проживающих в сельской местности. Уровень занятости населения Зауралья за анализируемый период возрос на 4,9% (рис. 2).

Таблица 1. Динамика численности населения в Курганской области за 2019-2023 гг.
Table 1. Population dynamics in the Kurgan region for 2019-2023

Год	Население всего, тыс. человек	В том числе:		В общей численности населения, %	
		городское	сельское	городское	сельское
2019	834,7	518,5	316,2	62,1	37,9
2020	827,2	514,5	312,7	62,2	37,8
2021	818,6	510,1	308,5	62,3	37,7
2022	772,3	494,2	278,1	64,0	36,0
2023	761,6	489,0	272,6	64,2	35,8

Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области.



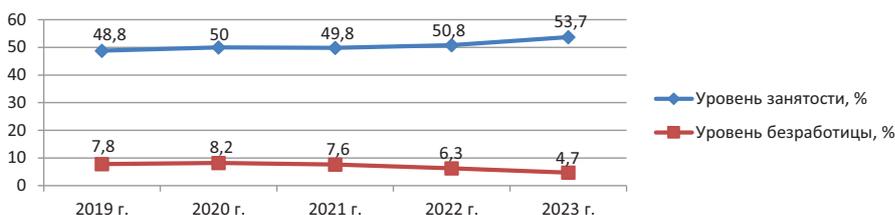
Источник: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области.

Рисунок 1. Коэффициенты рождаемости и смертности в Курганской области
Figure 1. Birth and death rates in the Kurgan region

Таблица 2. Численность рабочей силы, занятых и безработных в Курганской области за 2019-2023 гг.
Table 2. The number of labor force, employed and unemployed in the Kurgan region for 2019-2023

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2019 г., %
«Численность рабочей силы всего, тыс. человек» [8]	365,0	371,0	364,6	348,0	353,3	96,8
В том числе:						
женщины	173,6	175,9	172,1	167,5	172,5	99,4
мужчины	191,5	195,1	192,5	180,5	180,8	94,4
Среднегодовая численность занятых в экономике всего, тыс. человек	326,0	311,1	309,8	302,8	306,1	93,9
Среднесписочная численность работников организаций, человек	216398	209323	201404	199844	198279	91,6
«Численность безработных всего, человек» [8]	28390	30442	27891	22090	16569	58,4
В том числе:						
студенты, обучающиеся, пенсионеры	3242	3840	3448	2310	2534	78,2
женщины	10713	13148	12698	10590	8482	79,2
сельское население	12998	12516	11834	7725	6806	52,4
«Численность безработных, зарегистрированных в органах службы занятости населения, человек» [8]	5688	27662	7097	4557	1887	33,2

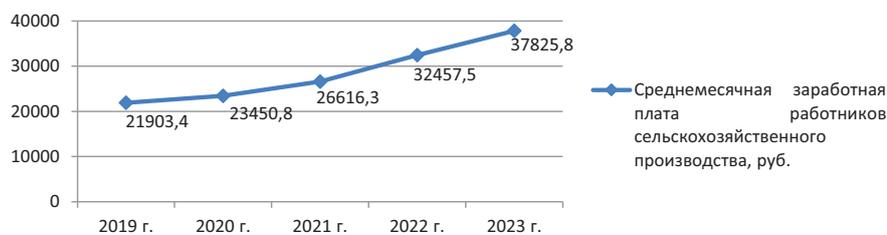
Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области.



Источник: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области.

Рисунок 2. Динамика уровня занятости и безработицы в Курганской области
Figure 2. Dynamics of employment and unemployment in the Kurgan region





Источник: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области.

Рисунок 3. Динамика среднемесячной заработной платы работников сельскохозяйственного производства в Курганской области

Figure 3. Dynamics of average monthly wages of agricultural workers in the Kurgan region

Таблица 3. Основные мероприятия по грантовой поддержке сельскохозяйственных товаропроизводителей в АПК Курганской области в 2023 г.

Table 3. Main activities for state support of agricultural producers in the agro-industrial complex of the Kurgan region in 2023

Вид субсидии	Ожидаемый результат использования господдержки
Грант «Агростартап»	«Прирост выпущенной и реализованной сельскохозяйственной продукции» [14] в год не менее чем на 8%; создание не менее 2-х рабочих мест.
Грант на развитие семейной фермы	Прирост выпущенной и реализованной сельскохозяйственной продукции в год не менее чем на 8%; создание не менее 1-го рабочего места на каждые 10 млн руб. гранта; выполнение плановых показателей по проекту.
Грант на создание сельскохозяйственного потребительского кооператива	Прирост выпущенной и реализованной сельскохозяйственной продукции в год не менее чем на 5%; ежегодное увеличение членов кооператива.
Грант на развитие материально-технической базы сельскохозяйственного потребительского кооператива	Прирост выпущенной и реализованной сельскохозяйственной продукции в год не менее чем на 8%; создание не менее 1-го рабочего места на каждые 10 млн руб. гранта.
Грант на создание крестьянско-фермерского хозяйства	Прирост выпущенной и реализованной сельскохозяйственной продукции в год не менее чем на 8%; увеличение поголовья сельскохозяйственных животных в год не менее чем на 20%; создание новых постоянных рабочих мест; осуществление деятельности на территории Курганской области не менее 5 лет.
Грант «Агротуризм»	Ежегодный прирост сельскохозяйственной продукции; увеличение количества занятых в сфере сельского туризма; увеличение количества туристов.

Источник: составлено авторами по данным Департамента агропромышленного комплекса по Курганской области [13].

Увеличение числа безработных граждан среди сельского населения может послужить причиной различных социальных проблем, связанных с возникновением конфликтных ситуаций и появлением преступности на селе. В настоящее время на рынке труда в сельских территориях имеется множество различных вакансий и профессий, однако, не всегда данные предложения являются востребованными у сельских жителей [9, 10]. Данная ситуация, прежде всего, связана с низкой оплатой труда работников сельскохозяйственного производства. Так, уровень заработной платы в сельском хозяйстве уже на протяжении многих лет остается одним из самых низких среди различных отраслей экономики.

По итогам 2023 г. в Курганской области средняя заработная плата работников, занятых в сельскохозяйственной отрасли, увеличилась в сравнении с 2019 г. на 72,7%, достигнув 37825,8 руб. (рис. 3). Однако, несмотря на такое увеличение уровня оплаты труда работников сельскохозяйственного производства, данный показатель остается самым низким в области по сравнению с другими регионами, входящими в состав Уральского федерального округа [11].

Как известно, мероприятия по государственной поддержке аграрной отрасли являются главными рычагами управления и контроля над сферой занятости в АПК. Для решения множества возникающих в настоящее время проблем относительно трудовых ресурсов в аграрной отрасли, а также в целях улучшения и стабилизации ситуации на рынке труда в АПК, необходимо принимать различные федеральные и региональные меры, которые способны восстановить и развить трудовой потенциал субъекта РФ. При этом, в связи с возрастающей самостоятельностью региональных властей по распределению и доведению до сельскохозяйственных товаропроизводителей средств субсидирования, меры регионального характера по решению проблем трудовых ресурсов отрасли заслуживают отдельного внимания.

На федеральном уровне на сегодняшний день утверждены и реализуются несколько целевых федеральных программ, таких как Комплексное развитие сельских территорий до 2025 года, Стратегия устойчивого развития сельских территорий и другие. В Курганской области «на сегодняшний день разработаны и оказываются многочисленные меры по государственной поддержке аграриев региона» [12], в том числе

и по содействию занятости в аграрной отрасли. Одним из действенных направлений в данном случае является грантовая поддержка субъектов хозяйствования. Такую меру господдержки предоставляют, как правило, региональные власти. В таблице 3 приведены основные направления грантовой помощи сельхозтоваропроизводителей исследуемого региона.

В настоящее время все региональные сельскохозяйственные товаропроизводители, получающие средства государственной поддержки на развитие аграрного производства берут на себя обязательства по выплате достойной заработной платы работникам и ее дальнейшему увеличению [15-16]. Данные требования утверждаются, как правило, правительственными проектами. Однако не все бизнесмены в сфере АПК выполняют данные требования, поскольку государственные субсидии не всегда могут быть перечислены некоторым сельскохозяйственным товаропроизводителям.

Выводы и рекомендации. Проблемы занятости населения в сельской местности на сегодняшний день выступают важнейшей задачей успешного развития аграрной сферы экономики России. Главным показателем состояния современной экономики и фундаментом благосостояния населения является уровень занятости населения, и он также выступает неотъемлемым фактором социальной стабильности страны. Проблемы занятости населения, в том числе и сельского, на уровне каждого конкретного региона приобретают черты важнейшей социальной и экономической задачи, и решение данной поставленной задачи является важнейшим направлением государственной аграрной политики на федеральном, региональном и муниципальных уровнях власти.

В настоящее время в Курганской области существуют определенные проблемы, связанные с сокращением численности сельского населения, превышением показателя смертности населения над показателем рождаемости в регионе, снижением общей численности экономически занятого населения и работников, трудящихся в аграрной отрасли. За исследуемый период произошло снижение численности работников сельскохозяйственных предприятий и организаций в области. Данное обстоятельство, преимущественно, обусловлено сокращением производства сельскохозяйственной продукции, кризисным состоянием финансов, а также банкротством многих хозяйствующих субъектов в отрасли. В целях улучшения ситуации, сложившейся на рынке трудовых ресурсов в Зауралье, необходимо оказание поддержки всем типам аграрных хозяйств на государственном и муниципальных уровнях. Среди мер поддержки фермерских и семейных хозяйств большое значение имеет грантовая поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей, благодаря которой в отрасли могут быть созданы новые рабочие места, создающие перспективу для молодых специалистов в аграрной отрасли.

Список источников

1. Кабашова Е.В. Различия в уровне жизни городских и сельских жителей в Республике Башкортостан // Вестник Евразийской науки. 2023. Т. 15. № 6. doi: 10.15862/65ecvnb623. EDN GFZIBA
2. Гануш Г.И., Тетеринец Т.А. Повышение уровня продуктивной занятости сельского населения в контексте развития человеческого капитала // Новая экономика. 2020. № 2 (76). С. 5-14. EDN SFOOXN



3. Сковрцова Е.Г. Анализ факторов, влияющих на формирование трудовых ресурсов сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 9. С. 44-52. doi: 10.32651/199-44. EDN UAYYTB

4. Капранова Л.Д. Демографический фактор в формировании рынка труда России // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 3 (474). С. 571-591. doi: 10.24891/re.18.3.571. EDN YEJUIK

5. Климова А.В., Шамин А.Е., Груздев Г.В. Характеристика воспроизводственного процесса трудовых ресурсов в сельском хозяйстве Российской Федерации // Вестник Евразийской науки. 2024. Т. 16. № 51. doi: 10.15862/17FAVN124. EDN CIOLVD

6. Власов С.Д. Проблемы занятости сельского населения в условиях реформирования АПК // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2013. № 2 (46). С. 106-109. EDN REVYSF

7. Шарапова В.М., Шарапова Н.В., Шарапов Ю.В., Четвериков О.К. Организационно-экономический механизм воспроизводства трудовых ресурсов сельского хозяйства // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 3. С. 69-74. doi: 10.32651/243-69. EDN BWTCWZ

8. Итоги социально-экономического развития Курганской области'2024: краткий статистический сборник (№ 00104). URL: <http://www.kurganobluduma.ru/upload/iblock/674/a60apayqz8m7c2z3sfz6hbp33im0zk6o.pdf> (дата обращения: 08.02.2025).

9. Гусманов Р.У., Стомба Е.В. Снижение бедности населения как направление стратегии устойчивого развития сельских территорий // Никонские чтения. 2020. № 25. С. 64-66. EDN DAQINA

10. Головина С.Г., Миколайчик И.Н., Смирнова Л.Н. Человеческий капитал сельских территорий: демографические аспекты // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 8. С. 72-78.

11. Фарвазова Э.А., Медведева Т.Н. Особенности формирования человеческого капитала в сельском хозяйстве Курганской области // Актуальные вопросы аграрной науки: материалы национальной научно-практической конференции. Ульяновск: Изд-во УГАУ, 2021. С. 491-497.

12. Шарапова В.М., Шарапова Н.В., Фарвазова Э.А., Шарапов Ю.В. Государственная поддержка малых форм хозяйствования в АПК Курганской области // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 8. С. 37-44. doi: 10.32651/248-37. EDN AJGCTC

13. Меры поддержки в АПК Курганской области. URL: https://invest45.ru/wp-content/uploads/2023/02/Mery-gospodderzki_07_02_23.pdf (дата обращения: 10.02.2025).

14. Шобонов Н.А., Соменкова Н.С. Формирование трудового потенциала сельской территории в муниципальной системе образования // Экономика труда. 2022. Т. 9. № 2. С. 517-532. doi: 10.18334/et.9.2.114235. EDN VQETYG

15. Семин А.Н. Организационно-экономические механизмы адаптации сельского населения в условиях перехода АПК к динамичному развитию // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 8. С. 2-10. doi: 10.32651/208-2. EDN LLCSLN

16. Дегтярев А.Н., Кузнецова А.Р. Тенденции развития рынка труда и изменение структуры занятости в странах Евразийского экономического союза // Уфимский гуманитарный научный форум. 2024. № 2 (18). С. 12-44.

References

1. Kabashova, E.V. (2023). Razlichiya v urovne zhizni gorodskikh i sel'skikh zhitelei v Respublike Bashkortostan [Differences in the standard of living of urban and rural residents in the republic of Bashkortostan]. *Vestnik Evrazijskoi nauki* [The Eurasian scientific journal], vol. 15, no. 6. doi: 10.15862/65ecv623. EDN GFZIBA

2. Ganush, G.I., Teterinets, T.A. (2020). Povyshenie urovnya produktivnoi zanyatosti sel'skogo naseleniya v kontekste razvitiya chelovecheskogo kapitala [Increasing the level of productive employment of the rural population in the context of human capital development]. *Novaya ekonomika* [New economy], no. 2 (76), pp. 5-14. EDN SFOOXN

3. Skvortsova, E.G. (2019). Analiz faktorov, vliyayushchikh na formirovanie trudovykh resursov sel'skogo khozyaistva v usloviyakh tsifrovoy transformatsii [Analysis of factors influencing the formation of labor resources in agriculture in the context of digital transformation]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 9, pp. 44-52. doi: 10.32651/199-44. EDN UAYYTB

4. Kapranova, L.D. (2020). Demograficheskiy faktor v formirovanii rynka truda Rossii [Demographic factor in the formation of the Russian labor market]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], vol. 18, no. 3 (474), pp. 571-591. doi: 10.24891/re.18.3.571. EDN YEJUIK

5. Klimova, A.V., Shamin, A.E., Gruzdev, G.V. (2024). Kharakteristika vosproizvodstvennogo protsessa trudovykh resursov v sel'skom khozyaistve Rossiiskoi Federatsii [Characteristics of the reproduction process of labor resources in agriculture of the Russian Federation]. *Vestnik Evrazijskoi nauki* [The Eurasian scientific journal], vol. 16, no. 51. doi: 10.15862/17FAVN124. EDN CIOLVD

6. Vlasov, S.D. (2013). Problemy zanyatosti sel'skogo naseleniya v usloviyakh reformirovaniya APK [Problems of rural employment in the context of agricultural reform]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta*, no. 2 (46), pp. 106-109. EDN REVYSF

7. Sharapova, V.M., Sharapova, N.V., Sharapov, Yu.V., Chetverikov, O.K. (2024). Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm vosproizvodstva trudovykh resursov sel'skogo khozyaistva [Organizational and economic mechanism of reproduction of labor resources in agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 3, pp. 69-74. doi: 10.32651/243-69. EDN BWTCWZ

8. Itogi sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Kurganskoi oblasti'2024: kratkii statisticheskiy sbornik (№ 00104)

[The results of the socio-economic development of the Kurgan region'2024: a short statistical collection (No. 00104)]. Available at: <http://www.kurganobluduma.ru/upload/iblock/674/a60apayqz8m7c2z3sfz6hbp33im0zk6o.pdf> (accessed: 08.02.2025).

9. Gusmanov, R.U., Stovba, E.V. (2020). Snizhenie bednosti naseleniya kak napravlenie strategii ustoychivogo razvitiya sel'skikh territorii [Reduction of population poverty as a direction of the strategy of sustainable rural development]. *Nikonovskie chteniya*, no. 25, pp. 64-66. EDN DAQINA

10. Golovina, S.G., Mikoilaichik, I.N., Smirnova, L.N. (2020). Chelovecheskiy kapital sel'skikh territorii: demograficheskie aspekty [Human capital of rural areas: demographic aspects]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 72-78.

11. Farvazova, E.A., Medvedeva, T.N. (2021). Osobennosti formirovaniya chelovecheskogo kapitala v sel'skom khozyaistve Kurganskoi oblasti [Features of the formation of human capital in agriculture of the Kurgan region]. *Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki: materialy natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual issues of agricultural science: materials of the national scientific and practical conference] Ulyanovsk, Publishing house of UGAU, pp. 491-497.

12. Sharapova, V.M., Sharapova, N.V., Farvazova, E.A., Sharapov, Yu.V. (2024). Gosudarstvennaya podderzhka mal'kh form khozyaistvovaniya v APK Kurganskoi oblasti [State support for small business entities in the agro-industrial complex of the Kurgan region]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 8, pp. 37-44. doi: 10.32651/248-37. EDN AJGCTC

13. Mery podderzki v APK Kurganskoi oblasti [Support measures in the agro-industrial complex of the Kurgan region]. Available at: https://invest45.ru/wp-content/uploads/2023/02/Mery-gospodderzki_07_02_23.pdf (accessed: 10.02.2025).

14. Shobonov, N.A., Somenkova, N.S. (2022). Formirovanie trudovogo potentsiala sel'skoi territorii v munitsipal'noi sisteme obrazovaniya [Formation of the labor potential of rural areas in the municipal education system]. *Ekonomika truda* [Russian journal of labor economics], vol. 9, no. 2, pp. 517-532. doi: 10.18334/et.9.2.114235. EDN VQETYG

15. Semin, A.N. (2020). Organizatsionno-ekonomicheskie mekhanizmy adaptatsii sel'skogo naseleniya v usloviyakh perekhoda APK k dinamichnomu razvitiyu [Organizational and economic mechanisms of adaptation of the rural population in the context of the transition of the agro-industrial complex to dynamic development]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 8, pp. 2-10. doi: 10.32651/208-2. EDN LLCSLN

16. Degtyarev, A.N., Kuznetsova, A.R. (2024). Tendentsii razvitiya rynka truda i izmenenie struktury zanyatosti v stranakh Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza [Trends in the development of the labor market and changes in the structure of employment in the countries of the Eurasian Economic Union]. *Ufimskii gumanitarnyi nauchnyi forum* [Ufa humanitarian scientific forum], no. 2 (18), pp. 12-44.

Информация об авторах:

Шарапова Валентина Михайловна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, Scopus ID: 57207849396, SPIN-код: 2611-9368, agroprom23@mail.ru

Шарапова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и аудита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, Scopus ID: 57207841429, Researcher ID: E-5294-2016, SPIN-код: 8466-9639, sharapov.66@mail.ru

Фарвазова Эвелина Азатовна, кандидат экономических наук, преподаватель кафедры экономической безопасности, финансов и учета Института экономики и права, Курганский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1134-9294>, SPIN-код: 2117-0681, linulya07@mail.ru

Шарапов Юрий Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, SPIN-код: 1969-4720, scharapov_yv@usue.ru

Information about the authors:

Valentina M. Sharapova, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of accounting and auditing, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, Scopus ID: 57207849396, SPIN-code: 2611-9368, agroprom23@mail.ru

Natalya V. Sharapova, doctor of economic sciences, associate professor, head of the department of accounting and auditing, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, Scopus ID: 57207841429, Researcher ID: E-5294-2016, SPIN-code: 8466-9639, sharapov.66@mail.ru

Evelina A. Farvazova, candidate of economic sciences, lecturer of the department of economic security, finance and accounting of the Institute of economics and law, Kurgan State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1134-9294>, SPIN-code: 2117-0681, linulya07@mail.ru

Yuri V. Sharapov, candidate of economic sciences, associate professor of the department of business informatics, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, SPIN-code: 1969-4720, scharapov_yv@usue.ru





Научная статья
УДК 338.242.44
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_428

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ НА МАСШТАБИРОВАНИЕ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А.Е. Плахин, Е.Г. Шеина

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Аспекты эффективности мер государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП) в сфере сельского хозяйства являются актуальной научной проблемой. Цель исследования состоит в выявлении степени связанности между факторами государственной поддержки и результирующими показателями субъектов МСП в масштабах РФ, осуществляющих деятельность, относящуюся к разделу А «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» согласно Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности. Гипотеза исследования заключается в идее о возможной взаимосвязанности мер государственной поддержки субъектов МСП в сфере сельского хозяйства и масштабирования их деятельности, проявляющегося в положительном преобразовании не только выручки (оборота) и средней численности сотрудников, а целого комплекса показателей, в совокупности отражающего положительное или отрицательное значение индикатора потенциала масштабирования МСП. Методами исследования явились применение программно-целевого подхода при отборе факторов государственной поддержки и корреляционного анализа для оценки влияния указанных факторов на 9 показателей деятельности МСП в сфере сельского хозяйства. Результаты исследования выявили разнонаправленное влияние мер государственной поддержки. Установлено, что рост объемов предоставленных поручительств по кредитам и банковским гарантиям субъектов МСП и микрозаймов в 2019-2023 гг. имеет различную степень влияния на индикатор потенциала масштабирования МСП. Коэффициент корреляции свыше 0,9 выявлен при связи факторов государственной поддержки с показателями выручки (оборота), рентабельности, активов, капитала и резервов. Практическая значимость статьи заключается в формировании научно-методических представлений о необходимости усиления градации между результирующими показателями деятельности субъектов МСП в сфере сельского хозяйства, что позволит идентифицировать развитие указанных предприятий и комплексно оценивать потенциал их масштабирования.

Ключевые слова: масштабирование, субъекты предпринимательства, малые и средние предприятия, сельское хозяйство, меры государственной поддержки, национальный проект, управление

Original article

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GOVERNMENT SUPPORT MEASURES TO SCALE SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN THE FIELD OF AGRICULTURE

A.E. Plakhin, E.G. Sheina

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Abstract. Aspects of the effectiveness of state support measures for small and medium-sized enterprises (SMEs) in the field of agriculture are an urgent scientific problem. The purpose of the study is to identify the degree of connectivity between government support factors and the resulting indicators of SMEs in the Russian Federation engaged in activities related to Section A "Agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming" according to the All-Russian Classifier of Economic Activities. The hypothesis of the study is the idea of the possible interconnectedness of government support measures for SMEs in the field of agriculture and the scaling potential of their activities, manifested in a positive transformation of not only revenue (turnover) and the average number of employees of enterprises, but a whole range of indicators, collectively reflecting the positive or negative value of indicator of the scaling potential of SMEs. The research methods were the application of a program-based approach to the selection of government support factors and correlation analysis to assess the impact of these factors on 9 indicators of SMEs in agriculture. The results of the study revealed the multidirectional impact of government support measures. It has been established that the growth in the volume of guarantees provided for loans and bank guarantees for SMEs and microloans in 2019-2023 has varying degrees of influence on the indicator of the scaling potential of SMEs. A correlation coefficient of over 0,9 was found when government support factors were associated with revenue (turnover), profitability, assets, capital, and reserves. The practical significance of the article lies in the formation of scientific and methodological ideas about the need to strengthen the gradation between the resulting indicators of SME in agriculture, which will allow identifying the development of these enterprises and comprehensively assessing their scaling potential.

Keywords: scaling, business entities, small and medium-sized enterprises, agriculture, government support measures, national project, management

Введение. Подходы к стратегическому управлению развитием субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП) в настоящий момент претерпевают значительную эволюцию, обусловленную стремительной сменяемостью всех процессов в экономике и обществе в целом, глобализацией конкурентной рыночной среды, возрастанием требований к производимым малыми и средними предприятиями товарам, работам, услугам на фоне усиливающегося санкционного давления [1], а также нарастанием и непредсказуемостью наступления и воздействия кризисных явлений в мировом пространстве. Именно малый и средний бизнес

способен стимулировать развитие экономики с точки зрения вклада в экономический рост [2], обеспечения занятости и структурирования диверсификации общества [3], увеличения объема налоговых поступлений в бюджеты и расширения ассортимента товаров и услуг [4]. При этом наиболее уязвимыми и нестабильными являются малые и средние предприятия в сфере сельского хозяйства, развитие которых чрезвычайно подвержено влиянию трансформации экономики [5], что обусловлено самой спецификой отрасли, зависящей от сезонности и спроса, а также силы воздействия факторов внешней среды [6, 7].

Сельское хозяйство как одна из приоритетных отраслей национальной экономики любой страны способствует не только бесперебойному обеспечению продовольственной безопасности и технологического суверенитета государства [8], но и достижению результатов таких национальных целей развития, как увеличение продолжительности жизни нации, улучшение демографии, содействие занятости и внедрение новых индивидуальных форм хозяйствования в сельских территориях [9], становление успешного предпринимательства и усиление потенциала малых и средних предприятий к развитию и масштабированию бизнеса. В связи



с указанными характеристиками малые и средние предприятия в сфере сельского хозяйства наиболее остро нуждаются в действенных мерах государственной поддержки, призванных нейтрализовать негативные факторы воздействия на отрасль, а также на отдельные показатели деятельности МСП, способствующие их масштабированию, что позволяет определить тему исследования как актуальную.

Под масштабированием субъектов малого и среднего предпринимательства в рамках исследования авторы понимают реализацию управленческих решений на всех уровнях управления — от конкретной организации до уровня федеральных органов исполнительной власти, в результате которых происходят положительные преобразования результирующих показателей деятельности малых и средних предприятий, в том числе переход из одной категории субъектов предпринимательской деятельности в другую.

Целью исследования является определение степени влияния отдельных мер государственной поддержки на результирующие показатели деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского хозяйства в масштабах РФ и выявление на данной основе наличия или отсутствия динамики изменения указанных показателей, характеризующей положительное или отрицательное значение индикатора потенциала масштабирования субъектов МСП.

Традиционно в качестве маркеров масштабирования субъектов малого и среднего предпринимательства принимают положительные изменения таких показателей деятельности, как выручка (оборот) и средняя численность работников¹, однако авторы полагают необходимым рассмотреть комплекс из 9 показателей, находящихся вне поля внимания законодательства, и определить совокупность указанных показателей как индикатор потенциала масштабирования субъектов МСП, который может принимать положительное или отрицательное значение в зависимости от направленности их изменений, отражающих динамику развития МСП.

В связи с этим авторы считают обоснованным выдвинуть и протестировать гипотезу исследования, заключающуюся в идее о возможной взаимосвязанности мер государственной поддержки субъектов МСП в сфере сельского хозяйства и индикатора потенциала масштабирования их деятельности, проявляющегося в положительном преобразовании не только выручки (оборота) и средней численности сотрудников предприятий, а целого комплекса показателей.

Задачи исследования обусловлены поставленной целью и заключаются в следующем:

- провести отбор и структурирование показателей государственной поддержки и результирующих показателей деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского хозяйства, изменения которых в совокупности отражают индикатор потенциала масштабирования субъектов МСП, для проведения анализа;
- выполнить корреляционный анализ с целью выявления степени и силы связи между указанными показателями и выявить показатели, наиболее чувствительные к мерам государственной поддержки;

– сформулировать выводы и рекомендации для дальнейшего совершенствования направленности и возможной диверсификации мер государственной поддержки в зависимости от отраслевых особенностей и необходимости целенаправленного воздействия на конкретные показатели деятельности субъектов МСП в сфере сельского хозяйства.

Научная новизна исследования заключается в развитии методических подходов к оценке влияния мер государственной поддержки на результирующие показатели деятельности малых и средних предприятий в сфере сельского хозяйства, что позволяет визуализировать полученные результаты в виде шкалы воздействия мер поддержки с выявлением отрицательного и положительного значений индикатора потенциала масштабирования субъектов МСП.

Объектом исследования являются малые и средние предприятия в РФ, осуществляющие деятельность, относящуюся к разделу А «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», соответствующие кодам 01, 02, 03 в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД).

Методология и методы исследования.

Для достижения обозначенной цели исследования, первоначально, по мнению авторов, необходимо структурировать целевые направления масштабирования субъектов малого и среднего предпринимательства на уровне национальной экономики страны. Развитие отраслей народного хозяйства происходит в рамках реализации национальных проектов и государственных программ и является неотъемлемым процессом выстроенной нормативно-правовой многоуровневой вертикали в РФ (рис. 1).

Государственная поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства осу-

ществлялась в соответствии с реализацией национального проекта РФ «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы».

Традиционно, в качестве положительных результатов реализации мер государственной поддержки малых и средних предприятий отмечают формирование благоприятного предпринимательского климата и усиление доступности льготных финансовых ресурсов [10, 11], оказание консультационной и грантовой поддержки начинающим фермерам. Вместе с тем анализируются факторы, препятствующие развитию малых и средних предприятий [12], подчеркивается недостаточная адресность мер государственной поддержки и непрозрачность условий ее предоставления [13].

При более детальном рассмотрении показателей развития субъектов МСП часто применяются методы количественного анализа, основанные на динамике таких показателей, как общее количество малых и средних предприятий в стране/регионе, количество субъектов МСП в расчете на 1 тыс. человек населения, численность занятых в секторе малого и среднего бизнеса и др. [14].

Авторы полагают, что отражать развитие и наличие потенциала масштабирования субъектов МСП в сфере сельского хозяйства могут не только показатели выручки (оборота) и средней численности работников предприятий, но также и другие показатели, свидетельствующие об усилении устойчивости указанных предприятий, например, уровень рентабельности, величина активов, увеличение капитала и пр., однако взаимосвязь и взаимовлияние развития данных показателей и результатов мер государственной поддержки остаются недостаточно исследованными, в связи с чем авторам видится необходимым устранить имеющийся научный пробел, что возможно воплотить при отборе необходимых

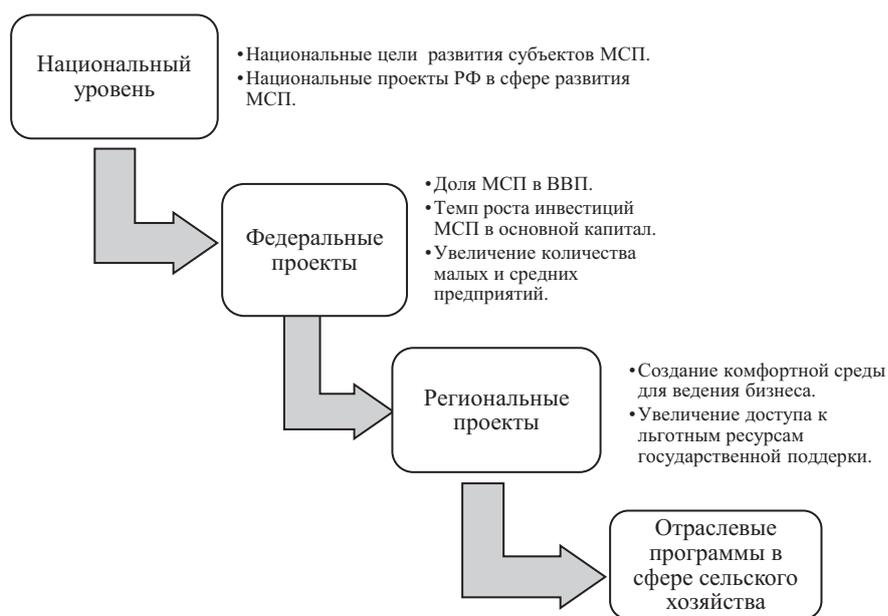


Рисунок 1. Порядок определения нормативно-законодательной вертикали масштабирования субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского хозяйства

Figure 1. The procedure for determining the regulatory and legislative vertical scaling of small and medium-sized enterprises in the field of agriculture

¹ Федеральный закон № 209-ФЗ от 24.07.2007 «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25971>





для формирования выводов показателей государственной поддержки и результирующих показателей деятельности субъектов МСП в сфере сельского хозяйства, характеризующих изменения индикатора потенциала их масштабирования, и сравнения методом корреляционного анализа.

Корреляционный анализ проводился авторами на основе сформированной авторами экспериментальной базы исследования — статистических данных по реализации национального проекта в РФ и показателей деятельности малых и средних предприятий в сфере сельского хозяйства из официальных источников и статистических сборников за период с 2019 по 2023 гг. посредством программы Excel.

В рамках анализа субъекты МСП структурированы на три группы — микропредприятия, малые предприятия и средние предприятия, в соответствии с законодательством Российской Федерации².

Для определения значения и силы связанности показателей в ходе исследования авторами

применялась интерпретация значений через коэффициент корреляции в соответствии со шкалой Чеддока³.

Для проведения корреляционного анализа авторами были выбраны две группы показателей: показатели государственной поддержки и 9 результирующих показателей деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства, осуществляющих деятельность в РФ, относящуюся к разделу А «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», соответствующую кодам 01, 02, 03 в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД).

В качестве показателей государственной поддержки предпринимательства в масштабах РФ в рамках профильного национального проекта, способных оказывать, по мнению авторов, существенное влияние на масштабирование субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского хозяйства, выделены такие показатели, как общий бюджет национального проекта (x11), темп роста поручительств

субъектам МСП (x12), темп роста микрозаймов субъектам МСП (x13).

В качестве результирующих показателей деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского хозяйства, в совокупности отражающих положительное или отрицательное значение индикатора масштабирования субъектов МСП, авторами были отобраны такие показатели, как выручка (оборот) от реализации товаров, работ, услуг (y21), средняя численность работников предприятий (y22), рентабельность проданных товаров, работ, услуг (y23), активы всего (y24), рентабельность активов (y25), капитал и резервы (y26), коэффициент текущей ликвидности (y27), коэффициент автономии (y28), темп роста среднемесячной начисленной заработной платы работников МСП (y29) (табл. 1).

Результаты исследования. По результатам проведенного анализа установлено (табл. 2), что в целом национальный проект имел благоприятное влияние на деятельность микро, малых и средних предприятий в сфере сельского

Таблица 1. Показатели государственной поддержки и результирующие показатели деятельности МСП в сфере сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства

Table 1. Indicators of government support and resulting indicators of SMEs activity in the field of agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming

Условное обозначение	Показатели государственной поддержки	Условное обозначение	Результирующие показатели деятельности МСП, характеризующие индикатор потенциала их масштабирования	Сила связи между x и y
x11	Общий бюджет национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», млрд. руб.	y21	Выручка (оборот) от реализации товаров, работ, услуг, млрд. руб.	< 0,1 = отсутствие связи 0,1 — 0,3 = слабая 0,3 — 0,5 = умеренная 0,5 — 0,7 = заметная 0,7 — 0,9 = сильная > 0,9 = очень сильная
		y22	Средняя численность работников предприятий, тыс. человек	
		y23	Рентабельность проданных товаров, работ, услуг, %	
x12	Темп роста поручительств субъектам МСП, %	y24	Активы всего, млрд. руб.	
		y25	Рентабельность активов, %	
		y26	Капитал и резервы, млрд. руб.	
x13	Темп роста микрозаймов субъектам МСП, %	y27	Коэффициент текущей ликвидности, %	
		y28	Коэффициент автономии, %	
		y29	Темп роста среднемесячной начисленной заработной платы работников МСП, %	

Таблица 2. Определение степени влияния государственной поддержки на результирующие показатели субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства

Table 2. Determination of the degree of influence of state support on the resulting indicators of small and medium-sized businesses in the field of agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming

Результирующие показатели субъектов малого и среднего предпринимательства в сфере сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства (y21-y29)	Общий бюджет национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», млрд руб. (x11)			Темп роста поручительств субъектам МСП, % (x12)			Темп роста микрозаймов субъектам МСП, % (x13)		
	Малые	Микро	Средние	Малые	Микро	Средние	Малые	Микро	Средние
Выручка (оборот) от реализации товаров, работ, услуг, млрд руб. (y21)	0,9536	0,7546	0,9059	0,8292	0,8493	0,8019	-0,6975	-0,8870	-0,7360
Средняя численность работников предприятий, тыс. человек (y22)	-0,4562	-0,7894	0,2122	-0,7660	-0,7672	0,7498	0,9477	0,8013	-0,9586
Рентабельность проданных товаров, работ, услуг, % (y23)	0,8522	0,8336	0,9137	0,8488	0,8749	0,7999	-0,8205	-0,8520	-0,7261
Активы всего, млрд руб. (y24)	0,9333	0,9806	0,9138	0,7999	0,7156	0,7815	-0,7036	-0,5516	-0,7102
Рентабельность активов, % (y25)	0,8440	0,8761	0,7113	0,8234	0,8460	0,8419	-0,8083	-0,7983	-0,9052
Капитал и резервы, млрд руб. (y26)	0,9929	0,9085	0,9358	0,7699	0,4464	0,8795	-0,5679	-0,0877	-0,7495
Коэффициент текущей ликвидности, % (y27)	0,5465	-0,6130	-0,9459	-0,0670	-0,9016	-0,6904	0,0753	0,9771	0,5812
Коэффициент автономии, % (y28)	0,8403	0,4869	-0,8733	0,2561	-0,1145	-0,2927	0,0828	0,5072	0,0820
Темп роста среднемесячной начисленной заработной платы работников МСП, % (y29)	0,4849	0,4680	0,2456	0,1459	0,7361	0,0424	-0,2976	-0,9244	-0,3061

² Федеральный закон № 209-ФЗ от 24.07.2007 «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/25971>

³ Автоматические инструменты измерений и методы анализа данных. Режим доступа: <https://stepik.org/lesson/424892/step/7?unit=414724>



хозяйства, оказывая наиболее сильное положительное влияние на такие показатели их деятельности, как выручка (оборот), рентабельность проданных товаров, работ, услуг, активы и рентабельность активов, капитал и резервы, а также коэффициент автономии — для малых предприятий. Слабое положительное влияние наблюдается на темп роста среднемесячной начисленной заработной платы работников МСП.

Отсутствие влияния можно зафиксировать на такие показатели, как средняя численность работников по всем категориям предприятий, коэффициент текущей ликвидности — для микро и средних предприятий, коэффициент автономии — для средних предприятий.

В рамках национального проекта были реализованы как финансовые, так и нефинансовые меры государственной поддержки малых и средних предприятий в сфере сельского хозяйства, консультационные и образовательные услуги, а также услуги центра поддержки экспорта. Однако наибольшая доля финансирования от государства регулярно выделялась на предоставление поручительств по кредитам и банковским гарантиям субъектов МСП и предоставление микрозаймов, так как усиление доступности льготных кредитных ресурсов является одним из приоритетов государственной политики поддержки предпринимательства на протяжении последних десятилетий.

Этим фактом обусловлен выбор авторов в качестве показателей мер государственной поддержки — темп роста поручительств и темп роста микрозаймов субъектам МСП, так как именно поручительства и микрозаймы являются ключевыми инструментами финансовых мер государственной поддержки, количество и объем выдач которых растут ежегодно по всей стране, а сельскохозяйственные малые и средние предприятия стабильно являются их активными получателями.

Индикатор потенциала масштабирования субъектов МСП является положительным при коэффициенте корреляции более 0,5 по пяти и более результирующим показателям деятельности МСП.

При значении коэффициента корреляции более 0,5 по четырем и менее результирующим показателям деятельности МСП индикатор потенциала масштабирования можно определить, как слабый.

При значении коэффициента корреляции менее 0,5, а также отрицательном его значении по четырем и более результирующим показателям деятельности МСП, индикатор потенциала масштабирования следует определить, как отрицательный.

По результатам проведенного авторами анализа установлено, что темп роста поручительств по кредитам и банковским гарантиям субъектов МСП оказывает сильное положительное влияние на большинство результирующих показателей деятельности всех категорий МСП в сфере сельского хозяйства, следовательно, индикатор потенциала масштабирования субъектов МСП является положительным.

Отсутствие влияния можно отметить с коэффициентом текущей ликвидности для микро и средних предприятий и средней численностью работников для микро и малых предприятий в сфере сельского хозяйства. При этом на рост средней численности работников средних предприятий темп роста поручительств влияет положительно.

Что касается темпа роста микрозаймов, выданных субъектам МСП, то можно сделать вывод об отсутствии влияния практически со всеми результирующими показателями сельскохозяйственных предприятий, кроме коэффициентов текущей ликвидности и автономии, что свидетельствует об отрицательном значении индикатора потенциала масштабирования субъектов МСП. И наоборот — по показателю средней численности работников сельскохозяйственных малых и средних предприятий наблюдается сильная положительная связь с темпом роста микрозаймов субъектам МСП, в отличие от темпа роста поручительств и в целом влияния мер государственной поддержки в рамках национального проекта.

Область применения результатов. Полученные результаты подтвердили авторскую гипотезу, выдвинутую в исследовании. На основе проведенного авторами анализа можно сформулировать научно-практические рекомендации о необходимости дифференцировать меры государственной поддержки в зависимости от конкретной отрасли и потребностей предпринимателей, так как очевидно, что предоставление микрозаймов оказывает недостаточное влияние на большинство показателей деятельности малых и средних предприятий в сфере сельского хозяйства, и замедляет потенциал их масштабирования. Связано данное обстоятельство, вероятно, с законодательным ограничением по сроку микрозаймов в рамках мер государственной поддержки (не более 36 месяцев) и отсутствием гибкости в графике гашения (как правило, аннуитетные платежи), что совершенно не подходит для сельского хозяйства с присущей данной отрасли необходимостью значительных капитальных вложений в оборудование и др., а также ярко выраженной сезонностью и отсутствием платежеспособности в течение продолжительного периода времени в календарном году.

Выводы. Установлено, что рост объемов предоставленных поручительств по кредитам

и банковским гарантиям субъектов МСП и микрозаймов имеют различную степень влияния на результирующие показатели деятельности сельскохозяйственных малых и средних предприятий.

На рисунке 2 графически отображена шкала воздействия мер государственной поддержки на индикатор потенциала масштабирования субъектов МСП в сфере сельского хозяйства. Значения получены авторами в результате суммарной оценки воздействия на микро, малые и средние предприятия в сфере сельского хозяйства показателей государственной поддержки — темпа роста поручительств и темпа роста микрозаймов субъектам МСП.

Темп роста поручительств имеет положительное влияние на изменение не только показателей выручки (оборота) субъектов МСП в сфере сельского хозяйства, но также активов, капитала и резервов, рентабельности проданных товаров, работ, услуг и рентабельности активов.

Темп роста микрозаймов демонстрирует отсутствие влияния на все показатели деятельности МСП, кроме коэффициентов текущей ликвидности, автономии и средней численности работников предприятий.

Полученные авторами результаты исследования позволяют расширить научно-практические представления о целесообразности разработки и развития таких мер государственной поддержки МСП в сфере сельского хозяйства, которые способны обеспечить стабильное улучшение финансово-экономических показателей их деятельности, акцентируя внимание на необходимости усиления градации между ними, что позволит идентифицировать развитие указанных предприятий и оценить потенциал их масштабирования.

Дальнейшие исследования в представленной тематике видятся авторам в направлении активизации внимания к отраслевой диверсификации государственной поддержки, так как

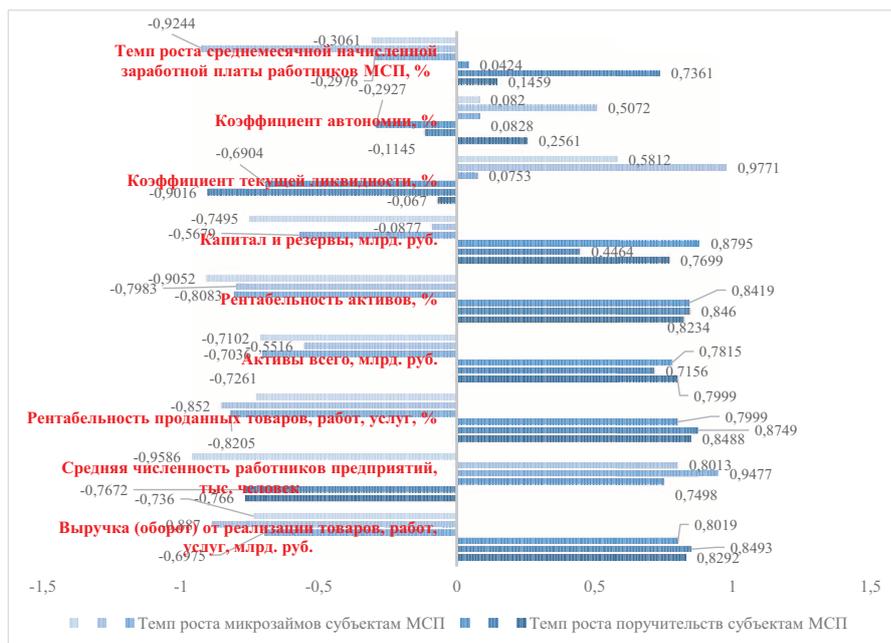


Рисунок 2. Шкала воздействия мер государственной поддержки на индикатор потенциала масштабирования субъектов МСП в сфере сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства

Figure 2. The scale of the impact of government support measures on the indicator of the scaling potential of SMEs in the field of agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming





один или несколько субъектов МСП, получивших меры государственной поддержки, в результате чего улучшивших показатели деятельности не на уровне конкуренции, а на уровне усиления синхронного взаимодействия с другими МСП в данной отрасли, что позволяет вывести всю отрасль на качественно новый уровень, образуя единую масштабируемую отраслевую экосистему малых и средних предприятий.

Список источников

1. Савватеев Е.В., Гаджимирзоев Г.И., Федосына А.В., Бураев Ф.В. Российская пищевая промышленность и сельское хозяйство в условиях санкций — пути решения проблем и дальнейшего развития // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 6 (88). С. 65-74. doi: 10.33938/226-65
2. Tshikovhi, N., More, K., Cele, Z. (2023). Driving Sustainable Growth for Small and Medium Enterprises in Emerging Urban-Rural Economies. *Sustainability*, no. 15 (21), 15337. doi: 10.3390/su152115337
3. Ковалев В.Е., Новикова К.В., Добровлянин В.Д. Внедрение ERP-систем малыми и средними компаниями в России: барьеры и перспективы // Управленец. 2023. Т. 14. № 6. С. 77-90. doi: 10.29141/2218-5003-2023-14-6-6
4. Орел А.А., Заборовская О.В., Семенов А.С. Государственная финансовая поддержка субъектов малого и среднего предпринимательства в Ленинградской области как фактор устойчивого развития региона // Вестник Академии знаний. 2021. № 46 (5). С. 243-252. doi: 10.24412/2304-6139-2021-5-243-252
5. Семин А.Н., Сбитнев Н.А. К вопросу об устойчивом и конкурентном развитии сельского хозяйства и сельских территорий в условиях новых вызовов и трансформационной экономики // Агротрансформационная политика России. 2024. № 2-3 (110). С. 25-30. doi: 10.35524/2227-0280_2024_02-03_25
6. Gusmanov, R.U., Semin, A.N., Stovba, E.V., Avarskii, N., Zalilova, Z.A., Faizov, N.Sh. (2023). Developing a strategy for sustainable rural development in the Covid-19 pandemic. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 32, no. 2, pp. 1125-1143. doi: 10.15244/pjoes/156034
7. Зозуля А.В., Зозуля П.В., Мезина Т.В., Малышкин Н.Г. Обоснование разработки мер по нейтрализации санкционного давления и дальнейшему развитию экономики России // Вестник Евразийской науки. 2023. Т. 15. № 2. URL: <https://esj.today/PDF/45ECVN223.pdf>. doi: 10.15862/45ECVN223
8. Труба А.С., Каратаева О.Г. Цифровая трансформация региональных подкомплексов АПК // Russian Journal of Management. 2023. Т. 11. № 2. С. 153-159. doi: 10.29039/2409-6024-2023-11-2-153-159
9. Семин А.Н., Сосенков А.В. О новых индивидуальных формах хозяйствования: самозанятые в аграрной сфере экономики // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 5. С. 68-74. doi: 10.31442/0235-2494-2024-0-5-68-74

10. Труба А.С., Абряндина В.В. Совершенствование экономических отношений участников малого предпринимательства в сфере рыбного хозяйственного комплекса // Агротрансформационная политика России. 2023. № 4 (107). С. 8-14. doi: 10.35524/2227-0280_2023_04_08

11. Тихомиров А.И., Фомин А.А. Государственная поддержка АПК России: основные тенденции и социально-экономическое значение // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 121-125. doi: 10.55186/25876740_2024_67_2_121

12. Navarathne, K.A.S. (2023). An exploratory case study of the factors hindering the success of small and medium enterprises. *Journal of Small Business Strategy*, vol. 33, no. 2, pp. 53-63. doi: 10.53703/001c.77456

13. Bessonova, E. (2023). Firms' efficiency, exits and government procurement contracts. *European Journal of Political Economy*, no. 76 (11), 102253. doi: 10.1016/j.ejpolco.2022.102253

14. Седова Н.В., Назаренко А.А. Развитие малого и среднего предпринимательства как фактор обеспечения экономической безопасности Российской Федерации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2019. Т. 15. № 8 (377). С. 1424-1439. doi: 10.24891/ni.15.8.1424

References

1. Savvatayev, E.V., Gadzhimirzoev, G.I., Fedos'ina, A.V., Buraev, F.V. (2022). Rossiiskaya pishchevaya promyshlennost' i sel'skoe khozyaistvo v usloviyakh sanktsii — puti resheniya problem i dal'neishego razvitiya [The Russian food industry and agriculture under sanctions — ways to solve problems and further development]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 6 (88), pp. 65-74. doi: 10.33938/226-65
2. Tshikovhi, N., More, K., Cele, Z. (2023). Driving Sustainable Growth for Small and Medium Enterprises in Emerging Urban-Rural Economies. *Sustainability*, no. 15 (21), 15337. doi: 10.3390/su152115337
3. Kovalev, V.E., Novikova, K.V., Dobrovlyanin, V.D. (2023). Vnedrenie ERP-sistem malymi i srednimi kompaniyami v Rossii: bar'ery i perspektivy [Implementation of ERP systems by small and medium-sized companies in Russia: barriers and prospects]. *Upravlenets* [The Manager], vol. 14, no. 6, pp. 77-90. doi: 10.29141/2218-5003-2023-14-6-6
4. Ore, A.A., Zaborovskaya, O.V., Semenov, A.S. (2021). Gosudarstvennaya finansovaya podderzhka sub'ektorov malogo i srednego predprinimatel'stva v Leningradskoi oblasti kak faktor ustoychivogo razvitiya regiona [State financial support for small and medium-sized businesses in the Leningrad region as a factor of sustainable development of the region]. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of knowledge], no. 46 (5), pp. 243-252. doi: 10.24412/2304-6139-2021-5-243-252
5. Semin, A.N., Sbitnev, N.A. (2024). K voprosu ob ustoychivom i konkurentnom razvitiy sel'skogo khozyaistva i sel'skikh territoriy v usloviyakh novykh vyzovov i transformatsionnoy ehkonomiki [On the issue of sustainable and competitive development of agriculture and rural areas in the context of new challenges and transformational economy]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Agro-food

policy in Russia], no. 2-3 (110), pp. 25-30. doi: 10.35524/2227-0280_2024_02-03_25

6. Gusmanov, R.U., Semin, A.N., Stovba, E.V., Avarskii, N., Zalilova, Z.A., Faizov, N.Sh. (2023). Developing a strategy for sustainable rural development in the Covid-19 pandemic. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 32, no. 2, pp. 1125-1143. doi: 10.15244/pjoes/156034

7. Zozulya, A.V., Zozulya, P.V., Mezina, T.V., Malyshekin, N.G. (2023). Obosnovanie razrabotki mer po neutralizatsii sanktsionnogo davleniya i dal'neishemu razvitiyu ehkonomiki Rossii [Substantiation of the development of measures to neutralize sanctions pressure and further development of the Russian economy]. *Vestnik Evraziiskoi nauki* [The Eurasian scientific journal], vol. 15, no. 2. Available at: <https://esj.today/PDF/45ECVN223.pdf>. doi: 10.15862/45ECVN223

8. Truba, A.S., Karataeva, O.G. (2023). Tsifrovaya transformatsiya regional'nykh podkompleksov APK [Digital transformation of regional agricultural subcomplexes]. *Russian Journal of Management*, vol. 11, no. 2, pp. 153-159. doi: 10.29039/2409-6024-2023-11-2-153-159

9. Semin, A.N., Sosonkov, A.V. (2024). O novykh individual'nykh formakh khozyaistvovaniya: samozanyatyie v agrarnoi sfere ehkonomiki [On new individual forms of management: the self-employed in the agricultural sector of the economy]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 5, pp. 68-74. doi: 10.31442/0235-2494-2024-0-5-68-74

10. Truba, A.S., Abyrandina, V.V. (2023). Sovershenstvovanie ehkonomicheskikh otnochenii uchastnikov malogo predprinimatel'stva v sfere rybnogo khozyaistvennogo kompleksa [Improving the economic relations of small business participants in the field of the fishing industry]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Agro-food policy in Russia], no. 4 (107), pp. 8-14. doi: 10.35524/2227-0280_2023_04_08

11. Tikhomirov, A.I., Fomin, A.A. (2024). Gosudarstvennaya podderzhka APK Rossii: osnovnye tendentsii i sotsial'no-ehkonomicheskoe znachenie [State support for the Russian agro-industrial complex: main trends and socio-economic significance]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2 (398), pp. 121-125. doi: 10.55186/25876740_2024_67_2_121

12. Navarathne, K.A.S. (2023). An exploratory case study of the factors hindering the success of small and medium enterprises. *Journal of Small Business Strategy*, vol. 33, no. 2, pp. 53-63. doi: 10.53703/001c.77456

13. Bessonova, E. (2023). Firms' efficiency, exits and government procurement contracts. *European Journal of Political Economy*, no. 76 (11), 102253. doi: 10.1016/j.ejpolco.2022.102253

14. Sedova, N.V., Nazarenko, A.A. (2019). Razvitie malogo i srednego predprinimatel'stva kak faktor obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [The development of small and medium-sized businesses as a factor in ensuring the economic security of the Russian Federation]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National interests: priorities and security], vol. 15, no. 8 (377), 1424-1439. doi: 10.24891/ni.15.8.1424

Информация об авторах:

Плахин Андрей Евгеньевич, доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента и предпринимательства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1379-0497>, Scopus ID: 57193735943, Researcher ID: R-4862-2018, SPIN-код: 8127-8588, apla@usue.ru

Шейна Екатерина Георгиевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и предпринимательства, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-4777-5351>, Scopus ID: 57207453091, Researcher ID: R-7792-2018, SPIN-код: 4496-0528, sheinaeg@usue.ru

Information about the authors:

Andrey E. Plakhin, doctor of economic sciences, associate professor, head of the department of management and entrepreneurship, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1379-0497>, Scopus ID: 57193735943, Researcher ID: R-4862-2018, SPIN-code: 8127-8588, apla@usue.ru

Ekaterina G Sheina, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of management and entrepreneurship, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-4777-5351>, Scopus ID: 57207453091, Researcher ID: R-7792-2018, SPIN-code: 4496-0528, sheinaeg@usue.ru



Научная статья

УДК 631.452

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_433

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПЛОДРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ПРИРОДНЫМ ЗОНАМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Н.М. Почёмин¹, Г.Г. Морковкин¹, Д.А. Шаповалов¹, Н.Б. Максимова²¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия²Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по разработке метода расчёта совокупного почвенного балла (СПБ) на основе моделирования урожайности сельскохозяйственных культур для оценки уровня плодородия земель сельскохозяйственного назначения по сравнению с эталонными участками с учетом их выбора для внутризональной и межзональной дифференциации с использованием геометрического среднего относительных значений ключевых почвенных, гидротермических, климатических и вегетационных показателей, адаптированный под условия Алтайского края. Исследования основываются на совмещении и совершенствовании методик разработанных Государственным научно-исследовательским институтом земельных ресурсов и методов моделирования урожайности по Л.М. Бурлаковой с использованием моделей машинного обучения. В расчетах использованы многолетние статистические данные Росстата (2007-2024 гг.), агрохимические показатели, климатические реанализы ERA5-Land (январь-май 2007-2024 гг.), спутниковые индексы NDVI/MODIS (2013-2014 гг.) и цифровые почвенные карты OpenLandMap/SoilGrids. Применён зональный подход с отдельной калибровкой модели Random Forest для семи природных зон. Проведен анализ важности признаков, оценены метрические характеристики различных моделей. Показано, что ключевыми детерминантами урожайности являются гидротермические и гидрологические показатели, обеспеченность элементами минерального питания и факторы энергетического баланса. Разрабатываемая методика позволит повысить точность прогноза урожайности по природным зонам, а также оценивать пригодность земельных участков с помощью расчета совокупного почвенного балла для принятия решений по приоритетному введению земель в сельскохозяйственный оборот, в том числе неиспользуемой пашни, в соответствии с Государственной программой эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации (2021 г.). Полученные результаты могут служить научным основанием для аграрного планирования, ведения агромониторинга и адаптивного управления почвенными ресурсами.

Ключевые слова: показатели плодородия почв, урожайность, природные зоны, моделирование, Random Forest, ERA5-Land, NDVI, SoilGrids, Алтайский край

Original article

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING THE STATE OF LAND FERTILITY BASED ON MODELING THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS IN NATURAL ZONES OF THE ALTAI REGION

N.M. Pochyomin¹, G.G. Morkovkin¹, D.A. Shapovalov¹, N.B. Maximova²¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia²Altai state University, Barnaul, Russia

Abstract. The paper presents the results of research on the development of a method for calculating the total soil score (TSS) based on modeling the yield of agricultural crops to assess the fertility level of agricultural lands compared to reference sites, taking into account their selection for intrazonal and interzonal differentiation using the geometric mean of the relative values of key soil, hydrothermal, climatic and vegetation indicators, adapted to the conditions of the Altai Territory. The research is based on the combination and improvement of methods developed by the State Research Institute of Land Resources and methods of crop yield modeling according to L.M. Burlakova using machine learning models. The calculations used long-term statistical data from Rosstat (2007-2024), agrochemical indicators, ERA5-Land climate reanalyses (January-May 2007-2024), NDVI/MODIS satellite indices (2013-2014) and OpenLandMap/SoilGrids digital soil maps. A zonal approach with separate calibration of the Random Forest model for seven natural zones was applied. The importance of features was analyzed, and the metric characteristics of various models were assessed. It was shown that the key determinants of crop yields are hydrothermal and hydrological indicators, availability of mineral nutrition elements, and energy balance factors. The developed methodology will improve the accuracy of crop yield forecasts for natural zones, as well as assess the suitability of land plots by calculating the total soil score for making decisions on the priority introduction of land into agricultural circulation, including unused arable land, in accordance with the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Land into Circulation and Development of the Land Reclamation Complex of the Russian Federation (2021). The results obtained can serve as a scientific basis for agricultural planning, agromonitoring, and adaptive management of soil resources.

Keywords: soil fertility indicators, crop yield, natural zones, modeling, Random Forest, ERA5-Land, NDVI, SoilGrids, Altai Region

Введение. Алтайский край — регион с ярко выраженной природно-ландшафтной зональностью, где от южных ландшафтов сухой степи до предгорий Алтайских гор меняются климатические, почвенные и агроэкологические условия. Актуальность исследования обусловлена необходимостью учета локальных особенностей природно-почвенных условий при прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур, оптимизации агротехнологий и ресурсов водоснабжения. Современные методы машинного обучения позволяют обрабатывать многочисленные данные дистанционного зондирования,

метеорологии и почвенной химии, выявлять нелинейные зависимости и создавать точные прогностические модели.

В последние десятилетия задачи моделирования и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур привлекают всё большее внимание учёных и практиков. В работе Шмидта, В.Е. Куликова [1] показано, что статистико-математические методы позволяют учитывать широкий спектр агроэкологических факторов для оценки потенциальной продуктивности полей. Современные подходы активно объединяют дистанционное зондирование, кли-

матические и агрометеорологические показатели, способствует повышению точности моделей в разных климатических и топографических условиях [2, 3]. В то же время региональные исследования, например по Белгородской области, демонстрируют эффективность пространственно-обусловленных предиктивных моделей для мониторинга трансформации сельхозугодий, опирающихся на разнообразные источники данных — от спутниковых индексов до кадастровой информации [4, 5].

Одним из ключевых компонентов подобных исследований являются вегетационные

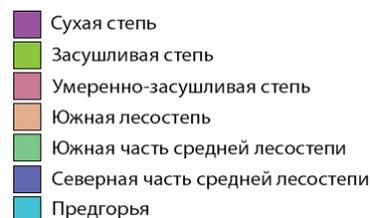
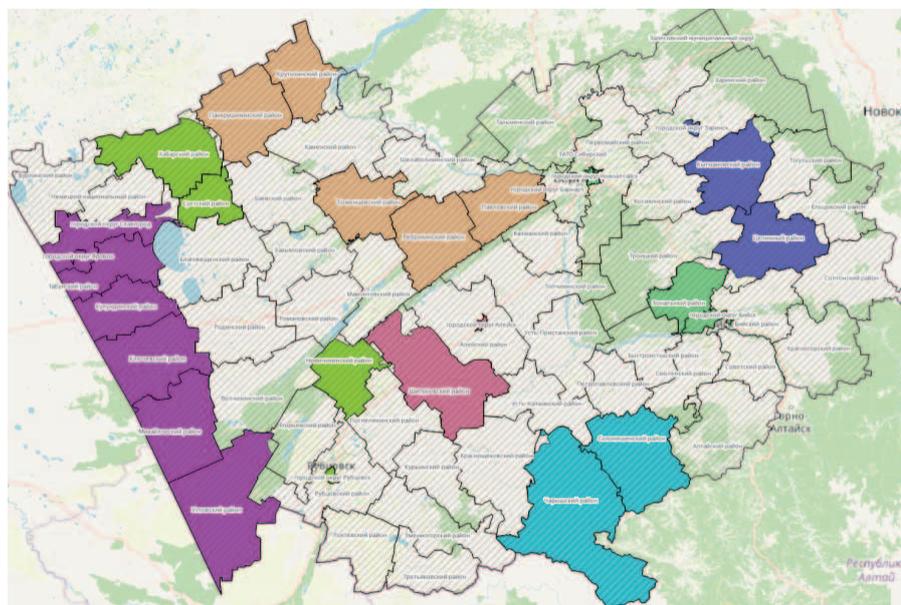


Рисунок 1. Природные ландшафты Алтайского края, включенные в исследования
Figure 1. Natural landscapes of the Altai Region included in the research

индексы (NDVI, EVI, SAVI), объединяемые в композитные показатели для анализа состояния растительности за вегетационный сезон [6]. В комбинации с гидротермическими коэффициентами (ГТК1 и ГТК2), суммой активных температур и климатическими переменными ERA5-Land, это позволяет формировать интегральные оценки плодородия и водного баланса почв [2, 4]. При этом качество глобальных продуктов, таких как SoilGrids 2.0 и OpenLandMap, подтверждается растущим количеством публикаций, демонстрирующих их способность давать надёжные пространственно-временные картины распределения ключевых почвенных параметров с учётом неопределённости [7, 8].

В основе современных машинно-обученных моделей прогнозирования урожайности часто лежат алгоритмы случайного леса и другие ансамблевые методы, предложенные L. Breiman [9], которые хорошо справляются с мультиколлинеарностью и позволяют оценивать вклад каждого фактора в конечный результат. Однако при использовании разнородных датасетов и неоднородных по разрешению источников (метеорологические сети, спутниковые переанализы, косвенное картографирование почв) встаёт задача стандартизации и нормализации данных, а также разработки алгоритмов агрегирования показателей до сопоставимого уровня [4, 6].

Цель данной работы — предложить усовершенствованный метод расчёта совокупного почвенного балла (СПБ) на основе моделирования урожайности сельскохозяйственных культур для оценки уровня плодородия земель сельскохозяйственного назначения с использованием геометрического среднего относительных значений ключевых почвенных, гидротермических, климатических и вегетационных показателей, адаптированный под условия Алтайского края. Для этого используются локальные метео-данные Управления Росстата [6], многолетние переанализы ERA5-Land [5], глобальные картографические продукты SoilGrids и OpenLandMap [7, 8], а также современные алгоритмы машинного обучения на базе Random Forest [9]. Такая интеграция разнообразных источников позволит получить более точную и воспроизводимую модель оценки агроэкологического потенциала исследуемых участков.

Объекты и методы исследований. Для дифференцированного подхода к моделированию урожайности нами были сгруппированы территории по природным ландшафтным особенностям, в частности, сухая степь, засушливая степь, умеренно-засушливая степь, южная лесостепь, южная часть средней лесостепи, северная часть средней лесостепи, предгорья Алтайских гор (рис. 1).

В качестве целевой переменной взята урожайность (ц/га) зерновых и зернобобовых культур (2007–2024) по данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай (<http://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst01/DBInet.cgi>) по разделу урожайность сельскохозяйственных культур (в расчёте на убранную площадь) по хозяйствам всех категорий на зерновые и зернобобовые культуры [5].

К сведениям об урожайности по муниципальным районам подкреплены данные из бюллетеня «Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965–2010 годы)» Федерального государственного учреждения Центра агрохимической службы «Алтайский», а именно таблица средневзвешенное содержание элементов питания в пахотных почвах Алтайского края по состоянию на 1.01.2011 г. по ключевым показателям агрохимического мониторинга: pH, гумус %, P₂O₅ мг/кг, K₂O мг/кг, N-NO₃ мг/кг.

Климатические данные ERA 5 были взяты за январь-май моделируемых лет. В качестве ключевого источника данных выступала БД Google Earth Engine — ERA5-Land Daily Aggregated — ECMWF Climate Reanalysis, ключевым источником выступает CDS Climate Data Store Copernicus. Климат: ERA5-Land Daily Aggregated (январь-май 2007–2024) — платформа GEE, CDS (150 переменных, разрешение 0.1°).

Вегетационные индексы: MODIS MCD43A4_006 NDVI (2013–2014), Sentinel-2 MSI (NDVI, EVI, SAVI). MODIS был апробирован в качестве материала для отработки методов получения информации о вегетационных индексах с позиционированием на точки отбора проб в сухостепной зоне. По итогам апробирования был составлен программный код на Python с использованием библиотеки GEEmap, но для итоговой модели выбран Sentinel-2 MSI из-за более высокого разрешения снимков.

Почвенные данные: SoilGrids (ISRIC) и OpenLandMap (Clay, Sand, SOC, Bulk Density, pH). OpenLandMap был апробирован на сравнении показателей с результатами агрохимического анализа на точках в сухой степи. Статистическая обработка показала низкие результаты сходимости показателей агрофизического и агрохимического анализа с модельными данными OpenLandMap. Имеющихся данных лабораторных обследований на сухую и луговую степь количественно не хватало для формирования выводов об учете агрофизических и агрохимических факторов в модели урожайности на природные зоны края (рис. 2). По этой причине в дальнейшем работа строилась на данных SoilGrids (ISRIC).

Результаты исследований и их обсуждение. При моделировании явлений с помощью сложных моделей машинного обучения следует проводить предварительный анализ имеющихся данных на линейные связи явлений. Такие исследования были проведены, основываясь на общих представлениях о связях факторов плодородия [10, 11].

В результате расчета корреляционных отношений были выявлены статистически значимые парные связи между такими показателями как гумус и влажность, NDVI (апрель-сентябрь года) и гумус (рис. 3, 4). Линейно среднестатистическими выделились ГТК (ГТК1 и ГТК2) к влажности и гумусу, а также содержание подвижных форм K₂O к NDVI.

Прямая регрессия: Влажность = 2.660 * Гумус + 3.871. Обратная регрессия: Гумус = 0.376 * Влажность + 1.455. Средняя абсолютная ошибка (MAE) модели линейной связи гумуса по влажности: 4.022% гумуса.

Нами были проанализированы данные космических наблюдений, а именно показания NDVI за апрель-сентябрь (нормализованного дифференцированного индекса растительности) как основного инструмента спутникового мониторинга посевов. Использовались данные MODIS/MCD43A4_006_NDVI. Количество проанализированных изображений на два вегетационных периода — 2013 и 2014 гг.: 367 шт.

Прямая регрессия: NDVI = 0.026 * Гумус + 0.351. Обратная регрессия: Гумус = 38.467 * NDVI + -13.485. Средняя абсолютная ошибка (MAE) модели линейной связи гумуса по NDVI: 4.443% гумуса.

Приведем несколько примеров корреляционных связей факторов к содержанию гумуса как ключевому элементу плодородия. За значимые считаем факторы с корреляционным коэффициентом выше 0,7 по модулю. Такими факторами стали: precipitation, lake_bottom_temperature_max, lake_mix_layer_temperature, lake_total_layer_temperature_max, leaf_area_index_high_vegetation_max, runoff_max, skin_reservoir_content_max, snow_cover_max, soil_temperature_level_1_max, sub_surface_runoff_max, volumetric_soil_water_layer_4_max. К урожайности же ни одного показателя с высокой прямой корреляционной связью нет (связь с гумусом с r = 0,43, самая значимая связь с показателем испаряемость = -0,63).



Вышеизложенное обосновывает использование нелинейных методов моделирования.

Временное окно, доступное для моделирования 2016-2024 гг. выбрано с учетом временных рамок функционирования миссии Sentinel-2. Агрегация климатических данных (расчет сумм и средних за январь-май каждого года) проведена для каждого района с целью прогноза урожайности на конец вегетационного сезона каждого отдельного года.

Введены два гидротермических коэффициента: ГТК1: соотношение суммарных осадков к сумме температур выше 10°C за май-июнь, ГТК2: аналогичный расчет за май-август, а также сумма температур выше 10°C (активные температуры). Эти показатели рассчитывались на основе многолетних метеоданных ERA5-Land (2018-2024).

С использованием данных Sentinel-2 за период май-август каждого года рассчитывались значения NDVI, EVI и SAVI. После устранения

облачных артефактов медианные значения за вегетационный период усреднялись по годам и интегрировались в композитный индекс продуктивности.

Расчет совокупного почвенного балла проводился по методу ГИЗРа (Государственный научно-исследовательский институт земельных ресурсов) [12]. В основу расчета положены материалы ГИЗР, которые предусматривают определение совокупного почвенного балла

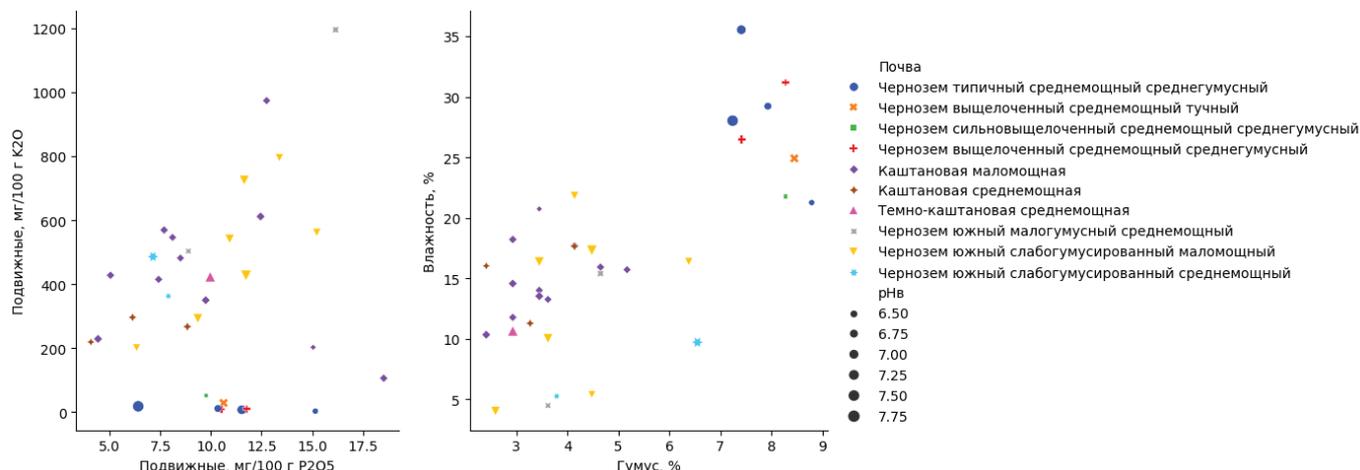


Рисунок 2. Распределение ключевых факторов в почвах исследуемых природных зон
Figure 2. Distribution of key factors in soils of the studied natural zones

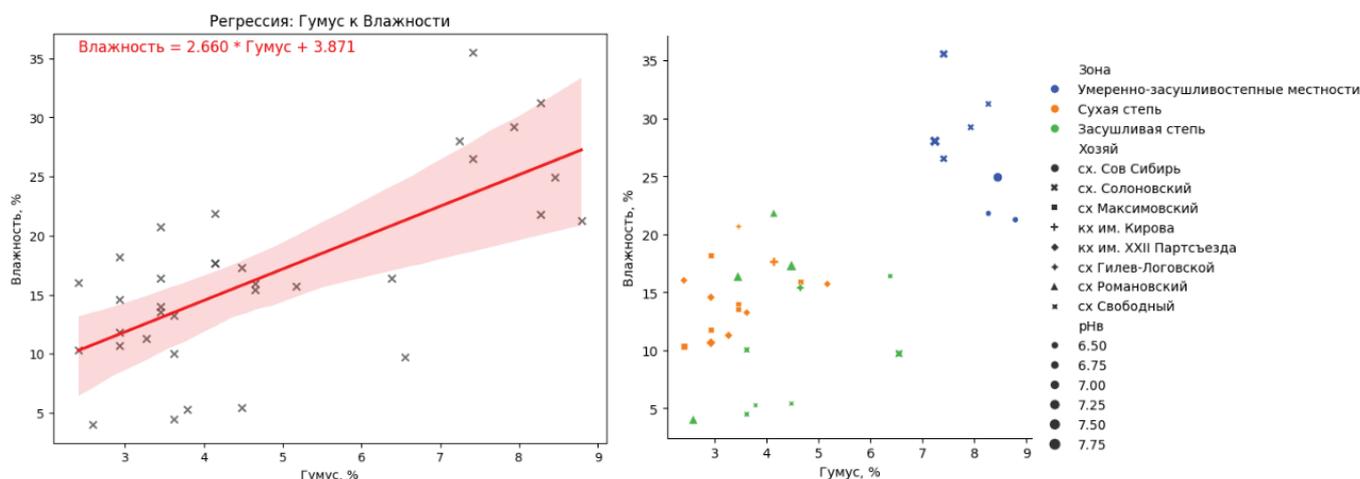


Рисунок 3. Связь и распределение гумуса и влажности
Figure 3. Relationship and distribution of humus and moisture

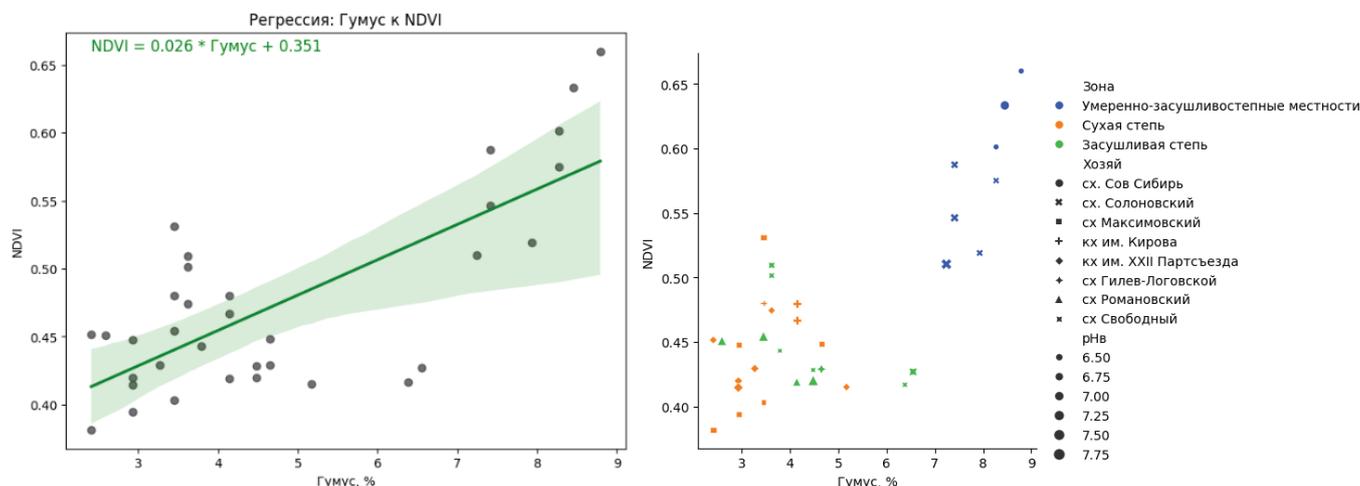


Рисунок 4. Сравнение гумуса и NDVI по точкам проб
Figure 4. Comparison of humus and NDVI by sample points





относительно возделываемых сельскохозяйственных культур и балла нормативной урожайности. При этом оценивают следующие показатели качества почв: содержание гумуса в пахотном слое почвы, %; мощность гумусового горизонта, см; запасы гумуса в гумусовом горизонте, т/га; сумма поглощенных оснований, мг/экв на 100 г почвы; содержание физической глины в пахотном слое, %; кислотность почвы (значение pH). В модифицированной нами версии данный перечень был расширен и приведен ниже в примере расчета суммарного почвенного балла конкретной территории.

По каждому показателю рассчитывают относительные баллы по формуле (1):

$$B = \frac{X}{A} * 100, \quad (1)$$

где B — балл по 100-балльной шкале, X — фактическое значение свойства (признака) почв, A — оптимальное значение свойства (признака) почв.

На основе относительных баллов определяются совокупный почвенный балл (2):

$$СПБ = \sqrt[m]{B_1 * B_2 * \dots * B_m}, \quad (2)$$

где СПБ — совокупный почвенный балл, m — число показателей, используемых в расчете.

Алгоритм: RandomForestRegressor (Scikit-learn). Разделение выборки: 70% тренировка, 30% тест. Параметры модели: n_estimators=1000, max_depth=None, random_state=17. Оценка: R², MAE, MSE; важность признаков — feature_importances. Зональный подход: отдельная модель для каждой зоны, затем общая модель на основе совокупности всех данных.

Метрики качества моделей по зонам: засушливая степь: R²=0.627, MAE=1.56, MSE=3.56; сухая степь: R²=0.294, MAE=2.05, MSE=6.13; умеренно засушливая степь: R²=-1.062, MAE=2.17, MSE=7.00; предгорная: R²=0.186, MAE=1.73, MSE=3.98; северная часть средней лесостепи: R²=-0.146, MAE=2.86, MSE=11.24; южная часть средней лесостепи: R²=-1.300, MAE=7.52, MSE=67.30; южная лесостепь: R²=0.483, MAE=2.20, MSE=5.83.

В пределах природных зон выявлены доминирующие факторы влияющие на формирование продуктивности растений различны (в засушливой степи — осадки и солнечная радиация; в предгорной — минимальная солнечная радиация).

Модификация метода расчета СПБ. Для включения влияния разницы в шкалах различных признаков применяется MinMax-нормализация. Для интегральной оценки агроэкологического потенциала земельного участка используется Совокупный почвенный балл (СПБ), основанный на сравнительном анализе почвенных, климатических, гидротермических и вегетационных параметров между расчётной и эталонной точками. Расчёт СПБ реализован по следующей формуле (3):

$$СПБ = \left(\prod_{i=1}^n R_i \right)^{\frac{1}{n}}, \quad (3)$$

где R_i (4) — относительный балл по i-му агроэкологическому показателю, рассчитываемый как:

$$R_i = \frac{V_i^{calc}}{V_i^{etalon}} * 100\%, \quad (4)$$

где V_i^{calc} — значение i-го показателя в расчётной точке, V_i^{etalon} — значение i-го показателя в эталонной точке;

n — общее количество показателей, включенных в расчет;

ΠR_i — произведение всех относительных баллов.

Таким образом, СПБ представляет собой геометрическое среднее относительных значений агроэкологических показателей, выраженное в процентах по отношению к эталонному участку, обладающему наилучшими характеристиками. Почвенные параметры: bdod, soc, cec, clay, phh2o, soc_bd_ratio. Вегетационный индекс: Composite — среднее NDVI — Normalized Difference Vegetation Index, EVI — Enhanced Vegetation Index, SAVI — Soil-Adjusted Vegetation Index. Гидротермические показатели: ГТК1, ГТК2, сумма активных температур более 10 °С. Климатические показатели ERA5 (16 параметров) surface_solar_radiation_downwards_min — минимальное количество поступающей солнечной радиации на поверхность, surface_sensible_heat_flux_sum — суммарный поток явной теплоты с поверхности, total_precipitation_sum — суммарное количество осадков, surface_sensible_heat_flux_min — минимальный поток явной теплоты с поверхности, evaporation_from_the_top_of_canopy_min — минимальное испарение с вершины полога растительности, evaporation_from_the_top_of_canopy_max — максимальное

испарение с вершины полога растительности, evaporation_from_bare_soil_max — максимальное испарение с открытого грунта, surface_runoff_min — минимальный поверхностный сток, total_precipitation_max — максимальное количество осадков, leaf_area_index_high_vegetation_min — минимальный индекс площади листьев высокой растительности, leaf_area_index_high_vegetation_max — максимальный индекс площади листьев высокой растительности, surface_solar_radiation_downwards_sum — суммарная поступающая солнечная радиация на поверхность, potential_evaporation_min — минимальное потенциальное испарение, soil_temperature_level_1_max — максимальная температура почвы на уровне 1 (0-7 см), sub_surface_runoff_max — максимальный подпочвенный сток, sub_surface_runoff_sum — суммарный подпочвенный сток.

В результате опытной проверки модифицированный СПБ для расчётной точки составил 63.60%. Эталонная и расчётная точки находятся на разных участках в одной природной зоне (северная часть средней лесостепи Алтайского края).

Относительные баллы для расчета СПБ следующие: bdod: 96.30%, soc: 94.33%, cec: 92.99%, clay: 81.96%, phh2o: 98.51%, soc_bd_ratio: 97.95%, vegetation: 11.47%, gtk1: 76.82%, gtk2: 76.81%, sum_temp_above10: 85.99%, surface_solar_radiation_downwards_min: 50.00%, surface_sensible_heat_flux_sum: 59.50%, total_precipitation_sum: 89.02%, surface_sensible_heat_flux_min: 78.23%, evaporation_from_the_top_of_canopy_min: 97.44%, evaporation_from_the_top_of_canopy_max: 14.30%, evaporation_from_bare_soil_max: 86.49%, surface_runoff_min: 26.68%, total_precipitation_max: 86.35%, leaf_area_index_high_vegetation_min: 84.12%, leaf_area_index_high_vegetation_max: 84.14%, surface_solar_radiation_downwards_sum: 99.04%, potential_evaporation_min: 75.12%, soil_temperature_level_1_max: 99.57%, sub_surface_runoff_max: 25.75%, sub_surface_runoff_sum: 25.66%

Итоговый СПБ: 63.60%.

На основе разности оценок отдельных факторов возможно формирование рекомендаций и выводов о пригодности территорий к эффективному сельскохозяйственному использованию. Итоговый совокупный почвенный

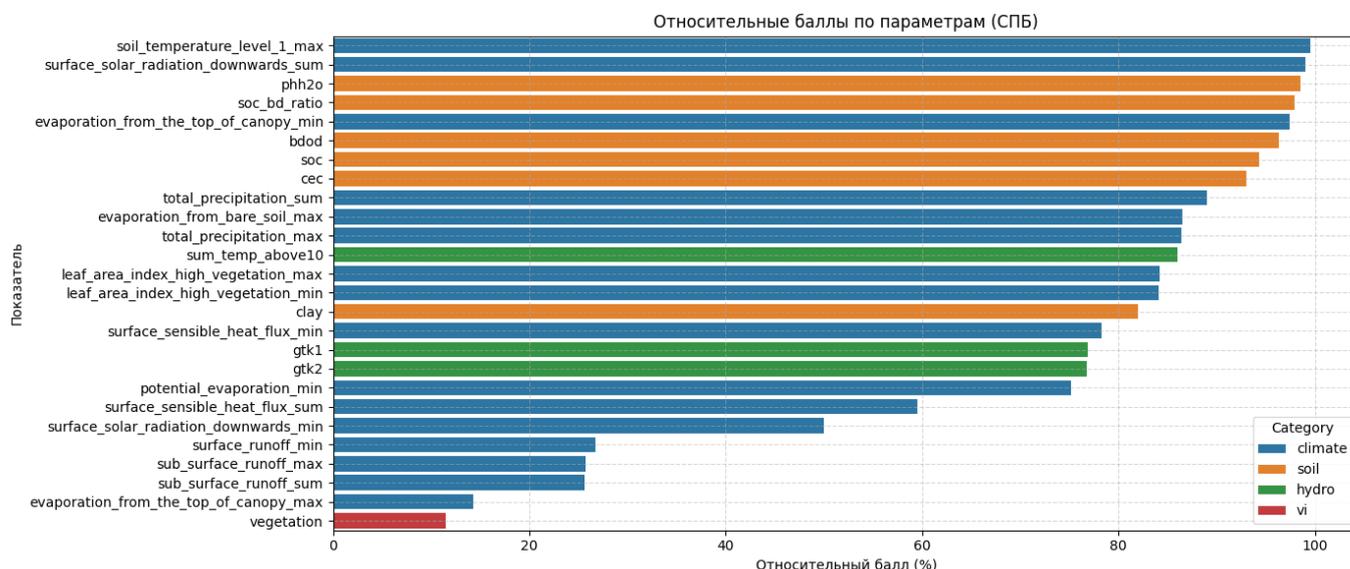


Рисунок 5. Относительные баллы плодородия в сравнении точек
Figure 5. Relative fertility scores in comparison of points



балл, вероятно, можно интерпретировать следующим образом, если его значение менее 50%, то участок не рекомендуется к ведению тех агротехнологий, которые применяются на эталонном участке. Однако данное положение требует дополнительных исследований.

В результате исследований нами было проведено распределение изучаемых признаков по значимости их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, ограничение числа показателей, используемых для включения в формулу расчета СБП требует дополнительных исследований. Помимо этого, требует исследований вопрос определения эталонных участков для сравнительной оценки плодородия земель в плане внутризональной и межзональной дифференциации.

Настоящие исследования подтверждают значимость гидротермических, гидрологических и агрохимических факторов в формировании урожайности. Зональный подход показал большую оправданность при моделировании для более однородных условий (сухая степь), тогда как в лесостепных зонах модели требуют корректировок из-за высокой гетерогенности показателей, используемых при моделировании. Однако данные выводы являются предварительными и требуется проведение исследований с широким временным рядом, включающим данные многоспектральных радарных систем и тестирования иных алгоритмов (XGBoost, LightGBM).

Совмещение методик ГИЗРа и моделирования урожайности по Л.М. Бурлаковой [10] позволяет учесть не только почвенный потенциал, но и погодные ограничения и вегетационную реакцию. Подобный подход применим для оценки пригодности земель в регионах с высокой природной неоднородностью.

Предложенная методика позволяет повысить точность прогноза урожайности до МАЕ < 2 ц/га в ключевых природных зонах, а также оценивать пригодность земельных участков с помощью расчета совокупного почвенного балла (СПБ) для принятия решений по введению земель в сельскохозяйственный оборот, в том числе неиспользуемой пашни, в соответствии с Государственной программой эффективности вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации (2021).

Таким образом, в результате исследований разработана и апробирована зональная модель урожайности с использованием ML-методов

и мультисенсорных данных. Интегрирован анализ ERA5-Land с точечными агрохимическими данными и спутниковыми вегетационными индексами при обучении моделей Random Forest для разных зональных природных территорий Алтайского края. Выявлены ключевые детерминанты и проведен расчет совокупного почвенного балла для оценки рационального сельскохозяйственного использования почвенного покрова. Полученные результаты могут служить научным основанием для аграрного планирования, ведения агромониторинга и адаптивного управления почвенными ресурсами.

Список источников

1. Шмидт Ю.Д., Куликов В.Е. Моделирование урожайности сельскохозяйственных культур // Вестник ТГЭУ. 2006. № 1. С. 73-84.
2. Vanella D., Longo-Minnolo G., Belfiore O.R., Ramirez-Cuesta J.M., Pappalardo S., Consoli S., D'Urso G., Chirico G.B., Coppola A., Comegna A., Toscano A., Quarta R., Provenzano G., Ippolito M., Castagna A., Gandolfi C. Comparing the use of ERA5 reanalysis dataset and ground-based agrometeorological data under different climates and topography in Italy // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2022. Vol. 42. Article 101182. DOI: 10.1016/j.ejrh.2022.101182.
3. Muñoz Sabater, J. Ежемесячные данные ERA5-Land, усредненные с 1981 года до настоящего времени. Служба климата Copernicus Climate (C3S) С запаса климатических данных (CDS). 2019. DOI: 10.24381/cds.68d2bb30
4. Buryak Zh., Grigoreva O., Gusarov A. A Predictive Model for Cropland Transformation at the Regional Level: A Case Study of the Belgorod Oblast, European Russia // *Resources*. 2023. Vol. 12, No. 11. P. 127. — DOI: 10.3390/resources12110127.
5. База данных показателей муниципальных образований Алтайского края [Электронный ресурс]. Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: <http://22.rosstat.gov.ru>.
6. Matyunin G., Ogorodnikova S., Murmantseva E., Rozanov V., Palyga R. Assessment of soil fertility indicators based on remote sensing data // *BIO Web of Conferences*. 2024. Vol. 113. Article 04013. DOI: 10.1051/bioconf/202411304013.
7. Poggio L., de Sousa L.M., Batjes N.H., Heuvelink G.B.M., Kempen B., Ribeiro E., and Rossiter D.: SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty, *SOIL*, 7, 217–240. DOI: 10.5194/soil-7-217-2021.
8. Hengl T., Parente L., Ho Y.-F., Simoes R. и др. OpenLandMap Open Land Data services. Wageningen: OpenGeoHub foundation, 2023. Версия v 0.2. DOI: 10.5281/zenodo.10522799.
9. Breiman L. Random Forests // *Machine Learning*, 2001. V. 45. P. 5-32.
10. Бурлакова Л.М. Плодородие алтайских черноземов в системе агроценоза. Новосибирск: Наука, 1984. 198 с.

Информация об авторах:

Почёмин Никита Михайлович, аспирант кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5899-5464>, pochyomin@list.ru

Морковкин Геннадий Геннадьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8830-7135>, ggmork@mail.ru

Шаповалов Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры высшей математики, физики и информатики, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru

Максимова Нина Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры природопользования и геоэкологии, Алтайский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8319-5733>, maksimova@mc.asu.ru

Information about the authors:

Nikita M. Pochyomin, postgraduate student of department of geoeology and nature management, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5899-5464>, pochyomin@list.ru

Gennady G Morkovkin, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of geoeology and nature management, State University of Land Use Planning, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8830-7135>, ggmork@mail.ru

Dmitry A. Shapovalov, doctor of technical sciences, professor, professor of the department of higher mathematics, physics and computer science, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru

Nina B. Maximova, candidate of agricultural sciences, associate professor of department of nature management and geoeology, Altai State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8319-5733>, maksimova@mc.asu.ru





Научная статья

УДК 338.43+338.48

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_438

ЗИМНИЙ И ЛЕДОВО-СНЕЖНЫЙ ТУРИЗМ НА ПРИБРЕЖНЫХ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ БАЙКАЛА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Н.Б. Лубсанова, Д.Г. Будаева, С.Б. Дымбрылова, Т.А. ХребтоваБайкальский институт природопользования Сибирского отделения
Российской академии наук, Улан-Удэ, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы развития зимнего и ледово-снежного туризма на сельских территориях побережья озера Байкал. Представлены результаты анализа современных исследований, свидетельствующие о растущем интересе к зимним видам отдыха, связанным с использованием природных ресурсов льда и снега как в России, так и за рубежом. Особое значение развитие данного вида туризма имеет на прибрежных сельских территориях Байкала, так как на данных территориях действуют правовые ограничения хозяйственной деятельности в связи с особым статусом озера Байкал. В этих условиях развитие зимнего и ледово-снежного туризма может способствовать экономическому росту сельских территорий, созданию рабочих мест. В статье представлены оценка современного состояния и трендов развития ледово-снежного и зимнего туризма на прибрежных сельских территориях Республики Бурятия, а также успешные примеры событийного туризма, такие как международные фестивали и соревнования, которые привлекают туристов и способствуют популяризации региона. Авторы указывают на существующие проблемы, такие как недостаток необходимой коммунальной инфраструктуры, транспорта и круглогодичных средств размещения, а также нерегулируемое использование природных ресурсов, что может негативно сказаться на экологии и местном населении. В результате проведенного исследования обоснована необходимость комплексного подхода к развитию зимнего и ледово-снежного туризма на прибрежных сельских территориях озера Байкал, учитывающего как экономические, так и экологические аспекты для достижения устойчивого роста в этой сфере. Важное значение авторами придается организации работы по сбору и систематизации информации по использованию ледовой поверхности озера Байкал.

Ключевые слова: зимний и ледово-снежный туризм, прибрежные сельские территории, озеро Байкал, устойчивое развитие территорий, экологический туризм, инфраструктура

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-78-10059, <https://rscf.ru/project/24-78-10059>

Original article

WINTER AND ICE-SNOW TOURISM IN THE COASTAL RURAL AREAS OF LAKE BAIKAL: CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS

N.B. Lubsanova, D.G. Budaeva, S.B. Dymbrylova, T.A. KhrebtovaBaikal Institute of Nature Management Siberian branch of the Russian
Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia

Abstract. The article considers the problems of winter and ice-snow tourism development in rural areas of the coast of Lake Baikal. The article presents the results of the analysis of modern research indicating the growing interest in winter recreation related to the use of natural resources of ice and snow both in Russia and abroad. The development of this type of tourism is of particular importance in the coastal rural areas of Lake Baikal, since in these areas there are legal restrictions on economic activity due to the special status of Lake Baikal. Under these conditions, the development of winter and ice-snow tourism can contribute to the economic growth of rural areas, the creation of jobs. The article presents an assessment of the current state and trends in the development of ice-snow and winter tourism in the coastal rural areas of the Republic of Buryatia, as well as successful examples of event tourism, such as international festivals and competitions that attract tourists and contribute to the popularization of the region. However, the authors point out existing problems, such as the lack of necessary public utilities, transport and year-round accommodation facilities, as well as unregulated use of natural resources, which can negatively affect the environment and local population. The study substantiates the need for an integrated approach to the development of winter and ice-snow tourism in the coastal rural areas of Lake Baikal, taking into account both economic and environmental aspects to achieve sustainable growth in this area. The authors attach great importance to the organization of work on collecting and systematizing information on the use of the ice surface of Lake Baikal.

Keywords: winter and ice-snow tourism, coastal rural areas, Lake Baikal, sustainable development of territories, ecotourism, infrastructure

Acknowledgments: the study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 24-78-10059, <https://rscf.ru/project/24-78-10059>

Введение. Ледово-снежный туризм (Ice and Snow Tourism) в последние годы динамично развивается во всем мире. Он представляет собой вид экологического туризма и объединяет виды туристической деятельности, основанные на использовании природных ресурсов льда и снега [1, 2]. Современный опыт развития ледово-снежного туризма в зарубежных странах свидетельствует о его популярности и высокой востребованности среди потребителей, о разнообразии туристских активностей и видов деятельности, связанных со снегом и льдом, в зависимости от культурных особенностей и природных

ресурсов [3]. Значительный рост ледово-снежного туризма особенно заметен в таких регионах, как Северо-Восточный Китай, и рассматривается как новая тенденция туризма, вызванная глобальным изменением климата и растущим интересом к здоровому образу жизни [4].

Также исследователи отмечают, что развитие ледово-снежного туризма имеет большой потенциал для борьбы с бедностью и содействия устойчивому развитию сельских территорий [5]. Зимний туризм может внести значительный вклад за счет диверсификации местной экономики и создания рабочих мест. Потенциал

развития зимнего туризма особенно высок на сельских территориях, где он может решить проблему сезонной асимметрии туристического сектора [6]. Такое развитие событий может привести к формированию более сбалансированной экономической структуры в сельских районах, объединяющей туризм с традиционными сельскохозяйственными видами деятельности.

Обзор литературы. В России традиционно существуют обычаи создания «ледовых городков» на площадях городов и населенных пунктов, которые включают новогоднюю елку, ледяные горки и скульптуры, формирующие



положительное восприятие зимнего времени и побуждающие к активному отдыху. Кроме ледовых городков популярностью пользуются мероприятия на льду, такие как подледная рыбалка, катание на коньках, сноубордах, гольф на льду и хоккей. Анализ литературных источников свидетельствует о росте интереса к развитию зимнего туризма в последние годы. Исследуются социально-экологические проблемы таких «зимних городов» с точки зрения создания «голубых» и «белых» открытых городских пространств [7, 8]. В статьях рассматриваются возможности и особенности зимнего туризма, оцениваются перспективы отдыха и рекреации в условиях изменения климата, изучается рынок туристических услуг северных регионов, а также вопросы проектирования и дизайна ледового ландшафта и организации зимних спортивных туров [9, 10].

Современные тренды развития туризма в России свидетельствуют о значительном росте интереса туристов к зимнему Байкалу, что обусловлено разнообразием ландшафтов, природных достопримечательностей, а также многообразием видов активностей, например, зимней рыбалкой или катанием на коньках по льду озера. В то же время изучение научных публикаций свидетельствует об отсутствии исследований, посвященных теоретико-методологическим основам и прикладным аспектам развития ледово-снежного туризма на Байкале. Намного чаще используется понятие зимний туризм в контексте с зимними видами спорта и отдыха. Зимний туризм упоминается в ряде исследований по вопросам развития туризма на Байкале еще с начала 1970-х годов. Так, Н.П. Ладейщиковым на основе ландшафтно-климатического районирования Прибайкалья были выделены «орографически четко ограниченные живописные и удобные для рекреационной деятельности и отдыха, с учетом разных видов туризма, вогнутые участки береговой полосы озера, соответствующие так называемым ландшафтно-климатическим ансамблям». В результате бонитировки этих мест с учетом комплексной рекреационной оценки естественного ландшафта, автор выделил «несколько наиболее перспективных участков для организованного многофункционального рекреационного использования, включая горнолыжные виды туризма и буерный спорт» [11]. В работе уделялось внимание железнодорожным туристским поездкам в сочетании с пешими маршрутами по южному и юго-западному побережью Байкала, которые в зимний период могут дополняться подледным ловом рыбы, зимним спортом и небольшими оздоровительными походами [12]. Ряд исследователей указывал о необходимости оптимального сочетания различных видов летнего и зимнего туризма с целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду в наиболее уязвимый достаточно короткий летний период и оптимального использования территории [13]. Зимние виды туризма развиты слабо вследствие дефицита круглогодичной рекреационной инфраструктуры, что в большинстве случаев обусловлено недостаточным развитием инженерной и коммунальной инфраструктуры. Большинство гостиниц и туристических баз функционирует только в летний период, а в зимний и межсезонный периоды консервируется.

Территориальное распределение видов зимнего туризма представлено в атласе по озеру

Байкал, изданного в 1993 г., в котором выделены разнообразные типы рекреационных территорий и представлено развитие таких видов зимнего туризма, как подледная рыбалка, санный, конькобежный, лыжный, буерный виды спорта, лыжные и пешие походы, автомобильные маршруты, фотоохота [14]. Э.А. Батоцыренов на основе анализа физико-географических условий, имеющейся туристской инфраструктуры, спроса и предложений на туристском рынке, оценки сложившейся ситуации в развитии активного туризма определил, что «горные территории и озеро Байкал имеют хорошие природные предпосылки для развития практически всех видов активного туризма», а именно в зимнее время таких видов, как альпинизм, горнолыжный, лыжный туризм, велосипедный по льду рек и озер, подледный дайвинг [15]. Применительно к локальным участкам, как например Баргузинский хребет, исследователи рассматривают развитие таких зимних видов спорта и отдыха, как альпинизм, скалолазание, горные лыжи, сноуборд, лыжные прогулки, сноу-лимо, ходьба на снегоступах, хели-ски, катание на камерах, зип-трек [16].

По мнению Н.А. Белобородовой, «Байкал должен ассоциироваться больше с зимним туризмом. Зимой на Байкале лед становится и основой, и объектом всяческих развлечений. Для организации на Байкале неповторимого зимнего отдыха природа создала массу эксклюзивных изысков» [17].

Всплеск научного интереса к изучению возможностей развития зимних видов туристских услуг возник с момента принятия Правительством РФ решения о создании особых экономических зон туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ) на Байкале в Иркутской области и Республике Бурятия. Концепцией создания ОЭЗ ТРТ в Прибайкальском районе Республики Бурятия предполагалось создание всепогодного горного курорта международного уровня с упором на развитие горнолыжного туризма. В разработке Концепции создания ОЭЗ ТРТ принимали участие международные и российские консалтинговые компании: Ecosign Mountaininn Resort Planners Ltd (Канада), Deloitte (Австрия), Horwath HTL (Хорватия), ООО «Стратегика» и МЦСЭИ «Леонтьевский центр» (Россия) [18]. Отметим, зимний туризм часто отождествляется с горнолыжным туризмом, что во многом обусловлено растущей тягой (мода, популярность, престиж и т.п.) к разнообразным горнолыжным занятиям как традиционным, так и новым, в значительной степени благодаря созданию современного снаряжения и экипировки. В ряде работ горнолыжный туризм рассматривается как один из способов решения проблемы сезонности туризма в Иркутской области [19]. По мнению ряда исследователей, особо предпочтительным является создание на Байкале демонстрационной зоны «зеленого» и низкоуглеродного ледового и снежного туризма в рамках программы экономического коридора Китай — Монголия — Россия [20].

Территория исследования. Озеро Байкал является уникальным явлением на Земле с древностью происхождения, неповторимой флорой и фауной, исключительными свойствами воды. По площади озеро стоит в ряду величайших озер мира (восьмое место), а по глубине ему нет равных — 1637 м. В его чаще вмещается 20% мирового запаса пресных поверхностных вод. Озеро

Байкал и его прибрежная территория имеют статус объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. В соответствии со статьей 2 Федерального закона «Об охране озера Байкал» установлены границы Байкальской природной территории (БПТ) и выделены три зоны: центральная (ЦЭЗ), буферная и экологическая зона атмосферного влияния. Стоит отметить, что сельские территории, расположенные в ЦЭЗ БПТ, испытывают значительное воздействие ограничений на хозяйственную деятельность и характеризуются устойчивым снижением численности населения. Так, население прибрежных населенных пунктов озера Байкал, находящихся в ЦЭЗ БПТ на территории Республики Бурятия, сократилось с 77,2 тыс. человек в 2014 г. до 72,1 тыс. человек в 2022 г. В некоторых населенных пунктах за этот период численность сократилась на 40-30% (с. Зорино, с. Катунь Баргузинского района, п. Золотой ключ Прибайкальского района Республики Бурятия). Миграционный отток во многом эксперты связывают с введенным запретом на промышленный лов омуля, ужесточением условий жизнедеятельности на ЦЭЗ БПТ. В этих условиях особую актуальность приобретает развитие ледово-снежного туризма как одного из видов экотуризма. Уникальные природные особенности, живописность и многообразие прибрежных ландшафтов, видовое разнообразие и эндемичность растительного и животного мира обеспечивают высокую туристическую ценность озера Байкал и его побережья.

Методология проведения исследования. На основе контент-анализа научных публикаций в области зимнего и ледово-снежного туризма на Байкале были выделены основные направления, перспективы, проблемы и ограничения его развития.

С использованием статистических методов проводилась оценка современного состояния и трендов развития ледово-снежного и зимнего туризма на прибрежных сельских территориях Республики Бурятия.

Результаты и обсуждение. На фоне расширения спектра зимних развлечений и деятельности растет интерес к исследованию проблем, перспектив, особенностей развития и специфики организации активного туризма и отдыха в зимний период, в частности к деятельности, основанной на природных ресурсах снега и льда, включая традиционные и креативные практики зимнего туризма. Кроме лыжного и горнолыжного видов спорта зимний туризм на Байкале представлен экспедициями на снегоходах, снежными сафари, путешествиями на собачьих упряжках, подледной рыбалкой. Все чаще внимание исследователей привлекает перспективность и значимость событийных мероприятий в зимний период [21]. Как, например, крупнейший в России международный фестиваль скорости на льду «Байкальская миля», являющийся уникальным событием в истории авто- и мотоспорта по установлению рекордов скорости на всех возможных видах техники по ледяному покрытию самого глубокого озера на планете. Или успешный опыт организации межрегионального туристского проекта «Сказочный Сагаалган в Бурятии» во время празднования Нового года по лунному календарю [22]. Особенность событийного туризма заключается в том, что он постоянно пополняется новыми событийными турами, которые из случайных переходят в разряд регулярных. Так, практически,





случайная рыбалка на Байкале, организованная группой компаний «Титан», выросла в ежегодный турнир «Байкальская рыбалка».

В настоящее время в Байкальском регионе, который занимает ключевое место в пространственной структуре российского туристского рынка с тематической специализацией «организованный экологический туризм», активно продвигается кампания по формированию уникального туристского предложения территории в зимний период. В разработанной в 2023 г. по заказу Минэкономразвития России Федеральной туристической межрегиональной схеме территориально-пространственного планирования туристской макротерритории «Байкал» отражено, что:

- 1) озеро Байкал относится к числу наиболее популярных зимних направлений, где зимний туристский сезон длится с января по март. На макротерритории 6,5% (около 160000 человек) от общего турпотока, который в 2022 г. составил 2,53 млн человек, приезжает на Байкал в феврале и марте, чтобы посмотреть «байкальский лед», ледяные гроты и торосы, которые представляют уникальные туристические предложения;
- 2) Байкальский лед интересен как сам по себе (в том числе катание на коньках по озеру, ледяные гроты, ледяная баня и т.д.), так и в качестве новой видовой перспективы на природные достопримечательности;
- 3) на заледеневшем Байкале представлен активный туризм: маршруты на коньках, поездки на хивусах, снегоходах, путешествия по зимникам, подледная рыбалка и охота;
- 4) «Зимний Байкал» набирает популярность, зимний сезон может развиваться как наиболее прибыльный для местных туроператоров, поскольку привлекает высокобюджетных туристов»;
- 5) Листвянское, Ольхонское направления предложены как лучшие направления для того, чтобы увидеть знаменитый «байкальский лед»;
- 6) Южный Байкал предлагается как направление наиболее комфортное из-за более высоких температур (в январе температура ощущается как -21,8 градусов).

Республика Бурятия является одним из ключевых российских регионов, где возможности и особенности развития туристско-рекреационных занятий в зимний период связаны с использованием ледовой поверхности озера Байкал для организации различных видов туристических, спортивных, культурных и иных мероприятий, для экскурсионных поездок на хивусах, снегоходах, лыжах, пешком и др. В зимний период 2023-2024 гг. значительно возросло количество авторских предложений о ледовых и снежных турах на Байкал. По данным полевых наблюдений, ледовая поверхность озера Байкал используется для проведения фестивалей культуры, творчества и спорта, конкурсов ледовой скульптуры, соревнований по подледной рыбалке, для экскурсионных поездок на хивусах, снегоходах, лыжах, пешком, катания на коньках и пр. При этом перечень мероприятий и используемых локаций только растет, однако, оценка туристического потока отсутствует. По данным организаторов мероприятий на льду, посетительская нагрузка в 2023 г. составляла в среднем от 1000 (Снежная открытка) до 37000 («Olkhon Ice Fest») человек.

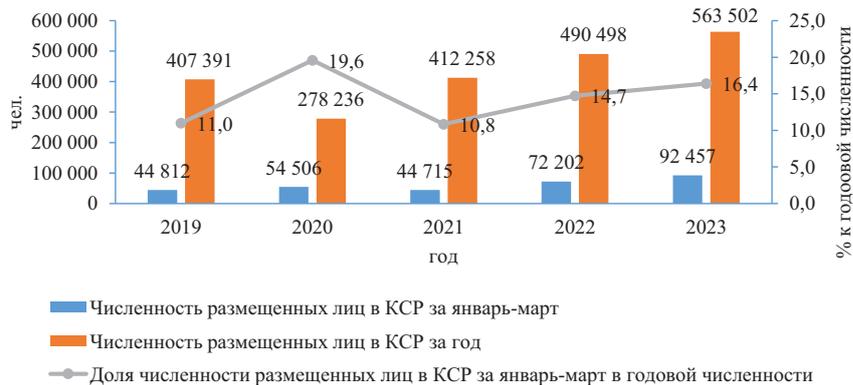
С 2021 г. туроператором «ТUI Россия» в рамках реализации национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства» по программе под названием «Winter Baikal» («Зимний Байкал») были запущены чартерные рейсы в Республику Бурятия, направленные на привлечение туристов для зимнего отдыха на Байкале. Всего за 2021-2023 гг. по данной программе было принято 5113 человек.

Анализ динамики численности размещенных лиц в коллективных средствах размещения (КСР) по Республике Бурятия за зимний сезон (с января по март) с 2019 по 2023 гг. свидетельствует об устойчивом росте, численность возросла с 44,8 тыс. человек в 2019 г. до 92,5 тыс. человек в 2023 г. (рис. 1). Доля размещенных в КСР в зимний сезон возросла с 11% в 2019 г. до 16,4% в 2023 г.

Большинство туристов приезжают на Байкал самостоятельно или пользуются услугами небольших местных компаний и индивидуальных предпринимателей. По мере вовлечения в туристский оборот ледовой поверхности акватории озера Байкал обостряется проблема хаотичного и нерегламентированного рекреационного использования водного объекта, что может вызывать негативные последствия как для экологического состояния озера Байкал, так и для местного населения. Так, широко распространившаяся традиция «Поцелуй Байкала», представляющая высверливание лунки во льду

озера и употребление из нее крепкого алкоголя, вызвало возмущение и серьезную обеспокоенность общественности Бурятии нерегламентированным рекреационным использованием озера Байкал. По мнению Е.В. Аигиной, ускоренное развитие туризма на Байкале в последние годы приводит к негативным проявлениям сверхтуризма, особенно активно в сложный зимний период [24].

Также одной из острых проблем развития ледово-снежного туризма на Байкале является дефицит необходимой коммунальной инфраструктуры, транспорта и средств размещения. Так, туроператоры отмечают, что «количество людей, которые хотят приехать, превышает количество номерного фонда, который есть на сегодняшний день на зимнем Байкале» [25]. По данным официальной статистики, наибольшее количество КСР на побережье озера Байкал на территории Республики Бурятия расположено в Кабанском районе (92 средства размещения или 44% от общего количества КСР в прибрежных районах республики), а наименьшее — в Северобайкальском районе (22 КСР или 11% соответственно) (рис. 2). В то же время стоит отметить, что в Северобайкальском районе практически все объекты (90,9%) функционируют круглогодично. В остальных районах доля круглогодичных средств размещения значительно ниже: в Баргузинском и Кабанском районах — 42,9 и 38%, в Прибайкальском районе — 33,9% (рис. 2).



Составлено по [23]

Рисунок 1. Динамика численности размещенных лиц в КСР Республики Бурятия (2019-2023 гг.)

Figure 1. Dynamics of the number of persons accommodated in the KSR of the Republic of Buryatia (2019-2023)

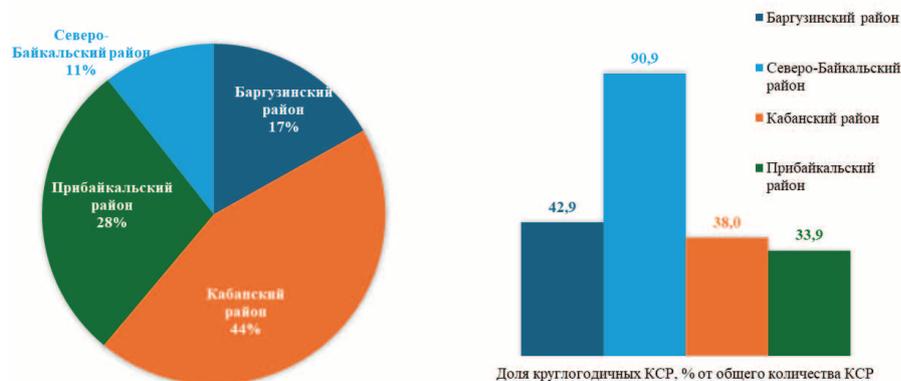


Рисунок 2. Распределение КСР и доля круглогодичных КСР на прибрежных сельских территориях Республики Бурятия

Figure 2. Distribution of KSR and the share of year-round KSR in the coastal rural areas of the Republic of Buryatia



Для безопасного выезда на ледовую поверхность необходимо наличие специализированного транспорта. В зимний сезон 2022 г. на лед Байкала впервые вышло самое большое в России морское пассажирское судно на воздушной подушке «Бирюса», принадлежащее круизной компании «Водоход». Несмотря на динамичное развитие зимних транспортных услуг, туроператоры отмечают недостаточность предложения и, как следствие, высокую стоимость данного вида услуг.

Выводы. В заключение стоит отметить, что, хотя развитие ледово-снежного туризма на Байкале открывает широкие возможности для экономического развития сельских территорий, важно учитывать воздействие на окружающую среду и следить за тем, чтобы развитие туризма не ставило под угрозу экологическую безопасность территории. Проблемы, связанные с недостаточной обеспеченностью коммунальной и транспортной инфраструктурой, средствами размещения, также требуют внимания, поскольку они ограничивают возможности для безопасного и комфортного отдыха.

Учитывая, что объем и разнообразие туристских продуктов с использованием ледовой поверхности озера Байкал растет, а зимний туристский поток с трудом поддается учету, важное значение имеет организация работы по инвентаризации и структурной пообъектной оценке ключевых ресурсов ледово-снежного туризма по участкам их использования. Для эффективного развития ледово-снежного туризма на прибрежных сельских территориях Байкала необходима разработка комплексных мер, направленных на регулирование туристического потока и улучшение инфраструктуры, что позволит сохранить уникальную природную среду и удовлетворить растущий туристский спрос. Уравновешивание этих аспектов будет иметь решающее значение для долгосрочной устойчивости ледово-снежного туризма на прибрежных сельских территориях озера Байкал и способствовать их экономическому развитию.

Список источников

1. An, H.M., Xiao, C.D., Tong, Y., Fan, J. (2021). Ice-and-snow tourism and its development in China: A new perspective of poverty alleviation. *Advances in Climate Change Research*, vol. 12, issue 6, pp. 881-893. doi: 10.1016/j.accre.2021.09.004
2. Liu, M., Zhao, L., Liu, K. (2018). Study on Ice and Snow Tourism Development Strategies in Changbai Mountain Nature Reserve. *3rd International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Humanities, ICCSSH 2018 (Moscow, April 25-27, 2018)*. Atlantis Press, pp. 1237-1241.
3. Будаева Д.Г., Еремко З.С., Андреева А.М., Дымбрылова С.Б. Ледово-снежный туризм: понятие, факторы развития и практические примеры // *Общество: политика, экономика, право*. 2024. № 12. С. 110-118. Режим доступа: <https://dom-hors.ru/nauchnyy-zhurnal-obschestvo-politika-ekonomika-pravo/2024/12> (дата обращения: 29.12.2024).
4. Zhou, Yu. (2024). Analysis of the Status and Strategies for the Development of Ice and Snow Tourism in Northeast China. *Highlights in business, economics and management*, vol. 39, pp. 1145-1153. doi: 10.54097/aq8sfs43
5. An, H.-M., Xiao, C.-D., Tong, Ya., Fan, J. (2021). Ice-and-snow tourism and its sustainable development in China: A new perspective of poverty alleviation. *Advances in Climate Change Research*, vol. 12, issue 6, pp. 881-893. doi: 10.1016/j.accre.2021.09.004

6. Мартиросян Л.М., Саргсян Р.С., Абрамян В.М., Григорян Л.С. Возможности развития зимнего туризма в Арагацотнской области // *Ученые записки Ширакского государственного университета им. М. Налбандяна*. 2024. № 1. С. 18-29. doi: 10.54151/27382559-24.1pa-18

7. Замятина Н.Ю. Северный город-база: особенности развития и потенциал освоения Арктики // *Арктика: экология и экономика*. 2020. № 2 (38). С. 4-17. doi: 10.25283/2223-4594-2020-2-4-17

8. Потравный И.М. Города и поселки Российской Арктики: подходы к устойчивому развитию // *Экология. Экономика. Информатика. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем*. 2021. Т. 1. № 6. С. 237-242.

9. Лукин Ю.Ф. Арктический туризм в России // *Арктика и Север*. 2016. № 25. С. 211-216. doi: 10.17238/issn2221-2698.2016.25.211

10. Пестерева Н.М., Хечумян А.Ф., Ворожит Н.А. (2018). Комплексная биоклиматическая оценка комфортности территорий Дальнего Востока России для зимней рекреации и лечебно-оздоровительного туризма // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. № 2. С. 35-42. doi: 10.17116/kurort201895237-42

11. Ладейщиков Н.П. К проблеме рекреационного освоения и охраны природы Байкала и Прибайкалья // *Природа Байкала: сборник статей*. Ленинград: Географическое общество СССР, 1974. 294 с.

12. Вопросы развития индустрии туризма на Байкале / отв. ред. Д.Р. Дарбанов. Улан-Удэ: Бурятское книжное издательство, 1973. 135 с.

13. Белов А.В., Воробьев В., Грачев М., Ряченко С., Сутурин А.Н. Концепция развития международного туризма в Байкальском регионе // *География и природные ресурсы*. 1993. № 3. С. 5-11.

14. Байкал. Атлас. М.: ФСК России, 1993. С. 126.

15. Батоцыренов Э.А. Географические особенности развития активного туризма в Республике Бурятия: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.24. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2010. 174 с.

16. Шарипов М.Ю., Гавенько С.И., Батоцыренов Э.А. Активный отдых как дополнительный пакет привлечения туристов // *Устойчивое развитие туризма и модернизации экономики России: материалы IV международной научно-практической конференции*, Улан-Удэ, 6-9 сентября 2011 г. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2011. 446 с.

17. Белобородова Н.А. Перспективы развития горнолыжных комплексов на территории Байкальского региона // *Устойчивое развитие туризма: опыт и инновации: материалы II Международной научно-практической конференции: посвящается 50-летию Сибирского отделения Российской академии наук и 75-летию Бурятского государственного университета*. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. С. 358-366.

18. Максанова Л.Б.-Ж. Опыт подготовки проекта создания туристско-рекреационной особой экономической зоны «Байкал» (на примере Республики Бурятия) // *Устойчивое развитие туризма: опыт и инновации: материалы II Международной научно-практической конференции: посвящается 50-летию Сибирского отделения Российской академии наук и 75-летию Бурятского государственного университета*. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. С. 154-163.

19. Воловода А.В., Потапенко А.В. Горнолыжный туризм как один из способов решения проблемы сезонности туризма в Иркутской области // *Актуальные проблемы развития сферы услуг: сборник научных трудов*. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2019. С. 87-92.

20. Yangutova, A., Dong, S., Cheng, H., Xu, S., Li, F., Li, Z., Zhang, M., Li, J., Bazarzhapov, T., Boldanov, T. (2023). Assessing the Competitiveness of the Ski Resources around Lake Baikal (Russia) and Measures for Their Further Development. *Sustainability*, vol. 15, 10752. doi: 10.3390/su151410752

21. Блишников А.В., Большедворская М.В., Фальковская Т.Ю. Экономика впечатлений и зимний креативный туризм на Байкале: постковидная перезагрузка // *Креативные стратегии и креативные индустрии в экономическом, социальном и культурном пространствах региона: материалы VI Международной научно-практической конференции*, Иркутск, 29-30 мая 2024 г. Иркутск: Репроцентр+, 2024. С. 371-378.

22. Дмитриев В.В., Харитонова О.Б. Межрегиональный туристский проект «Сказочный Сагаалан в Бурятии» // *Индустрия туризма и гостеприимства в контексте межкультурной коммуникации: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию ДВГУПС и 15-летию кафедры «Международные коммуникации, сервис и туризм»*, Хабаровск, 02-04 марта 2018 г. Хабаровск: ДГУПС, 2018. С. 127-131.

23. Численность размещенных лиц в коллективных средствах размещения // *Федеральная служба государственной статистики*. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/KSR_mes_sub_10-2024.xlsx (дата обращения: 20.12.2024).

24. Аигина Е.В. Зимний туризм на Байкале: вызовы сверхтуризма // *Туристско-рекреационный комплекс в системе регионального развития: материалы X Международной научно-практической конференции*, Краснодар, 11-15 апреля 2022 г. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2022. С. 4-8.

25. У зимнего Байкала нет конкурентов. Что помогает туризму расти, а что тормозит развитие? // *Иркутский деловой портал*. Режим доступа: https://sia.ru/?section=484&action=show_news&id=16809427 (дата обращения: 21.12.2024).

References

1. An, H.M., Xiao, C.D., Tong, Y., Fan, J. (2021). Ice-and-snow tourism and its development in China: A new perspective of poverty alleviation. *Advances in Climate Change Research*, vol. 12, issue 6, pp. 881-893. doi: 10.1016/j.accre.2021.09.004
2. Liu, M., Zhao, L., Liu, K. (2018). Study on Ice and Snow Tourism Development Strategies in Changbai Mountain Nature Reserve. *3rd International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Humanities, ICCSSH 2018 (Moscow, April 25-27, 2018)*. Atlantis Press, pp. 1237-1241.
3. Budaeva, D.G., Eremko, Z.S., Andreeva, A.M., Dymbrylova, S.B. (2024). Ledovo-snezhnyi turizm: ponyatie, faktory razvitiya i prakticheskie primery [Ice and snow tourism: concept, development factors and practical examples]. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: politics, economics, law], no. 12, pp. 110-118. Available at: <https://dom-hors.ru/nauchnyy-zhurnal-obschestvo-politika-ekonomika-pravo/2024/12> (accessed: 29.12.2024).
4. Zhou, Yu. (2024). Analysis of the Status and Strategies for the Development of Ice and Snow Tourism in Northeast China. *Highlights in business, economics and management*, vol. 39, pp. 1145-1153. doi: 10.54097/aq8sfs43
5. An, H.-M., Xiao, C.-D., Tong, Ya., Fan, J. (2021). Ice-and-snow tourism and its sustainable development in China: A new perspective of poverty alleviation. *Advances in Climate Change Research*, vol. 12, issue 6, pp. 881-893. doi: 10.1016/j.accre.2021.09.004
6. Martirosyan, L.M., Sargsyan, R.S., Abraamyan V.M., Grigoryan L.S. (2024). Vozmozhnosti razvitiya zimnego turizma v aragatsotsniskoi oblasti [Opportunities for the development of winter tourism in the aragatsotn region]. *Uchenye zapiski Shirakskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. Nalbandyana* [Scientific notes of Shirak State University named after M. Nalbandyan], no. 1, pp. 18-29. doi: 10.54151/27382559-24.1pa-18
7. Zamyatina, N.Yu. (2020). Severnyi gorod-baza: osobennosti razvitiya i potencial osvoeniya Arktiki [Northern city-base: its special features and potential for the arctic de-





velopment]. *Arktika: ehkologiya i ehkonomika* [Arctic: ecology and economy], no. 2 (38), pp. 4-17. doi: 10.25283/2223-4594-2020-2-4-17

8. Potravnyi, I.M. (2021) Goroda i poselki Rossiiskoi Ark-tiki: podkhody k ustoiчивomu razvitiyu [Cities and towns of the Russian arctic: approaches to sustainable development]. *Ehkologiya. Ehkonomika. Informatika. Sistemnyi analiz i mod-elirovanie ehkonomicheskikh i ehkologicheskikh sistem* [Ecology. Economy. Informatics. System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems], vol. 1, no. 6, pp. 237-242.

9. Lukin, Yu.F. (2016). Arkticheskii turizm v Rossii [Arctic tourism in Russia]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], no. 25, pp. 211-216. doi: 10.17238/issn2221-2698.2016.25.211

10. Pestereva, N.M., Khechumyan, A.F., Vorozhbit, N.A. (2018). Kompleksnaya bioklimaticheskaya otsenka komfortnosti territorii Dal'nego Vostoka Rossii dlya zimnei rekreatsii i lechebno-ozdorovitel'nogo turizma [The comprehensive evaluation of the bioclimatic comfort at the territories of the Russian Far East with reference to winter-time recreational activities and primary wellness tourism]. *Voprosy kurtologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury* [Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy], no. 2, pp. 35-42. doi: 10.17116/kurort201895237-42

11. Ladeishchikov, N.P. (1974). K probleme rekreatsionnogo osvoeniya i okhrany prirody Baikala i Pribaikal'ya [On the problem of recreational development and protection of nature of Lake Baikal and the Baikal region]. *Priroda Baikala: sbornik statei* [Nature of Baikal: collection of articles]. Leningrad, Geographical Society of the USSR, 294 p.

12. Darbanov, D.R. (ed.) (1973). *Voprosy razvitiya industrii turizma na Baikale* [Issues of development of tourism industry on Baikal]. Ulan-Ude, Buryat book publishing house, 135 p.

13. Belov, A.V., Vorob'ev, V., Grachev, M., Ryashchenko, S., Sutin A.N. (1993). Kontseptsiya razvitiya mezhduнародnogo turizma v Baikalskom regione [Concept of development of international tourism in the Baikal region]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural sources], no. 3, pp. 5-11.

14. Federal Agency for Geodesy and Cartography (1993). *Baikal. Atlas* [Baikal. Atlas]. Moscow, Federal Agency for Geodesy and Cartography, p. 126.

15. Batotsyrenov, E.A. (2010). Geograficheskie osobennosti razvitiya aktivnogo turizma v Respublike Buryatiya [Geographical features of active tourism development in the Republic of Buryatia]. Cand. geographical sci. diss.: 25.00.24. Ulan-Ude, Buryat State University, 174 p.

16. Sharipov, M.Yu., Gaven'ko, S.I., Batotsyrenov, E.H.A. (2011). Aktivnyi otykh kak dopolnitel'nyi paket privilech-

eniya turistov [Active recreation as an additional package to attract tourists]. *Ustoichivoe razvitie turizma i modernizatsii ehkonomiki Rossii: materialy IV mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ulan-Udeh, 6-9 sentyabrya 2011 g.* [Proceedings of the Sustainable development of tourism and modernization of the Russian economy: IV International scientific and practical conference (Ulan-Ude, September 6-9, 2011)]. Ulan-Ude, Publishing house BSC SB RAS, 446 p.

17. Beloborodova, N.A. (2007). Perspektivy razvitiya gornolyzhnykh kompleksov na territorii Baikalskogo regiona [Prospects for the development of ski resorts in the Baikal region]. *Ustoichivoe razvitie turizma: opyt i innovatsii: materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: posvyashchaetsya 50-letiyu Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk i 75-letiyu Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of the II International scientific and practical conference: dedicated to the 50th anniversary of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences and the 75th anniversary of the Buryat State University]. Ulan-Ude, Publishing house BSC SB RAS, pp. 358-366.

18. Maksanova, L.B.-Zh. (2007). Opyt podgotovki projekta sozdaniya turistsko-rekreatsionnoi osobo ehkonomicheskoi zony «Baikal» (na primere Respubliki Buryatiya) [Experience in preparing a project to create a tourist and recreational special economic zone "Baikal" (using the Republic of Buryatia as an example)]. *Ustoichivoe razvitie turizma: opyt i innovatsii: materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: posvyashchaetsya 50-letiyu Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk i 75-letiyu Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of the II International scientific and practical conference: dedicated to the 50th anniversary of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences and the 75th anniversary of the Buryat State University]. Ulan-Ude, Publishing house BSC SB RAS, pp. 154-163.

19. Volovoda, A.V., Potapeiko, A.A. (2019). Gornolyzhnyi turizm kak odin iz sposobov resheniya problemy sezonosti turizma v Irkutskoi oblasti [Mountain-ski tourism as one way to solve the problem of seasonality of tourism in the Irkutsk region]. *Aktual'nye problemy razvitiya sfery uslug: sbornik nauchnykh trudov* [Current issues in the development of the service sector: collection of scientific papers]. Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State Economical University, pp. 87-92.

20. Yangutova, A., Dong, S., Cheng, H., Xu, S., Li, F., Li, Z., Zhang, M., Li, J., Bazarzhapov, T., Boldanov, T. (2023). Assessing the Competitiveness of the Ski Resources around Lake Baikal (Russia) and Measures for Their Further Development. *Sustainability*, vol. 15, 10752. doi: 10.3390/su151410752

21. Blinnikova, A.V., Bol'shedvorskaya, M.V., Fal'kovskaya, T.Yu. (2024). Ekonomika vpechatlenii i zimnii kreativnyi turizm na Baikale: postkovidnaya perezagruzka [Experience economy and winter creative tourism on Baikal: post-covid reboot]. *Kreativnye strategii i kreativnye industrii v ehkonomicheskoy, sotsial'nom i kul'turnom prostranstvakh regiona: materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Irkutsk, 29-30 maya 2024 g.* [Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference "Creative strategies and creative industries in the economic, social and cultural spaces of the region" (Irkutsk, May 29-30, 2024)]. Irkutsk, Reprotsentr+, pp. 371-378.

22. Dmitriev, V.V., Kharitonova, O.B. (2018). Mezhhregional'nyi turistskii projekt «Skazochnyi Sagaalgan v Buryatii» [Interregional tourist project "Fairytale Sagaalgan in Buryatia"]. *Industriya turizma i gostepriimstva v kontekste mezhkul'turnoi kommunikatsii: materialy V Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 80-letiyu DVGUPS i 15-letiyu kafedry «Mezhduнародnye kommunikatsii, servis i turizm», Khabarovsk, 02-04 maya 2018 g.* [Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 80th anniversary of FESTU and the 15th anniversary of the Department of International Communications, Service and Tourism "Tourism and hospitality industry in the context of intercultural communication" (Khabarovsk, March 02-04, 2018)]. Khabarovsk, Far Eastern State University of Railway Transport, pp. 127-131.

23. Federal State Statistics Service (2024). *Chislennost' razmeshchennykh lits v kollektivnykh sredstvakh razmeshcheniya* [Number of persons accommodated in collective accommodation facilities]. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/KSR_mes_sub_10-2024.xlsx (accessed: 20.12.2024).

24. Aigina, E.V. (2022). Zimnii turizm na Baikale: vyzovy sverkturizma [Winter tourism in Baikal: challenges of overtourism]. *Turistsko-rekreatsionnyi kompleks v sisteme regional'nogo razvitiya: materialy X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Krasnodar, 11-15 aprelya 2022 g.* [Proceedings of the X International scientific and practical conference "Tourist and recreational complex in the system of regional development" (Krasnodar, April 11-15, 2022)]. Krasnodar, Kuban State University, pp. 4-8.

25. Irkutsk business portal (2024). U zimnego Baikala net konkurentov. Chto pomogaet turizmu rasti, a chto tormozit razvitie? [Winter Baikal has no competitors. What helps tourism grow, and what slows down development?]. Available at: https://sia.ru/?section=484&action=show_news&id=16809427 (accessed: 21.12.2024).

Информация об авторах:

Лубсанова Наталья Борисовна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6513-2555>, Scopus ID: 49663510300, Researcher ID: B-3982-2014, SPIN-код: 2956-3588, nlub@binm.ru

Будаева Дарима Гармаева, кандидат географических наук, научный сотрудник,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0971-0781>, Scopus ID: 57204365476, SPIN-код: 5115-9955, budaevadarima@yandex.ru

Дымбрылова Саяна Баировна, аспирант,
ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-2244-562X>, dymbrylovasayana@yandex.ru

Хребтова Татьяна Анатольевна, аспирант,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4017-8906>, Scopus ID: 58574456300, Researcher ID: HHY-8525-2022, suranova_tanya@mail.ru

Information about the authors:

Natalya B. Lubsanova, candidate of economic sciences, senior researcher,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6513-2555>, Scopus ID: 49663510300, Researcher ID: B-3982-2014, SPIN-code: 2956-3588, nlub@binm.ru

Darima G. Budaeva, candidate of geographical sciences, researcher,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0971-0781>, Scopus ID: 57204365476, SPIN-code: 5115-9955, budaevadarima@yandex.ru

Sayana B. Dymbrylova, postgraduate student,
ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-2244-562X>, dymbrylovasayana@yandex.ru

Tatyana A. Khrebtova, postgraduate student,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4017-8906>, Scopus ID: 58574456300, Researcher ID: HHY-8525-2022, suranova_tanya@mail.ru



Научная статья
УДК 631.5:338.43:339.9
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_443

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЯИЧНОГО ПТИЦЕВОДСТВА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.И. Кротов¹, Э.Р. Закирова¹, А.С. Гусев¹, Е.М. Цейтлин²

¹ Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Оценка экономического развития России с учетом внешнеэкономических ограничений является важным аспектом современных исследований, позволяющим выявить адаптационные свойства системы, связанной с социально-экономическим развитием сельского хозяйства. Внешнеэкономические ограничения, введенные недружественными государствами, оказывают существенное влияние на устойчивость народного хозяйства, включая отдельные отрасли. В исследовании проводится анализ влияния внешнеэкономических ограничений на развитие птицеводства (яичного направления) в Свердловской области. Используются данные производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций за период с 2019 г. по 2023 г. и статистические данные Управления Федеральной службы государственной статистики. Анализ показывает, что птицеводство яичного направления в регионе демонстрировало динамичное развитие, за исключением 2022 г., когда отрасль столкнулась с убытками. В 2023 г. рентабельность производства яиц составила 20,52%, а объем производства увеличился на 4,7%. Однако себестоимость 1 тыс. яиц возросла на 30,6% до 4646 руб., что связано с увеличением затрат на корма и содержание основных средств. Прибыль от реализации яиц почти удвоилась: с 780,4 млн руб. до 1544,5 млн руб.. В результате применения двухфакторной матрицы был выявлен низкий темп роста и низкая устойчивость после введения санкций. Однако в 2023 г. ситуация улучшилась, что свидетельствует о наличии адаптационных свойств в отрасли. На основе результатов исследования предложены рекомендации для устойчивого развития птицеводства в Свердловской области.

Ключевые слова: внешнеэкономические ограничения, птицеводство, устойчивое развитие, экономическая эффективность, индексный приём, матричный анализ

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-01678, <http://rscf.ru/project/24-28-01678>.

Original article

IMPACT OF FOREIGN ECONOMIC RESTRICTIONS ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF EGG POULTRY FARMING IN SVERDLOVSK REGION

M.I. Krotov¹, E.R. Zakirova¹, A.S. Gusev¹, E.M. Tseitlin²

¹ Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

² Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

Abstract. Assessment of Russia's economic development taking into account foreign economic restrictions is an important aspect of modern research, allowing us to identify the adaptive properties of the system associated with the socio-economic development of agriculture. Foreign economic restrictions imposed by unfriendly states have a significant impact on the sustainability of the national economy, including individual industries. The study analyzes the impact of foreign economic restrictions on the development of poultry farming (egg direction) in the Sverdlovsk region. The data on production and financial activities of agricultural organizations for the period from 2019 to 2023 and statistical data from the Federal State Statistics Service are used. The analysis shows that egg poultry farming in the region demonstrated dynamic development, with the exception of 2022, when the industry faced losses. In 2023, the profitability of egg production was 20.52%, and the production volume increased by 4.7%. However, the cost of 1 thousand eggs increased by 30.6% to 4646 rubles, which is due to an increase in the cost of feed and maintenance of fixed assets. Profit from egg sales almost doubled — from 780.4 to 1544.5 million rubles. As a result of applying the two-factor matrix, a low growth rate and low stability after the introduction of sanctions were revealed. However, in 2023, the situation improved, which indicates the presence of adaptive properties in the industry. Based on the results of the study, recommendations for sustainable development of poultry farming in the Sverdlovsk region are proposed.

Keywords: foreign economic restrictions, poultry farming, sustainable development, economic efficiency, index method, matrix analysis

Acknowledgments: The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 24-28-01678, <http://rscf.ru/project/24-28-01678>

Введение. Риторика западных стран, ориентированная на вмешательство в реализацию потенциала развития России через внешнеэкономические ограничения, все более усиливается. Санкционное давление недружественных стран оказывает существенное влияние на развитие экономики России, особенно это касается инновационных и технологических решений в производственных сферах деятельности. Технологическая отсталость страны сказывается на её экономическом развитии, большая часть техники и оборудования используемая в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и многих других отраслях народного хозяйства импортного производства.

Развитие АПК России на протяжении последних лет проходило под влиянием разнонаправленных процессов, которые, с одной стороны, связаны с формированием благоприятной рыночной конъюнктуры на внутреннем агропродовольственном рынке, из-за сокращения его емкости и предложения, что обусловило в значительной степени повышение цен реализации на основные виды сельскохозяйственной продукции после введения эмбарго на импорт продуктов питания из ряда «недружественных» стран, а с другой, ростом затрат и стоимости используемых ресурсов (средств производства и расходных материалов) вследствие усиления инфляционных и девальвационных процессов в экономике [7].

Одним из приоритетных направлений экономической политики России можно признать устойчивое развитие отечественной экономики [5]. Проблема устойчивого функционирования организаций сельского хозяйства в условиях жестких внешнеэкономических ограничений (санкций) является актуальной, поскольку эти вопросы недостаточно исследованы. Решение этой научной проблемы связано с обеспечением продовольственной безопасности на фоне ограниченного доступа к современным технологиям и оборудованию, ограничений на экспорт и импорт сельскохозяйственной продукции, неопределенности на рынках [6].



В условиях внешнеэкономических ограничений доступность инновационных технологий ограничена, что связано с сокращением поставок из Европы соответствующего оборудования и технологий, а также ростом цен на используемые современные средства производства. В условиях растущего экспорта сельскохозяйственной продукции и значительной зависимости от импорта технологий стабильность внешнеэкономических связей является критическим фактором развития отрасли [3]. Высокая зависимость отечественного агропромышленного комплекса от технологий иностранных государств, которая по предварительным данным, в 2022 г. составила около 40 процентов [4], зависимость от импортного фонда семян; отсутствие высокопродуктивного отечественного генетического материала для отраслей животноводства; ограничение импорта передовой сельскохозяйственной техники и технологий [2]. В условиях внешних ограничений аграрный сектор страны столкнулся с ростом цен на удобрения, семена, технические средства производства, которые соединились с проблемой преодоления санкций недружественных государств и усложненной логистики [4].

Государственная поддержка сыграла ключевую роль в достижении продовольственной безопасности по ряду важнейших позиций [3]. Можно сделать вывод о довольно высокой эффективности и результативности импортозамещения в АПК России, что определяется опережающими темпами роста экспорта сельскохозяйственной продукции по сравнению с темпами роста импорта [2]. Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность развития аграрного сектора экономики, является объем и доступность государственной поддержки для сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также уровень администрирования и быстрота доведения финансовых ресурсов до конечных получателей [7]. На сегодняшний день количественный состав и качественный характер субсидий, направляемых на развитие АПК из федерального и региональных бюджетов, предопределяет не только размер получаемой прибыли и конкурентоспособность производимой продукции, но, и во многом, формирует основу

для проведения технико-технологической модернизации отрасли, обеспечения расширенного воспроизводства и повышения устойчивости АПК России [7].

Материалы и методы исследования. Для решения вопросов внешнеэкономических ограничений необходимо диверсификация внешнеэкономических связей и повышения технологической независимости отечественного АПК [1]. Расширение программ импортозамещения сельскохозяйственной и продовольственной продукции [2]. Предстоит более активно решать задачи формирования и эффективное использование кадрового потенциала, способного обеспечить инновационное развитие агропромышленного комплекса и его отдельных отраслей [1]. Сохранение и рост объемов производства требует от производителей привлечения дополнительных ресурсов, что неизбежно приведет к росту себестоимости продукции. В этой связи на первый план выходит планомерная и поступательная поддержка государством отраслей, зависящих от западных технологий и импортозамещающих отраслей, для обеспечения устойчивого роста экономики.

Цель исследования дать оценку влияния внешнеэкономических ограничений на развитие птицеводства (яичного направления) Свердловской области. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проведен анализ эффективности развития птицеводства (яичного направления) в регионе за период 2019-2023 гг.;
- дана оценка устойчивости развития отрасли птицеводства с использованием матричного анализа;
- определены основные факторы, влияющие на развитие анализируемой отрасли, в том числе связанные с внешнеэкономическим ограничением.

Для исследования использовались данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области, анализ производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций Свердловской области за 2019-2023 гг. и научные публикации. Для проведения исследования использовались следующие

методы: статистико-экономические, индексный прием, матричный анализ.

Результаты. Свердловская область всегда относилась к самообеспечивающим регионам птицеводческой продукцией, развивая птицепродуктовый подкомплекс с учетом современных передовых технологий и инноваций. Птицепродуктовый подкомплекс региона яичного направления представлен предприятиями занимающимися племенной птицей, птицефабриками яичного направления, а также компаниями комбикормовой промышленности. Лидером отрасли в регионе является ОАО «Птицефабрика «Свердловская» на её долю приходится более 60% от всего объема производства яиц. В производстве комбикормов лидирующие позиции у ОАО «Богдановичский комбикормовый завод». Многие птицефабрики области имеют вертикально интегрированную структуру от производства птицеводческой продукции до её реализации через собственную фирменную торговлю.

Птицепродуктовый подкомплекс как система играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, решая вопросы обеспечения доступной и качественной продукцией птицеводства. Как правило, в развитых регионах России сосредоточено локальное производство продукции сельского хозяйства, в том числе птицеводство, решающее вопросы самообеспечения продовольствием на уровне региона. В табл. 1 представлен анализ эффективности производства яичного птицеводства Свердловской области.

Данные табл. 1 показывают, что за период 2019-2023 гг. птицеводство яичного направления в регионе развивалось успешно, исключением является 2022 г., в котором отрасль была убыточна — 0,06%. При этом уже в 2023 г. производство и реализация яйца вышла на высокий показатель рентабельности — 20,52%.

В 2023 г. по сравнению с 2019 г. объем производства яйца увеличился на 4,7% с 1520,8 млн шт. до 1591,6 млн шт., что связано с ростом среднегодового поголовья птицы и яйценоскости. За анализируемый период производственная себестоимость 1 тыс. штук яйца выросла на 30,6% с 3557 руб. до 4646 руб.. Рост затрат связан, в том числе, с увеличением трудоемкости

Таблица 1. Эффективность развития яичного птицеводства Свердловской области
Table 1. Efficiency of egg poultry farming in the Sverdlovsk region

Показатели	Годы					2023 к 2019, %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Поголовье птицы на конец года, тыс. голов	6366,3	6266,3	6231,9	6343,8	6540,8	102,7
Яйценоскость, шт.	334	336	338	340	341	102,1
Объем производства яйца, млн шт.	1520,8	1463,2	1536,5	1565,7	1591,6	104,7
Затраты труда на производство 1 тыс. шт. яйца, чел/час	0,59	0,80	0,79	0,75	0,86	145,8
Расход кормов на 1 тыс. шт. яйца, ц к.ед.	1,30	1,32	1,27	1,32	1,32	101,5
Себестоимость 1 кг кормовых единиц, руб.	1625,4	1753,8	2293,7	2284,8	2108,1	129,7
Производственная себестоимость 1 тыс. шт. яйца, руб.	3557	3752	4464	4583	4646	130,6
Объем реализации яйца, млн шт.	1345,6	1287,3	1360,5	1394,4	1419,8	105,5
Уровень товарности, %	88,5	88,0	88,5	89,1	89,2	0,73 п.п.
Коммерческая себестоимость на 1 тыс. шт. яйца, руб.	3430	3570	4387	5142	5297	154,4
Цена реализации 1 тыс. шт. яйца, руб.	4010	4351	5328	5139	6384	159,2
Прибыль (убыток) от реализации яйца, тыс. руб.	780448	1004836	1279815	-4295	1544510	197,9
Окупаемость затрат	1,169	1,219	1,214	0,999	1,205	103,1
Уровень рентабельности (убыточности) яйца, %	16,91	21,88	21,45	-0,06	20,52	3,61 п.п.

Источник: составлено авторами на основе: Анализа производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций Свердловской области за 2019-2023 гг. [Электронный ресурс]. URL: <http://mcxso.midural.ru/article/show/id/105> (дата обращения 24.12.2024).



продукции (45,8%), а также себестоимости кормов на единицу продукции на 29,7% с 1625,4 руб. до 2108,1 руб.

Положительная динамика роста валового производства яйца позволила увеличить объемы реализации данной продукции в 2023 г. по сравнению с 2019 г. на 5,5% с 1345,6 млн шт. до 1419,8 млн шт., достигнув уровня товарности 89,2 процентных пункта. Прибыль от реализации яйца за исследуемый период выросла почти в 2 раза с 780,4 млн шт. до 1544,5 млн руб., окупаемость затрат увеличилась на 3,1% с 1,169 до 1,205, обеспечив уровень рентабельности отрасли в 20,52%, что на 3,61 процентных пункта выше чем в 2019 г..

При анализе отдельных отраслей важным вопросом исследования является себестоимость производства продукции (таб. 2). Данный показатель свидетельствует о конкурентоспособности продукции.

Анализ состава статей затрат на производство 1 тыс. штук яйца показывает, что в 2023 г. по сравнению с 2019 г. себестоимость единицы данной продукции увеличилась на 30,6% с 3557 до 4646 руб., в том числе за счет значительного роста затрат на содержание основных средств — в 5,1 раза с 55 руб. до 283 руб.; затрат на корма — на 31,7% с 2113 руб. до 2783 руб.; роста прочих и накладных расходов, соответственно, на 24,7% и 27,0%. Снижение затрат в себестоимости продукции отмечается на электроэнергию на 32,9%.

Значительное увеличение затрат на содержание основных средств, связано с существенными инвестиционными вложениями в отрасль начиная с 2020 г., модернизацией производства. При этом необходимо отметить, что в отрасли до 80% используется импортное оборудование, завозимое в основном из европейских стран, которые ввели внешнеэкономические ограничения в отношении России.

В табл. 3 представлена структура себестоимости производства яйца по среднеотраслевым показателям Свердловской области.

В 2023 г. в структуре себестоимости производства яйца наибольший удельный вес приходится на статьи затрат: на корма 59,89%, прочие — 12,99%, оплату труда — 11,93%. За анализируемый период 2019-2023 гг. структура производства 1 тыс. шт. яйца существенно изменилась. Так, доля затрат на содержание основных средств увеличилась с 1,55% до 6,09%. При этом по остальным статьям затрат, кроме кормов, доля сократилась, по оплате труда с 15,15% до 11,93%, электроэнергии — с 1,55 до 0,79%, прочих расходов — с 13,61% до 12,99%.

Как уже отмечалось затраты на содержание основных средств в единице продукции в анализируемой отрасли выросли более чем в 5 раз, что связано с применением в отрасли современных технологий, оборудования и другого закупаемых в основном у «недружественных» стран, оказывающих на экономику страны внешнеэкономические ограничения. Многие сельскохозяйственные организации в условиях существенного роста используемой импортной техники и оборудования провели переоценку основных средств, увеличив суммы на амортизацию основных средств и их содержание.

Одной из важных задач развития птицеводства в Свердловской области является обеспечение социальной и экономической стабильности, в том числе через обеспечение продовольствен-

ной безопасности региона. В табл. 4 представлено потребление населением Свердловской области мясной продукции и яйцепродуктов на душу населения.

Данные табл. 4 показывают, что за период 2019-2023 гг. потребление мяса и мясопродуктов на душу населения в регионе снизилось на 2,5% с 79 кг до 77 кг в год, яйца и яйцепродуктов — на 2,2% с 318 кг до 311 кг в год. Снижение потребления перечисленных видов продукции вызвано ростом цен на данную продукцию и снижением покупательной способности населения, что является тревожным фактором для развития птицепродуктового подкомплекса региона.

Конкурентоспособность и стратегическая устойчивость отрасли определяется как внутренними факторами развития, так и внешними. Для оценки данного показателя используем двухфакторную матрицу темпы роста отрасли (коэффициент роста рынка) / критерий успеха.

В табл. 5 проанализируем показатель критерий успеха — коэффициент успеха, представленной в работе Норина И.А. [8].

Данные табл. 5 показывают, что начиная с 2019 г. до 2022 г. коэффициент успеха в анализируемой отрасли постепенно снижался с 1,365 до 0,922, однако в 2023 г. данный показатель составил 1,100, что связано с ростом окупаемости затрат до 1,205. В 2022 г. коэффициент успеха достиг минимального значения 0,922, что связано с низким показателем коэффициента эффективности производства 0,922, а также убыточностью отрасли.

Можно предположить, что серьезное усиление внешнеэкономических ограничений оказало существенное влияние на анализируемую отрасль в 2022 г., что подтверждается ростом затрат на содержание основных средств за период с 2019 г. до 2023 г. в 5,1 раза, а в 2023 г. по сравнению с 2022 г. — почти на 30%.

Таблица 2. Состав статей затрат в себестоимости производства 1 тыс. шт. яйца
Table 2. Composition of cost items in the cost of production of 1 thousand eggs

Год	Себестоимость, руб.	в том числе по статьям затрат						
		оплата труда	корма	содержание основных средств	ГСМ	электроэнергия	прочие	накладные
2019	3557	539	2113	55	35	55	484	276
2020	3752	543	2315	185	32	50	536	90
2021	4464	624	2913	180	31	54	508	154
2022	4583	402	3016	217	27	50	534	337
2023	4646	554	2783	283	36	37	604	350

Таблица 3. Структура себестоимости производства 1 тыс. шт. яйца
Table 3. Cost structure of production of 1 thousand eggs

Год	Структура, %	в том числе по статьям затрат						
		оплата труда	корма	содержание основных средств	ГСМ	электроэнергия	прочие	накладные
2019	100,0	15,15	59,40	1,55	0,98	1,55	13,61	7,76
2020	100,0	14,47	61,70	4,93	0,85	1,33	14,29	2,43
2021	100,0	13,98	65,26	4,03	0,69	1,21	11,38	3,45
2022	100,0	8,77	65,81	4,73	0,59	1,09	11,65	7,35
2023	100,0	11,93	59,89	6,09	0,77	0,79	12,99	7,54

Таблица 4. Потребление продукции птицеводства населением Свердловской области на душу населения в год, кг [10]
Table 4. Consumption of poultry products by the population of the Sverdlovsk region per capita per year, kg [10]

Вид продукции	Годы					2023 к 2019, %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Мясо и мясопродукты	79	78	77	76	77	97,5
Яйца и яйцепродукты, штук	318	311	313	313	311	97,8

Таблица 5. Оценка эффективности развития яичного птицеводства Свердловской области с применением индексного приёма
Table 5. Evaluation of the effectiveness of the poultry meat industry in the Sverdlovsk region using the index method

Показатель	Годы					Средний показатель
	2019	2020	2021	2022	2023	
Яйценоскость, шт.	334	336	338	340	341	338
Индекс продуктивности	0,989	0,995	1,001	1,007	1,009	1,000
Производственная себестоимость 1 тыс. шт. яйца, руб.	3557	3752	4464	4583	4646	4200
Индекс себестоимости	0,847	0,893	1,063	1,091	1,106	1,000
Коэффициент эффективности производства	1,168	1,114	0,942	0,922	0,913	1,000
Окупаемость затрат	1,169	1,219	1,214	0,999	1,205	1,161
Коэффициент успеха	1,365	1,357	1,143	0,922	1,100	1,161





При этом отрасль использует передовые технологии в производстве продукции птицеводства, импортируемые из «недружественных» стран. Передовые технологии обеспечили отрасли снижение ресурсоёмкости продукции по ГСМ и электроэнергии.

Для оценки устойчивости отрасли необходимо определить перспективы её развития, для этого используем коэффициент роста рынка, основанный на таких показателях как темпы прироста объемов производства и реализации продукции в натуральном исчислении, а также объемы продаж в стоимостном выражении — выручка (табл. 6).

Данные табл. 6 показывают, что коэффициент роста (снижения) рынка нестабилен. За период 2019-2020 гг. рост данного показателя в среднем составил 4,9%. В 2021 г. и 2023 г. коэффициент роста рынка были наилучшими, и составили, соответственно, 1,134 и 1,100, что подтверждается ростом объемов продаж как в натуральном, так и в стоимостном выражениях.

На этом фоне выделяется 2020 г., анализируемый показатель был самым низким за последние пять лет — 0,986. Причинами послужили внутренние факторы развития отдельных птицефабрик региона. Так, птицефабрика «Свердловская» вывела из эксплуатации корпуса для содержания промышленных кур-несушек в отделении «Центральное». Кроме этого, ОАО «Птицефабрика «Свердловская» и ООО «Нижнетагильская птицефабрика» в начале 2020 г. изменили срок содержания и технологию кормления кур-несушек, используя современный подход (принудительная линька), при котором продуктивный период становится длиннее, а яйценоскость несколько снижается. Перечисленные факторы повлияли на объемы производства и реализации яйца в натуральном выражении.

Исходя из коэффициента роста рынка и показателя коэффициента успеха построим двухфакторную матрицу, на основании которой определим по периодам устойчивость развития птицеводства (яичного направления) в Свердловской области (табл. 7).

Представленная двухфакторная матрица показывает, что высокая устойчивость отрасли отмечалась в 2019 и 2020 гг. при низких темпах роста рынка. При этом на развитие отрасли влияли исключительно внутренние факторы производственного характера. Низкая устойчивость в развитии отрасли птицеводства яичного направления отмечается в 2022 г., что связано с убыточностью отрасли, а также снижением темпов отрасли. При этом в 2023 г. анализируемая отрасль существенно улучшила свои позиции за счет повышения результатов деятельности и существенного роста рынка птицеводческой продукции (яйца).

Выводы. Представленный анализ показывает, что отрасль птицеводства (яичного направления) Свердловской области значительно зависит от внешнеэкономических ограничений, начиная с 2000 гг. птицеводство ориентировалось на применение современных и инновационных технологических решений, применяя в основном импортное оборудование, поставляемое из Германии и из других европейских стран, являющихся для России на данный момент «недружественными». Внешнеэкономические ограничения привели к росту затрат на импортное оборудование и технику, применяемую в птицеводстве. При этом отмечается, что птицеводству региона требуется определенное время к адаптации к изменяющимся условиям, что подтверждается данными 2023 г. В условиях усиливающегося санкционного давления птицефабрики региона продолжают реализовывать инвестиционные проекты по расширению производства, закладывая новые корпуса по выращиванию птицы с использованием современного оборудования.

Для сдерживания влияния санкций на развитие птицеводства Свердловской области необходимо продолжить работу по планомерной поддержке отрасли со стороны государства при реализации инвестиционных проектов в отрасли, через субсидирование, софинансирование, налоговые преференции. Обеспечив тем самым реализацию производственного потенциала

и устойчивого развития всего птицепроductового подкомплекса региона.

Список источников

- Алтухов А.И. Приоритеты в обеспечении продовольственной безопасности в условиях глобальных вызовов // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 8. С. 2-11. URL: <http://esxr.ru/article/4508> (дата обращения: 11.01.2025).
- Зонина О.В., Шевелева О.Б., Слесаренко Е.В. Возможности повышения продовольственной безопасности России за счет развития программ импортозамещения // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 11. С. 12-19. URL: <http://esxr.ru/article/4560> (дата обращения: 11.01.2025).
- Лучковский Р. Н. Влияние санкций на сельское хозяйство РФ: адаптация АПК к новым геоэкономическим условиям // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 12. С. 20-25. URL: <http://esxr.ru/article/4579> (дата обращения: 11.01.2025).
- Нечаев В.И. Ускоренная реализация Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства как стратегическое направление импортозамещения в отрасли // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 5. С. 2-12. URL: <http://esxr.ru/article/4236> (дата обращения: 11.01.2025).
- Пименова Е.М., Усеинов Д.В. Оценка результатов финансово-хозяйственной деятельности российских предприятий в условиях санкционных ограничений // Фундаментальные исследования. 2024. № 1. С. 39-43; URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43554> (дата обращения: 11.01.2025).
- Сёмин А.Н., Руцицкая О.А., Курдюмов А.В., Гусев А.С. Устойчивость развития организаций сельского хозяйства в условиях жестких внешнеэкономических ограничений (санкций) // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 08. С. 1383-1394. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-10-1383-1394.
- Тихомиров А.И., Фомин А.А. Государственная поддержка АПК России: основные тенденции и социально-экономическое значение // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. том 67, № 2 (398). С. 121-125.
- Норин И.А. Использование индекса приема для принятия управленческих решений // Опыт и проблемы обеспечения продовольственной безопасности государства. Часть II. Материалы Межрегиональной научно-практической конференции — Екатеринбург: Издательство УРГСХА, 1998. С. 108-113.
- Анализ производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций Свердловской области за 2019-2023 годы <http://mcxso.midural.ru/article/show/id/105> (дата обращения: 24.12.2024).
- Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области [Электронный ресурс] <http://66.rosstat.gov.ru/folder/32235> (дата обращения: 31.10.2024).

References

- Altuxov A.I. (2024). *Priorities in ensuring food security in the context of global challenges* [Priorities in Ensuring Food Security in the Context of Global Challenges]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii*, no. 8, pp. 2-11.
- Zonina O.V., Sheveleva O.B., Slesarenko E.V. (2024). *Possibilities of improving Russia's food security through the development of import substitution programs*. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii*, no. 11, pp. 12-19.
- Luchkovskij R.N. (2024). *Influence of sanctions on Russian agriculture: adaptation of the AIC to new geo-economic conditions*. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii*, no. 12, pp. 20-25.
- Nechaev V.I. (2023). *Accelerated implementation of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture as a Strategic Direction of Import Substitution in the Industry*. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii*, no. 5, pp. 2-12.

Таблица 6. Анализ темпов роста яичного птицеводства в Свердловской области
Table 6. Analysis of the growth rates of meat poultry farming in the Sverdlovsk region

Показатель	Годы					Средний показатель
	2019	2020	2021	2022	2023	
Объем производства яйца, млн. шт.	1520,8	1463,2	1536,5	1565,7	1591,6	1536
Темп роста год к году, %	102,3	96,2	105,0	101,9	101,7	101,4
Объем реализации яйца, млн. шт.	1345,6	1287,3	1360,5	1394,4	1419,8	1362
Темп роста год к году, %	102,0	95,7	105,7	102,5	101,8	101,5
Выручка, тыс. руб.	5395856	5601042	7248744	7165822	9064003	6895093
Темп роста год к году, %	100,1	103,8	129,4	98,9	126,5	111,7
Уровень инфляции в РФ, %	3,05	4,91	8,39	11,92	7,42	7,14

Таблица 7. Матрица темп роста / коэффициент успеха
Table 7. Industry growth/decline rate matrix based on success rate

Тем роста / снижения отрасли	Коэффициент успеха (учитывает внутренние факторы)		
	ниже 1,000 (низкая устойчивость)	от 1,000 до 1,161 (средняя устойчивость)	выше 1,161 (высокая устойчивость)
Выше среднего значения более чем на 5%		2023 г. (1,100) 2021 г. (1,143)	
Среднее значение ± 5% от среднего значения			2019 г. (1,365)
Ниже среднего значения более чем на 5%	2022 г. (0,922)		2020 г. (1,357)



5. Pimenova E.M., Useinov D.V. (2024). *Ocenka rezul'tatov finansovo-hozyajstvennoj deyatel'nosti rossijskix predpriyatij v usloviyax sankcionny'x ogranichenij* [Evaluation of the Results of Financial and Economic Activities of Russian Enterprises under Sanction Restrictions]. *Fundamental'ny'e issledovaniya*, no. 1, pp. 39-43.

6. Syomin A.N., Rushhiczka O.A., Kurdyumov A.V., Gusev A.S. (2024). *Ustoichivost' razvitiya organizacij sel'skogo hozhaystva v usloviyax zhestkix vneshnee'konomicheskix ogranichenij (sankcij)* [Sustainability of Development of Agricultural Organizations under Strict Foreign Economic

Restrictions (Sanctions)]. *Agrarny'j vestnik Urala*, vol. 24, no. 08, pp. 1383-1394. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-10-1383-1394.

7. Tixomirov A.I., Fomin A.A. (2024). *Gosudarstvennaya podderzhka APK Rossii: osnovny'e tendencii i social'no-e'konomicheskoe znachenie* [State support for the agro-industrial complex of Russia: main trends and socio-economic significance]. *Mezhdunarodny'j sel'skoxozyajstvenny'j zhurnal*, vol. 67, no. 2 (398), pp. 121-125.

8. Norin I.A. (1998). *Ispol'zovanie indeksnogo priema dlya prinyatiya upravlencheskix reshenij* [Using the index method for making management decisions]. *Opy't i problemy' obe-*

specheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti gosudarstva. Chast' II. Materialy' Mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ekaterinburg, UrGSXA, pp. 108-113.

9. *Analiz proizvodstvenno-finansovoj deyatel'nosti sel'skoxozyajstvenny'x organizacij Sverdlovskoj oblasti za 2019-2023 gody'* (2024). (electronic journal). Available at: <http://mcxso.midural.ru/article/show/id/105> (accessed: 24.12.2024).

10. *Upravlenie Federal'noj sluzhby' gosudarstvennoj statistiki po Sverdlovskoj oblasti i Kurganskoj oblasti* (2024). (electronic journal). <http://66.rosstat.gov.ru/folder/32235> (accessed 31.10.2024).

Информация об авторах:

Кротов Михаил Иванович, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0904-2766>, AuthorID 357094, aktual111@mail.ru

Закирова Элина Рафикова, доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра Технологии инновационного развития, директор Института дополнительного образования, профессор кафедры финансов, денежного обращения и кредита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6185-8155>, AuthorID 324574, zakirer@usue.ru

Гусев Алексей Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра Технологии инновационного развития, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7606-4022>, AuthorID 68445, 9089267986@mail.ru

Цейтлин Евгений Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой инженерной экологии, Уральский государственный горный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4512-7139>, AuthorID 631125, tseitlin.e.m@gmail.com

Information about the authors:

Mikhail I. Krotov, candidate of economic sciences, associate professor of the accounting and auditing department, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0904-2766>, AuthorID 357094, aktual111@mail.ru

Elina R. Zakirova, doctor of economic sciences, professor, leading researcher at the scientific and educational center technologies of innovative development, director of the institute of continuing education, professor at the department of finance, money circulation and credit, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6185-8155>, AuthorID 324574, zakirer@usue.ru

Aleksey S. Gusev, candidate of biological sciences, associate professor, leading researcher at the scientific and educational center technologies of innovative development, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7606-4022>, AuthorID 68445, 9089267986@mail.ru

Evgeny M. Tseitlin, candidate of in geological and mineralogical sciences, head of the department of engineering ecology, Ural State Mining University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4512-7139>, AuthorID 631125, tseitlin.e.m@gmail.com

✉ 9089267986@mail.ru

СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ

Международная агропромышленная выставка



5-7 ноября 2025

350+

компаний
принимают участие

8500+

профессиональных
посетителей

ЛИДЕРЫ РЫНКА ПРЕДСТАВЛЯЮТ

- Сельхозтехнику и оборудование.
- Технологии для растениеводства и животноводства.
- Решения для переработки, хранения и логистики.

НАЙДИТЕ СВОИХ КЛИЕНТОВ
НА СИБИРСКОЙ АГРАРНОЙ НЕДЕЛЕ!

sibagroweek.ru



Место проведения :

НОВОСИБИРСК
ЭКСПО ЦЕНТР

Организатор:

СИБИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

+7 (383) 304-83-88

sibagroweek

@sibagroweek

РЕКЛАМА 0+





Научная статья

УДК 332.122.5

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_448

УСТОЙЧИВОСТЬ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ ПРИГРАНИЧНОГО МАКРОРЕГИОНА

В.С. Кривошлыков, В.А. Артемов, А.М. Конорев

Курский государственный университет, Курск, Россия

Аннотация. В статье осуществлена попытка анализа устойчивости социальной сферы приграничного макрорегиона, под которым в данной статье будем понимать пять регионов (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая и Тамбовская области). Строго пограничными из перечисленных являются только три (Белгородская, Воронежская и Курская области), однако объект исследования был расширен до пяти областей, поскольку все эти пять регионов объективно связаны между собой. Эта связь проявляется не только в единстве природно-климатических и географических условий, но и социально-экономических, логистических, промышленных. В качестве одного из компонентов социальной сферы, рассмотренного в данной работе, был выбран уровень самообеспечения региона базовыми продуктами питания (мясо, молоко, картофель). В качестве пороговых (целевых) значений уровня самообеспечения продовольствием были выбраны значения из Доктрины продовольственной безопасности РФ. Проведенное исследование позволило установить, что за все 24 рассматриваемых года (с 2000 по 2023 гг.) все пять регионов полностью обеспечивали внутренние потребности базовыми продуктами питания. Более того, даже кризис февраля 2022 г. и масштабные санкционные ограничения, введенные со стороны недружественных стран, не привели к снижению уровня самообеспечения продовольствием, а даже наблюдался рост этого показателя (при расчете 2021 г. к 2023 г.). Стабильность социальной сферы рассматриваемых регионов в части обеспечения населения базовыми продуктами питания, обеспечена высокими производственными мощностями отечественных аграрных предприятий, локализованных в рассматриваемых регионах. Основу аграрного сектора приграничного макрорегиона составляют вертикально-интегрированные холдинги, производственная база которых позволяет производить значительный объем аграрной продукции, обеспечивая продовольствием не только регионы присутствия, но и поставляя продукцию на экспорт.

Ключевые слова: социальная политика, социальная сфера, социальная стабильность, региональная экономика, приграничные регионы, продовольственная безопасность, нормы потребления продуктов питания, потребительский рынок

Благодарности: работа выполнена в рамках госзадания FZRF-2023-0028 «Институциональная эволюция архитектуры финансовой модели развития социальной сферы в контексте ценностных ориентиров российской цивилизации в условиях геополитических вызовов и угроз».

Original article

SUSTAINABILITY OF THE SOCIAL SPHERE OF THE BORDER MACROREGION

V.S. Krivoslykov, V.A. Artemov, A.M. Konorev

Kursk State University, Kursk, Russia

Abstract. The article attempts to analyze the sustainability of the social sphere of the border macro-region, which in this article will be understood as five regions (Belgorod, Voronezh, Kursk, Lipetsk and Tambov regions). Only three of these regions are strictly borderline (Belgorod, Voronezh and Kursk regions), however, the object of research has been expanded to five regions, since all these five regions are objectively interconnected. This connection is manifested not only in the unity of climatic and geographical conditions, but also in socio-economic, logistical, and industrial conditions. The level of self-sufficiency of the region with basic food products (meat, milk, potatoes) was chosen as one of the components of the social sphere considered in this work. The values from the Food Security Doctrine of the Russian Federation were selected as the threshold (target) values for the level of food self-sufficiency. The conducted research allowed us to establish that for all 24 years under review (from 2000 to 2023), all five regions fully provided basic food for domestic needs. Moreover, even the crisis of February 2022 and the large-scale sanctions imposed by unfriendly countries did not lead to a decrease in the level of self-sufficiency in food, and even an increase in this indicator was observed (when calculating 2021 by 2023). The stability of the social sphere of the regions under consideration in terms of providing the population with basic foodstuffs is ensured by the high production capacities of domestic agricultural enterprises located in the regions under consideration. The agricultural sector of the bordering macroregion is based on vertically integrated holdings, whose production base allows them to produce a significant amount of agricultural products, providing food not only to the regions of their presence, but also supplying products for export.

Keywords: social policy, social sphere, social stability, regional economy, border regions, food security, food consumption standards, consumer market

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the State task FZRF-2023-0028 "Institutional evolution of the architecture of the financial model for the development of the social sphere in the context of the value orientations of Russian civilization in the context of geopolitical challenges and threats".

Введение. Под социальной сферой региона в наиболее общем смысле принято понимать совокупность отраслей экономики, общественных и государственных институтов, комплекс предприятий и организаций (разных форм собственности), деятельность которых направлена на повышение уровня и качества жизни населения региона. Основными функциональными компонентами социальной сферы региона являются следующие подсистемы: а) здравоохранение (совокупность организаций и учреждений, целью которых является повышение качества медицинского обслуживания

населения); б) культура, целью подсистемы является поддержание и развитие уровня культуры среди населения региона; в) образование, цель подсистемы сводится к повышению образовательного уровня населения и созданию системы непрерывного образования в течение жизнедеятельности; г) жилищно-коммунальное хозяйство, целью подсистемы является обеспечение требуемого качества условий жизнедеятельности; д) социальная поддержка наименее защищенных слоев населения. Главной целью социальной политики на региональном уровне становится обеспечение высокого уровня

и качества жизни и профессиональной деятельности, что позволит не только обеспечивать требуемые показатели воспроизводства населения, но и позволит формировать человеческий капитал высокого класса, что в перспективе трансформируется в прирост регионального уровня ВРП и общего благосостояния.

Сложность и важность социальной сферы в системе регионального управления невозможно недооценить, поскольку она формирует основу для стабильного и устойчивого долгосрочного развития. Важнейшим компонентом развития социальных отношений является



динамика и структура потребления продуктов питания, поскольку потребление является не только актом удовлетворения физиологических потребностей, но и демонстрирует в современном обществе определенные паттерны и особенности социальной иерархии (на уровне домашнего хозяйства). Существуют разные научные подходы к исследованию особенностей продовольственной проблематики, доминирующим из которых в настоящее время является подход к анализу экономической доступности продовольствия (поскольку растут цены на продукты питания во всем мире, что обостряет не физическую доступность продовольствия, а его экономическую доступность). Поскольку одним из рыночных инструментов снижения цены является увеличение предложения, что, согласно закону спроса и предложения, должно привести в среднесрочной перспективе к снижению розничных цен на продовольствие. Поэтому в данной работе проанализирован уровень самообеспечения региона базовыми продуктами питания, поскольку уровень самообеспечения неразрывно связан с производственной базой, обеспечивающей выпуск аграрной продукции. В данном исследовании остановим внимание на особенностях развития приграничных регионов России (Белгородская, Курская и Воронежская области), а также на регионах, которые максимально близки к приграничным по природно-климатическим и экономическим условиям хозяйствования (Липецкая и Тамбовская области).

Цель исследования состоит в развитии исследования [2], выявлении особенностей динамики самообеспечения регионами базовыми продуктами питания (мясо, молоко, картофель) за период с 2000 года по 2023 г. Объектом исследования выступает Центрально-Черноземный макрорегион (Белгородская, Воронежская, Курская, Тамбовская и Липецкая области). Особый интерес представляет изменение в динамике самообеспечения продовольствием за период с 2021 по 2023 гг., поскольку 2021 г. можно считать предкризисным годом, а в феврале 2022 г. началась Специальная военная операция, которая длится по настоящее время.

Задача исследования сводится к выявлению динамики самообеспечения продовольствием за период ведения боевых действий в западном приграничье России, то есть необходимо определить роль стресс-фактора (боевые действия) в возможности бесперебойного обеспечения населения базовыми продуктами питания.

Методы исследования. Статистическую базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [4], причем уровень самообеспечения рассчитывался Росстатом только с 2019 г., поэтому данные по самообеспечению за период с 2000 по 2018 гг. были рассчитаны автором самостоятельно с использованием балансов продовольственных ресурсов по формуле:

$$FoodSecurity = \frac{Volume + (STOCK_{end} - STOCK_{beg})}{(CON_{prod} + CON_{per})} \times 100\%$$

где *FoodSecurity* — уровень продовольственного самообеспечения региона, %; *Volume* — объем производства рассматриваемого продукта питания в регионе, тыс. т; *STOCK_{end}* — величина

запасов продовольственного сырья, необходимого для производства продуктов питания, в регионе на конец года, тыс. т; *STOCK_{beg}* — величина запасов продовольственного сырья, необходимого для производства продуктов питания, в регионе на начало года, тыс. т; *CON_{prod}* — величина производственного потребления продовольственного сырья в регионе, тыс. т; *CON_{per}* — величина личного потребления продовольственного сырья в регионе, тыс. т.

Период исследования составил 24 календарных года, с 2000 по 2023 г. Особо ценными для исследования стали данные по уровню

самообеспечения продовольствием приграничных регионов с 2021 по 2023 гг., поскольку 2021 г. можно считать предкризисным, а в феврале 2022 г. началась Специальная военная операция. Соотнесение уровня самообеспечения продовольствием позволило выявить степень влияния боевых действий в западном приграничье России на аграрный производственный потенциал приграничных регионов.

Результаты исследования. Проблематике продовольственной безопасности уделялось большое внимание в отечественной научной литературе на протяжении длительного периода времени, и в настоящее время появляется

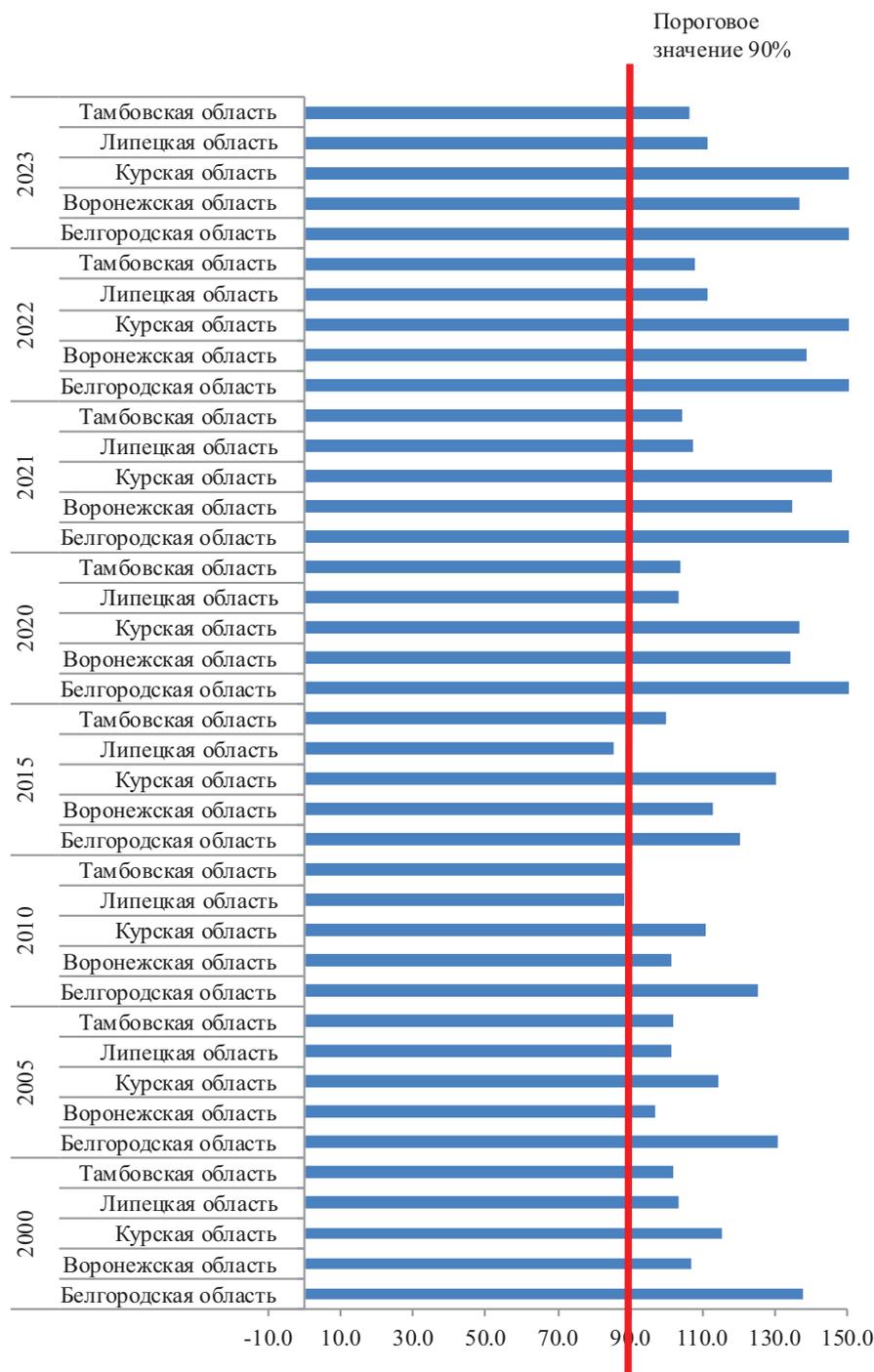


Рисунок 1. Уровень самообеспечения Центрально-Черноземного макрорегиона молоком и молочными продуктами, %
Figure 1. The level of self-sufficiency of the Central Chernozem macroregion with milk and dairy products, %





большое число работ, посвященных данной проблематике. В частности, в работе [8] подчеркивается обеспеченность базовыми продуктами питания населения России, но авторы заостряют внимание на высокой доле импорта продовольствия. К аналогичным выводам по части физического обеспечения продовольствием приходят авторы статьи [9], однако акцентируется проблематика экономической доступности продуктов питания из-за снижения реальных располагаемых доходов населения. Методологические особенности расчета экономической доступности продовольствия отражены в работе [10], что позволяет расширить возможности государственной поддержки наиболее нуждающихся слоев населения. Еще одной проблемой в части обеспечения продовольственной безопасности является фиксируемое ускорение изменения климатических особенностей ведения сельского хозяйства, что нашло отражение в работе [1], поэтому автор обосновывает необходимость использования передовых практик аграрного производства с учетом климатических изменений. Возрастание роли продовольственной проблематики в обеспечении экономической безопасности страны, особенно в контексте мировой продовольственной проблемы (рост числа населения планеты, рост совокупного спроса на продовольствие), отражено в работе [5], что потребует от страны увеличения производства для усиления экспортных позиций мирового поставщика продовольствия. Зарубежный опыт в оценке уровня продовольственной безопасности отражен в работах [6, 7], где акцентируется внимание на качестве продуктов питания. Несмотря на большое количество работ, посвященных продовольственной проблематике, остается не освещенной проблематика влияния Специальной военной операции на аграрное производство регионов, особенно приграничных регионов.

Из всех пяти рассматриваемых субъектов приграничного Центрально-Черноземного макрорегиона наибольшую спецификацию в производстве молока и молочных продуктов имела Белгородская область. За весь рассматриваемый период времени с 2000 по 2023 гг. (то есть 24 года сплошного наблюдения) уровень самообеспечения молоком в Белгородской области не снижался ниже 125,4% (это показатель 2010 г.), при этом объемы производства стабильно увеличивались, и если в 2000 г. объем самообеспечения составлял 138%, то к 2023 г. этот показатель увеличился до 162,2%. Производители молочной продукции из Белгородской области активно осуществляют дистрибуцию собственной продукции в другие регионы страны. Также значительные мощности по производству молочной продукции локализуются в Курской и Воронежской областях. Если в начале рассматриваемого периода в 2000 г. величина самообеспечения молоком данных областей составляла 107,1% (Воронежская область) и 115,6% (Курская область), то к 2023 г. величина уровня самообеспечения составила 137,1% (Воронежская область) и 182,9% (Курская область), то есть прирост составил 30 и 67,3% соответственно. Вплоть до 2020-х годов наименьшие значения уровня самообеспечения молочными продуктами наблюдались в Липецкой и Тамбовской областях. Если в 2000 г. уровень самообеспечения данных областей составлял 103,4% (Липецкая область)

и 102,2% (Тамбовская область), то к 2020 г. эти значения значительно не изменились — 103,6% (Липецкая область) и 103,7% (Тамбовская область) (рис. 1).

К 2023 г. объемы производства увеличились в Липецкой области, что позволило повысить уровень самообеспечения молоком до 111,5%, а в Тамбовской области до 106,6%. Общий прирост уровня самообеспечения молоком и молочными продуктами за 24 года составил 8,1% по Липецкой области и 4,4% по Тамбовской области. В целом можно сделать вывод, что даже несмотря на существенный стресс фактор (февраль 2022 г., начало Специальной военной

операции), уровень самообеспечения молоком и молочными продуктами даже повышался. Например, сравнивая значения 2021 и 2023 гг., получаем прирост по Белгородской области на 11,3%, по Воронежской области — на 2%, по Курской области — на 37,3%, по Липецкой области — на 4,3%, по Тамбовской области — на 2,2%. То есть по итогам двух лет военного конфликта можно утверждать, что приграничный макрорегион только увеличил уровень самообеспечения местного населения молочной продукцией.

Анализ самообеспечения рассматриваемыми регионами мясом и мясoproдуктами

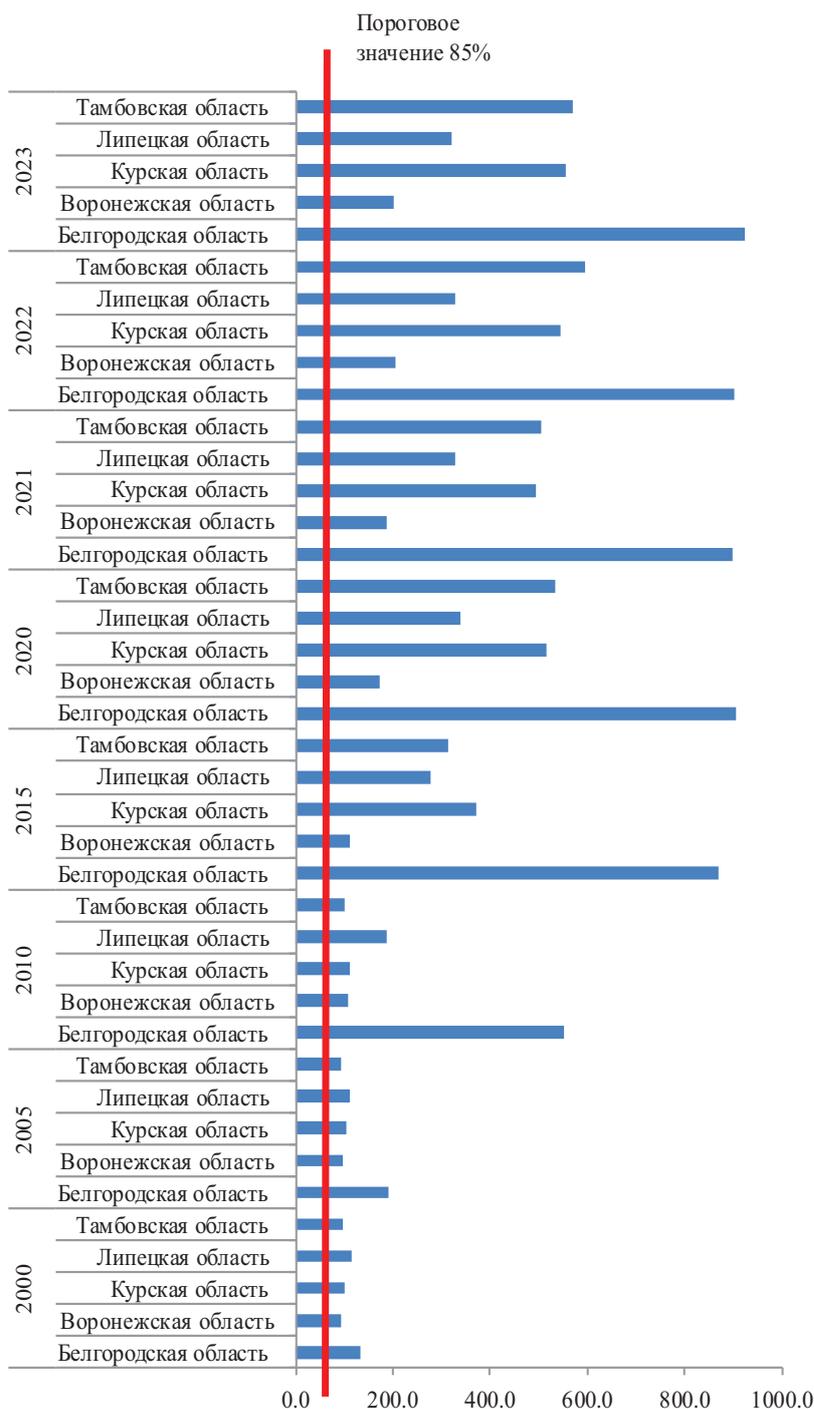


Рисунок 2. Уровень самообеспечения Центрально-Черноземного макрорегиона мясом и мясoproдуктами, %

Figure 2. The level of self-sufficiency of the Central Chernozem macroregion in meat and meat products, %



позволяет сделать вывод о том, что за весь рассматриваемый период времени во всех пяти регионах наблюдалось достижение порогового (85%) значения величины самообеспечения. Причем если в начале рассматриваемого периода уровень самообеспечения был относительно невысоким, но превышающим пороговое значение, то начиная с 2010-х годов регионы начинают увеличивать объемы производимой продукции, особенно это заметно на примере Белгородской области. В 2000 г. уровень самообеспечения мясом жителей Белгородской области составлял 131,5%, к 2010 г. данный показатель достиг значения 552,1%, в 2021 году (предкризисный год) величина самообеспечения составляла 900,3%, а к 2023 г. (по прошествии двух лет боевых действий) величина самообеспечения достигла 923,6%, общий прирост за 24 рассматриваемых года составил 792,1%. Из всех пяти регионов именно Белгородская область имеет ярко выраженный мясной профиль спецификации аграрного производства (рис. 2).

Существенно увеличили уровень самообеспечения мясом и мясoproдуктами Курская и Тамбовская области, если в 2000 г. величина их самообеспечения соответствовала значениям 101,8 и 95,4% соответственно, то к 2010 г. эти значения увеличились до 111,2% — Курская область и 99,4% — Тамбовская область, к предкризисному 2021 г. эти показатели увеличились до значений 494,8% — Курская область и 505,4% — Тамбовская область, в 2023 г. значения показателя самообеспечения составили 555,1% — Курская область и 571,6% — Тамбовская область. Общий прирост самообеспечения за все 24 года составил 453,3% по Курской области, 476,2% по Тамбовской области, 107% по Воронежской области, 207,9% по Липецкой области.

Существенные приросты в уровнях самообеспечения мясом и мясoproдуктами наблюдаются с 2010-х годов, кризис начала Специальной военной операции и последовавшие санкционные ограничения не привели к коллапсу производства, прирост самообеспечения в 2023 г., рассчитанный по отношению к базовому докризисному 2021 г., составил по Тамбовской области — 66,2%, по Липецкой области — 60,3%, по Воронежской области — 12,8%, по Белгородской области — 23,3%, и только по данным Липецкой области произошло незначительное снижение уровня самообеспечения мясом на 6,4%.

Важным базовым продуктом питания кроме мяса и молока и является картофель, поскольку именно по объему потребления данного продукта питания определяют уровень жизни населения и динамику его изменения (если потребление картофеля повышается, при снижении потребления мяса, то делают вывод о снижении покупательской способности населения, а если тенденция обратная — то говорят о повышении уровня жизни). В данном исследовании сосредоточимся на исследовании уровня самообеспечения картофелем западных приграничных регионов России. За исследуемый период времени с 2000 по 2023 г. в целом (за исключением некоторых коротких периодов) наблюдалось полное обеспечение рассматриваемых регионов картофелем с явным выделением функциональной спецификации по

производству картофеля в Тамбовской и Липецкой областях (рис. 3).

Поскольку лидером по производству картофеля среди регионов Центрально-Черноземного макрорегиона является Тамбовская область, то начнем описание изменения динамики уровня самообеспечения данным продуктом именно с нее. В 2000 г. уровень самообеспечения картофелем составлял 119,3% при пороговом (целевом) уровне 95%. К 2015 г. данный показатель увеличил свое значение до величины 288%, что было самым крупным значением среди всех пяти субъектов Центрально-Черноземного макрорегиона. В предкризисном 2021 г. уровень самообеспечения картофелем Тамбовской обла-

сти составлял 139,9%, а к 2023 г. данный показатель увеличился до 163,7%, то есть, несмотря на два года боевых действий, в Тамбовской области удалось добиться увеличения уровня самообеспечения картофелем на 23,8%.

В Липецкой области уровень самообеспечения картофелем составлял в 2000 г. 105,4%, к 2015 г. данный показатель увеличился до значения 141,7%, а в предкризисном 2021 г. он составлял 120,8%. Несмотря на боевые действия, к 2023 г. в Липецкой области удалось увеличить уровень самообеспечения картофелем на 56,3% — до 177,1%. По итогам 2023 г. это самый высокий показатель среди всех пяти рассматриваемых регионов. Динамика уровня

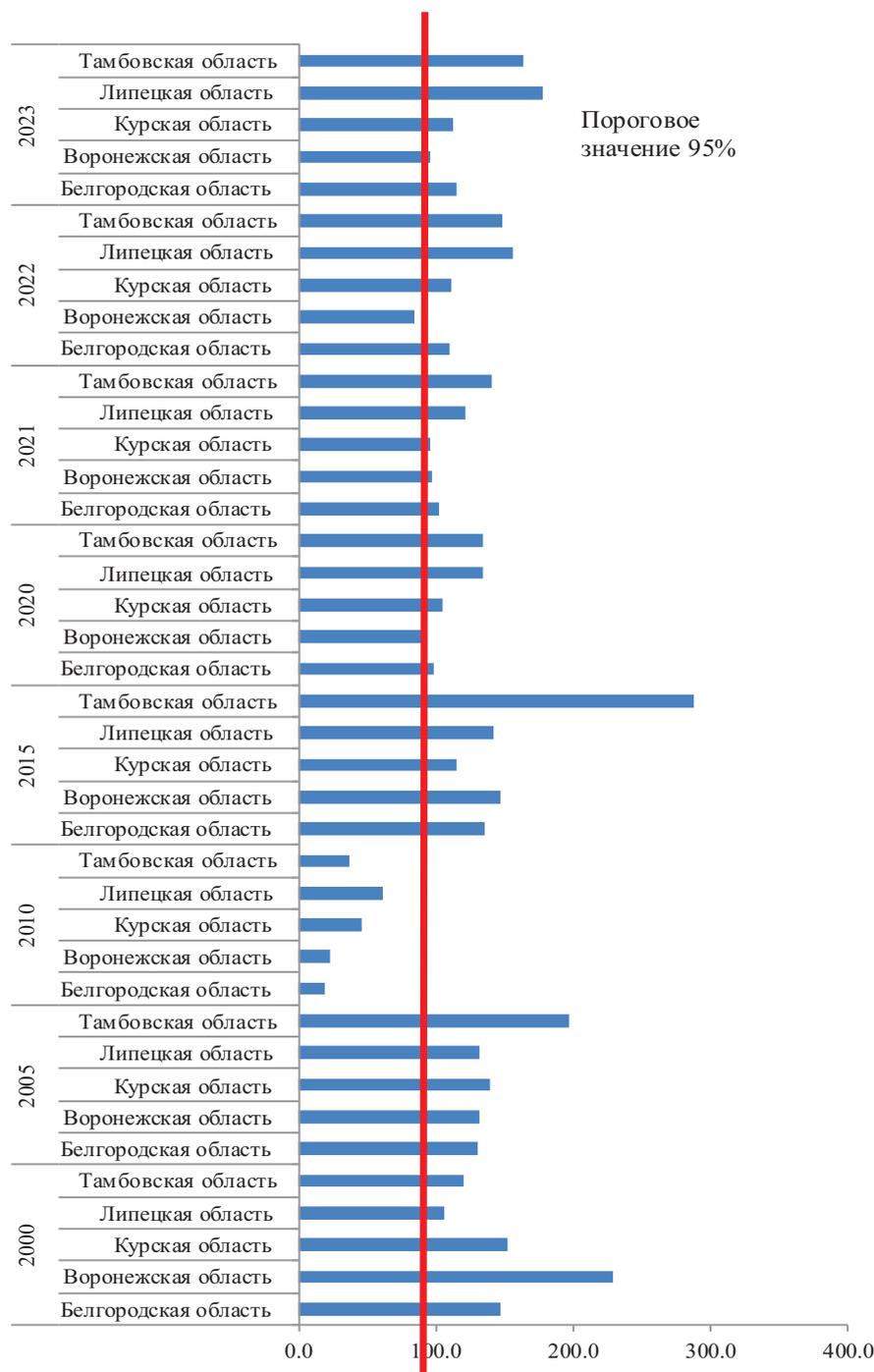


Рисунок 3. Уровень самообеспечения Центрально-Черноземного макрорегиона картофелем, %
Figure 3. The level of potato self-sufficiency in the Central Chernozem macroregion, %





самообеспечения картофелем в Белгородской области носила волнообразный характер. Так, в начале рассматриваемого периода уровень самообеспечения составлял 147,2%, к 2005 г. данный показатель понизился до значения 129,8%, а с 2015 г. начинается повышательная тенденция и к предкризисному 2021 г. уровень самообеспечения достигает 102%, к 2023 г. он достигает значения 115,3%.

Во всех пяти рассматриваемых регионах увеличился уровень самообеспечения за период, в течение которого ведутся боевые действия в рамках Специальной военной операции. В частности, прирост уровня самообеспечения картофелем (при расчете 2021 г. к 2023 г.) по Белгородской области — 13,3%, по Курской области — 16,8%, по Липецкой — 56,3%, по Тамбовской области — 23,8%.

Выводы. Проведенный анализ динамики уровня самообеспечения продовольствием Центрально-Черноземного макрорегиона за период с 2000 по 2023 гг. позволил сделать вывод о полном самообеспечении основными (базовыми) продуктами питания всеми пятью рассматриваемыми регионами. Даже такой существенный стресс-фактор (начало специальной военной операции и введение нескольких пакетов санкционных ограничений со стороны недружественных стран) не смог оказать негативного воздействия на сформированный аграрно-промышленный потенциал в западном приграничье России. Анализ уровня самообеспечения пяти рассматриваемых регионов (Белгородская, Воронежская, Курская, Тамбовская и Липецкая области) за период с 2021 по 2023 гг. позволил установить, что по базовому набору продуктов наблюдался рост уровня самообеспечения. Это подтверждает устойчивость западного приграничья России в части обеспечения населения базовыми продуктами питания, что стало возможным благодаря целенаправленной и последовательной политике по развитию аграрного производства в рассматриваемых регионах. Основу аграрного промышленного потенциала приграничных регионов составляют крупные вертикально-интегрированные холдинги с высоким уровнем автоматизации производства, которые аккумулируют значительный финансовый, производственный и человеческий потенциал, что позволяет таким компаниям производить большие партии продовольственной продукции. Большие объемы производства таких

холдингов позволяет не только покрывать потребности регионов присутствия, но и поставлять продовольствие в другие регионы страны, а также отправлять на экспорт.

Список источников

1. Бракк Д.Г. Продовольственная безопасность в условиях климатических трансформаций // Экономическая безопасность. 2023. № 1. С. 367-384.
2. Кривошлыков В.С. Динамика изменения структуры потребительского рынка макрорегиона // Актуальные проблемы развития отраслевых рынков: национальный и региональный уровень: сборник статей V Международной научно-практической конференции, Воронеж, 9 апреля 2021 г. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2021. С. 87-91.
3. Официальный сайт Президента России. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>
4. Официальный сайт Росстат. Балансы продовольственных ресурсов. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy
5. Руденко М.Н., Субботина Ю.Д. Продовольственная безопасность России // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. № 1 (127). С. 84-90.
6. Солодова С.В., Доронин Ю.П. Зарубежный опыт оценки уровня продовольственной безопасности // Управленческий учет. 2024. № 5. С. 422-429.
7. Улыбина Л.К. Зарубежный опыт управления аграрными // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 5 (55). С. 456-459.
8. Ускова Т.В. и др. Продовольственная безопасность региона: монография. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2014. 102 с.
9. Холдоенко А.М. Продовольственная безопасность в контексте обеспечения экономической безопасности государства // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2024. № 2 (146). С. 42-46.
10. Шагайда Н.И. и др. Оценка экономической доступности продовольствия в России в контексте продовольственной безопасности // Вопросы экономики. 2024. № 6. С. 73-95. doi: 10.32609/0042-8736-2024-6-73-95

References

1. Brakk, D.G. (2023). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh klimaticheskikh transformatsii* [Food security in the context of climatic transformations]. *Eh-*

konomicheskaya bezopasnost' [Economic security], no. 1, pp. 367-384.

2. Krivoshlykov, V.S. (2021). *Dinamika izmeneniya struktury potrebitel'skogo rynka makroregiona* [Dynamics of changes in the structure of the macroregion consumer market]. *Aktual'nye problemy razvitiya otraslevykh rynkov: natsional'nyi i regional'nyi uveren': sbornik statei V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Voronezh, 9 aprelya 2021 g.* [Actual problems of development of industry markets: national and regional level: collection of articles of the V International scientific and practical conference, Voronezh, April 9, 2021]. Voronezh, Voronezh State University, pp. 87-91.

3. Otsial'nyi sait Prezidenta Rossii. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 21.01.2020 g. № 20 «Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii» [Official site of the President of Russia. Decree of the President of the Russian Federation "On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation"]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>

4. Rosstat (2024). Otsial'nyi sait Rosstat. Balansy prodovol'stvennykh resursov [Federal State Statistics Service Food resource balances Food resource balances]. Available at: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy

5. Rudenko, M.N., Subbotina, Yu.D. (2021). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii* [Russia's food security]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ehkonomicheskogo universiteta*, no. 1 (127), pp. 84-90.

6. Solodova, S.V., Doronin, Yu.P. (2024). *Zarubezhnyi opyt otsenki urovnya prodovol'stvennoi bezopasnosti* [Foreign experience in assessing the level of food security]. *Upravlencheskii uchët* [Management accounting], no. 5, pp. 422-429.

7. Ulybina, L.K. (2024). *Zarubezhnyi opyt upravleniya agroriskami* [Foreign experience in managing agricultural risks]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no 5. (55), pp. 456-459.

8. Uskova, T.V. i dr. (2014). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' regiona: monografiya* [Food security of the region: monograph]. *Vologda, Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 102 p.

9. Kholdoenko, A.M. (2024). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' v kontekste obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti gosudarstva* [Food security in the context of ensuring the economic security of the State]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ehkonomicheskogo universiteta*, no. 2 (146), pp. 42-46.

10. Shagaida, N.I. i dr. (2024). *Otsenka ehkonomicheskoi dostupnosti prodovol'stviya v Rossii v kontekste prodovol'stvennoi bezopasnosti* [Assessment of the economic availability of food in Russia in the context of food security]. *Voprosy ehkonomiki*, no. 6, pp. 73-95. doi: 10.32609/0042-8736-2024-6-73-95

Информация об авторах:

Кривошлыков Владимир Сергеевич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента, маркетинга и управления персоналом, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7703-4095>, Scopus ID: 57202536288, Researcher ID: JEO-6277-2023, SPIN-код: 2301-9304, kri-vladimir@mail.ru

Артемьев Владимир Александрович, доктор экономических наук, доцент, директор Института экономики и управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8669-2743>, Scopus ID: 57196389827, Researcher ID: U-2846-2018, SPIN-код: 4093-9330, ava_fkn@mail.ru

Конорев Александр Михайлович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, финансов и учета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6474-4434>, Scopus ID: 57196376180, Researcher ID: AFZ-0324-2022, SPIN-код: 4207-2487, konorev04@mail.ru

Information about the authors:

Vladimir S. Krivoshlykov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of management, marketing and personnel management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7703-4095>, Scopus ID: 57202536288, Researcher ID: JEO-6277-2023, SPIN-code: 2301-9304, kri-vladimir@mail.ru

Vladimir A. Artemov, doctor of economic sciences, associate professor, director of the Institute of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8669-2743>, Scopus ID: 57196389827, Researcher ID: U-2846-2018, SPIN-code: 4093-9330, ava_fkn@mail.ru

Alexander M. Konorev, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics, finance and accounting, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6474-4434>, Scopus ID: 57196376180, Researcher ID: AFZ-0324-2022, SPIN-code: 4207-2487, konorev04@mail.ru



Научная статья

УДК 631.11

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_453

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В КОНТЕКСТЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

А.М. Ермакова¹, Е.Б. Дворядкина², О.В. Богданова¹¹Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия²Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению одного из важных аспектов экономического развития муниципальных образований, а именно — использованию такого фактора производства, как земельные ресурсы в виде сельскохозяйственных угодий. Методологической основой работы послужили концепции муниципального развития и теория аграрной экономики. В процессе исследования применены общенаучные методы — сравнения, синтеза, пространственного анализа. Цель исследования — разработать проект оптимизации использования сельскохозяйственных угодий в муниципальном образовании аграрного типа в контексте обеспечения его экономического развития. Объектом исследования являются сельскохозяйственные угодья Омутинского муниципального района Тюменской области. Методика оптимизации использования сельскохозяйственных угодий апробирована на примере одного из крупных предприятий, расположенного на территории Омутинского муниципального района, в 2023 г., при последовательной реализации этапов: 1) определение объекта исследования; 2) постановка цели и задач по оптимизации сельскохозяйственных угодий; 3) разработка плана оптимального использования сельскохозяйственных угодий; 4) оценка имеющегося ресурсного потенциала; 5) интерпретация результатов. В ходе проведенного исследования получены следующие результаты: предложен проект оптимизации сельскохозяйственных угодий, позволяющий использовать их более эффективно, что даст толчок к развитию отрасли овцеводства, как одной из важнейших и перспективных отраслей АПК в исследуемом муниципальном образовании, способной влиять на результаты экономического развития муниципального образования, что проявляется в возможности задействовать неиспользуемые сельскохозяйственные угодья в хозяйственном обороте, в создании новых рабочих мест, в формировании потенциала реализации нового продукта в границах муниципальной и региональной экономики.

Ключевые слова: муниципальное образование, методика исследования, сельскохозяйственные угодья, земельный фонд, овцеводство

Original article

OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE CONTEXT OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF MUNICIPALITIES

А.М. Ermakova¹, Е.Б. Dvoryadkina², О.В. Bogdanova¹¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia²Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The article is devoted to the consideration of one of the important aspects of the economic development of municipalities, namely, the use of such a factor of production as land resources in the form of agricultural land. The methodological basis of the work was the concepts of municipal development and the theory of agrarian economics. The research uses general scientific methods such as comparison, synthesis, and spatial analysis. The purpose of the study is to develop a project to optimize the use of agricultural land in an agricultural-type municipality in the context of ensuring its economic development. The object of the study is the agricultural lands of the Omutinsky municipal district of the Tyumen region. The methodology for optimizing the use of agricultural land has been tested using the example of one of the large enterprises located in the Omutinsky municipal district in 2023, with the consistent implementation of the stages: 1) definition of the research object; 2) setting goals and objectives for optimizing agricultural land; 3) development of a plan for optimal use of agricultural land; 4) assessment of the available resource potential; 5) interpretation of the results. In the course of the study, the following results were obtained: a project was proposed to optimize agricultural land, allowing it to be used more efficiently, which will give impetus to the development of the sheep industry as one of the most important and promising branches of agriculture in the municipality under study, capable of influencing the results of the economic development of the municipality, which is manifested in the possibility of using unused agricultural land in economic development. in terms of turnover, in the creation of new jobs, in the formation of the potential for the implementation of a new product within the boundaries of the municipal and regional economy.

Keywords: municipality, research methodology, agricultural land, land fund, sheep breeding

Введение. Основой развития и процветания сельского хозяйства в целом и каждого сельскохозяйственного предприятия в отдельности являются имеющиеся земельные ресурсы [1, 2]. Земля — это основное средство производства в сельском хозяйстве. Для пространственной оптимизации [4] необходимо выявить основные территориальные возможности, используя картографические материалы, материалы обследования и изысканий.

Цель исследования — разработать проект оптимизации использования сельскохозяйственных угодий в муниципальном образова-

нии аграрного типа в контексте обеспечения его экономического развития.

Научная новизна данного исследования заключается в следующем:

- апробирована методика оптимизации использования сельскохозяйственных угодий в муниципальном образовании аграрного типа с учетом приоритизации задачи по достижению целей муниципального экономического развития;
- определен полигон исследования на муниципальном уровне и разработан проект оптимизации использования сельско-

хозяйственных угодий, учитывающий стратегические направления развития и потенциал развития новых отраслей АПК в муниципальном образовании.

Благодаря достоверности и детализации данного исследования, будут достигнуты цели оптимального использования сельскохозяйственных угодий путем развития новой отраслевой специфики.

Методы и методология проведения исследования. В основе исследования применялись общенаучные методы — анализа, сравнения, синтеза и методы пространственного анализа.



Рисунок 1. Методика оптимизации использования сельскохозяйственных угодий на муниципальном уровне

Figure 1. Methodology for optimizing the use of agricultural land at the municipal level

Условные обозначения:

- Граница района
- Границы сельских поселений
- Водные объекты
- Сенокосы (28203 га)
- Пастбища (20055 га)
- Пашни (50956 га)

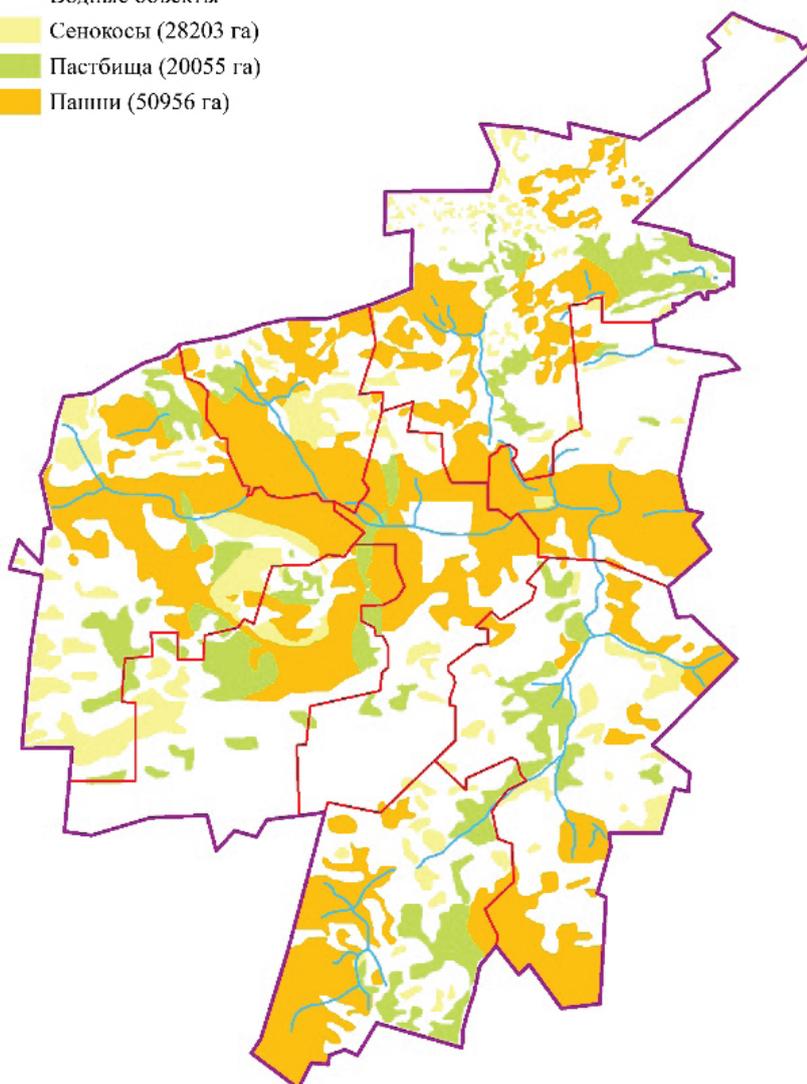


Рисунок 2. Местоположение сельскохозяйственных угодий на карте Омутинского района

Figure 2. The location of agricultural land on the map of Omutinsky district

Под оптимизацией сельскохозяйственных угодий понимается вовлечение в производство сельскохозяйственных угодий, их оптимальное использование с целью получения желаемого результата.

Роль оптимизации сельскохозяйственных земель в муниципальном развитии [3, 5] формирует четкий образ будущего, а именно видение в деталях желаемого устройства и взаимосвязи его элементов (рис. 1).

Ход исследования. Омутинский муниципальный район входит в состав Тюменской области, представляет собой инвестиционный интерес и имеет достаточно выгодное географическое положение. По территории района проходят крупные транспортные магистрали, железнодорожные станции, автомобильная дорога федерального значения (Р402). Омутинский район обладает привлекательными возможностями, расположен в благоприятной сельскохозяйственной зоне, а ведение сельскохозяйственной деятельности является основным у местного населения. Направление развития аграрного сектора экономики района является приоритетным и имеет все основания для устойчивого развития [8, 9] (рис. 2).

В таблице 1 представлена площадь сельскохозяйственных угодий Омутинского района.

Значительная часть территории муниципального района приходится на долю сельскохозяйственных угодий, которые зачастую простаивают и не введены в производственно-хозяйственный оборот.

Специализирующей отраслью, представляющей экономический интерес на территории Омутинского района, является отрасль животноводства. На сегодняшний день самым крупным хозяйством по содержанию и переработке мясной продукции является предприятие ООО «Бизон». Предприятие осуществляет свою деятельность в области производства, реализации кормовой, молочной, мясной продукции и иных услуг.

Производственно-хозяйственная деятельность осуществляется непосредственно в районном центре, где успешно реализуется весь ассортимент мясной продукции не только на территории Омутинского района, но и в районы Тюменской и Свердловской областей. Анализ деятельности предприятия в отрасли животноводства представлен в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что производственно-хозяйственная деятельность предприятия убыточна.

Для того чтобы улучшить экономическое положение предприятия, предлагаем расширить отрасль овцеводства, как одной из важнейших и перспективных отраслей АПК, аналогов которой нет на муниципальном пространстве.

Овцеводство — это животноводческая отрасль, перспективная для выгодного вложения средств, так как на данную продукцию высокие цены, а также есть возможность быстрого развития и масштабирования в условиях не только муниципалитета, но и региона [6, 7]. Помещения для содержания овец в зимний период времени на территории предприятия имеются (рис. 3).

Грамотная организация процесса пастбы в значительной степени сократит затраты и повысит продуктивность и эффективность использования сельскохозяйственных угодий (пастбищ).



Таблица 1. Площадь сельскохозяйственных угодий Омутинского района
Table 1. Agricultural land area of Omutinsky district

Вид сельскохозяйственного угодья	Площадь, га
Сельскохозяйственные угодья	
Пашня	50956
Многолетние насаждения	232
Залежь	9581
Сенокосы	28203
Пастбища	20055

Таблица 2. Показатели отрасли животноводства ООО «Бизон» (2020-2022 гг.)
Table 2. Indicators of the livestock industry of Bizon LLC (2020-2022)

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.
I. Продукция первичной переработки			
Реализовано, ц	245	584	685
в том числе:			
– мясо КРС	245	571	674
– молоко сырое коровье	8065	9509	11568
Полная себестоимость, тыс. руб.	11674	28705	32018
в том числе:			
– мясо КРС	11674	28022	30692
– молоко сырое коровье	16330	23474	26561
Выручка от реализации, тыс. руб.	11419	28091	31282
в том числе:			
– мясо КРС	11419	27492	30152
– молоко сырое коровье	14428	24673	27845
II. Продукция промышленной переработки			
Реализовано, ц	-	4	8
в том числе:			
– субпродукты	-	4	8
Полная себестоимость, тыс. руб.	-	249	284
в том числе:			
– субпродукты	-	249	284
Выручка от реализации, тыс. руб.	-	213	245
в том числе:			
– субпродукты	-	213	245
Прибыль (убыток), тыс. руб.	-255	-566	-579
в том числе:			
– мясо КРС	-255	-530	-540
– субпродукты	-	-36	-39
– молоко сырое коровье	2754	1199	1284
Окупаемость затрат, тыс. руб.			
– мясо КРС	0,98	0,98	
– субпродукты	-	0,86	0,86
– молоко сырое коровье	0,88	1,0	1,0

Для возможности реализации данного способа содержания животных и повышения использования продуктивности пастбищных угодий необходимо подобрать оптимальный вариант земельного участка.

Для данного проекта необходимо оптимизировать подходящие сельскохозяйственные угодья, имеющиеся в муниципальном образовании, для внедрения их в производственно-хозяйственную деятельность.

При анализе территории и имеющихся ресурсов предприятия было установлено, что стойлово-пастбищное содержание овец является наиболее подходящим вариантом для данной климатической обстановки. Стойловый период составляет 215 дней, пастбищный период — 150 дней.

Благодаря оптимальному использованию угодий, планируется сократить затраты, повысить продуктивность, задействовать в хозяйственный оборот неиспользуемые сельскохозяйственные угодья (пастбища). Для реализации поставленных задач необходимо подобрать оптимальный вариант территории и рассчитать ее возможности.

В процессе проведения исследования при выборе оптимального земельного участка [10, 11, 12], были установлены определенные критерии, которые должны были соответствовать требованиям:

- надлежащая конфигурация местности;
- удобное местоположение;
- транспортная доступность;
- наличие вблизи водного объекта;
- достаточная продуктивность пастбища.

Обоснование наиболее оптимальной территории представлено в таблице 3.

Схема границ предлагаемого земельного участка представлена на рисунке 4.

Результаты и обсуждение. В результате исследования наиболее подходящим был выбран загонный способ выпаса овец. На весь период выпаса отары овец предлагается разбить территорию на отдельные участки, что позволит сократить затопывание корма, а животные в загоне имели бы достаточное количество свежей зеленой травы. Также сокращается излишнее передвижение овец по участку, создаются благоприятные условия для растений. Секции разбивают на участки, в котором овцы выпасаются не более 6-7 дней.

Рассчитаем количество участков для выпаса.

Значение нагрузки овец на пастбище (Н, гол./га).

$$N = U / (Q_{сут} \times П),$$

где U — урожайность поедаемой массы, кг/га; Q_{сут} — суточная потребность животного в зеленом корме (5-7 кг на голову) в сутки; П — продолжительность пастбищного периода (150 сут).

$$U = U_{паст} \times k,$$

где U_{паст} — урожайность пастбища (50-70 ц/га); k — коэффициент использования пастбища (0,5-0,9).

$$U = 60 \times 0,7 = 42 \text{ ц/га.}$$

Подставим значения и определим нагрузку овец на пастбище.

$$N = 4200 / (6 \times 150) = 4,7 \text{ гол./га.}$$



Условные обозначения:

- | | | |
|------------------|--|--|
| 1 - Проходная | 4 - Помещение для содержания быков | 7 - Ангар для хранения зерна |
| 2 - Скотобойня | 5 - Помещение для содержания мясного скота | 8 - Помещение для содержания овец зимой |
| 3 - Зерносушилки | 6 - Ангар для хранения техники | 9 - Помещение для содержания молочного скота |
| | | 10 - Летние загоны для животных |

Рисунок 3. План-схема предприятия
Figure 3. Business plan-scheme





Таблица 3. Характеристика оптимального земельного участка
Table 3. Characteristics of the optimal land plot

Показатели	Земельный участок
Кадастровый номер	72:13:0000000:647
Местоположение	Тюменская область, Омутинский район, Омутинское сельское поселение
Общая площадь, га	392,2 га
Категория земель	Земли сельскохозяйственного назначения
Вид разрешенного использования	Под сельскохозяйственное использование
Собственник	Омутинский муниципальный район

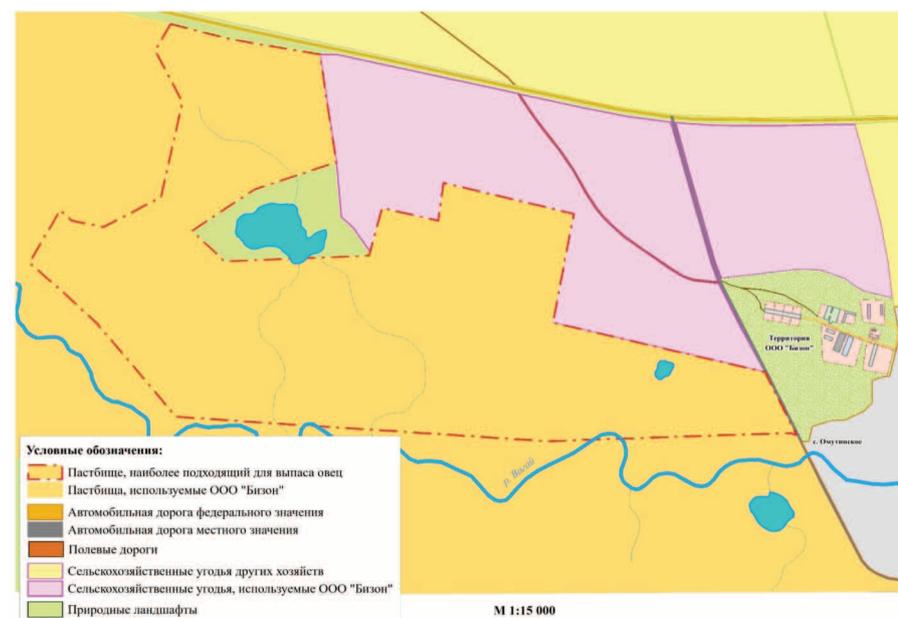


Рисунок 4. Схема границ предлагаемого земельного участка
Figure 4. Outline of the boundaries of the proposed land plot

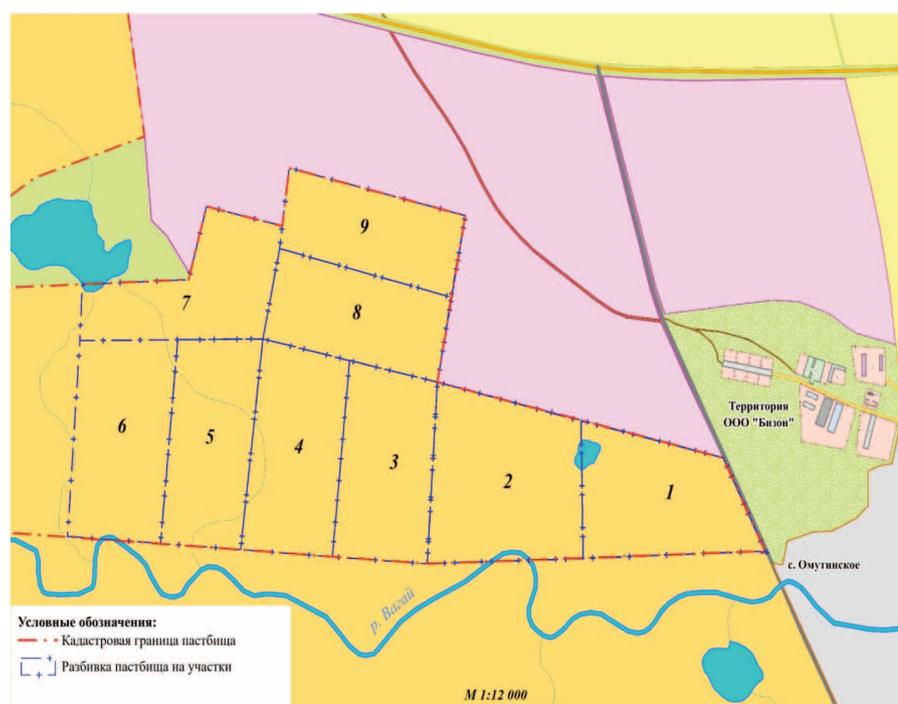


Рисунок 5. Проект оптимизации использования сельскохозяйственных угодий
Figure 5. A project to optimize the use of agricultural land

Определим площадь для выпаса одной овцы $A_{гол}$ и всего поголовья A .

$$A_{гол} = 1/H = 1/4,7 = 0,2 \text{ га/гол}$$

$$A = N_{гол} \times A_{гол} = 103 \times 0,2 = 20,6 \text{ га}$$

Число участков секции $N_{изг}$ из условия исключения заражения гельминтами (не более 7 суток на одном месте), с учетом отведения дополнительного участка из расчета выпаса овец в начальном, определяется по формуле:

$$N_{изг} = B_{вт}/T + 1,$$

где $B_{вт}$ — время, необходимое на восстановление травостоя после стравливания (до 50 дней); T — продолжительность пастбы овец на участке (7 суток).

$$N_{изг} = 50/7 + 1 = 8,14 \text{ участков} \sim 9 \text{ участков.}$$

Загонный способ выпаса овец представлен на рисунке 5.

Выводы. Оптимальное использование сельскохозяйственных угодий связано с грамотным и последовательным использованием земель. Во все времена пастбища считались ценным источником дешевого и питательного зеленого корма животных. Считается, что продуктивность овец увеличивается на 20-35% при пастбищном содержании, а качество продукции получается в разы лучше.

Неиспользование пастбищных угодий по назначению может привести к их зарастанию сорными растениями, изменению качества состава растений, их ботаническим изменениям, снижению урожайности и уменьшению плодородия почвенных групп.

Регулярное использование пастбищ, их систематизация и регулярный выпас животных, представляющий деление территории пастбища на отдельные кормовые участки, будут способствовать их рационализации в использовании естественных кормовых угодий, положительно влиять на семенной состав, обновляя растения и сокращения доли сухостоя.

Применение последовательной методики оптимизации использования сельскохозяйственных угодий и внедрения новой отраслевой специфики позволит предприятию задействовать в хозяйственный оборот неиспользуемые сельскохозяйственные угодья, создать новые рабочие места, привлечь молодых специалистов, открыть новые возможности путем реализации нового продукта не только в рамках муниципального района, но и в масштабах области.

Список источников

1. Зубарева Ю.В. Государственная поддержка отечественных аграриев в современных экономических условиях (на материалах Тюменской области) // Экономика и предпринимательство. 2022. № 5 (142). С. 92-97. doi: 10.34925/EIP.2022.142.5.016
2. Кирилова О.В. Современное состояние и перспективы развития овцеводства в фермерских хозяйствах // Мир инноваций. 2023. № 4 (27). С. 80-84.
3. Кустышева И.Н. Механизмы управления земельными ресурсами сельского поселения (на примере Исетского района Тюменской области) // International agricultural journal. 2022. Т. 65. № 4. doi: 10.55186/2587674_0_2022_6_4_7



4. Меркурьева К.Р., Кряхтунов А.В. Управление развитием территории как элемент пространственной системы // Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью: сборник статей IV Национальной научно-практической конференции, Екатеринбург, 08 апреля 2022 г. / отв. ред. Е.А. Акулова. Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2022. С. 85-94.

5. Овчинникова В.Ю., Кустышева И.Н. Анализ градостроительной и кадастровой документации при планировании использования земельных ресурсов на примере Армиозонского района // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды: сборник докладов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 28 октября 2022 г. Том I. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. С. 216-223.

6. Селютин К.П., Кирилова О.В. Проблемы эффективности и экономических затрат идентификации животных в овцеводстве // Неделя молодежной науки-2023: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 01-31 марта 2023 г. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 307-311.

7. Чуба А.Ю., Кирилова О.В. Современные тенденции развития рынка фермерской продукции овцеводства // Вестник Евразийской науки. 2023. Т. 15. № 4.

8. Antipin, I.A., Vlasova, N.Yu. (2020). Incremental approach to regional strategising: Theory, methodology, practices. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 3, p. 73-90. doi: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-4

9. Antipin, I., Kozhevnikov, O., Ivanova, O. (2020). Interregional and inter-municipal governance in the Russian Federation: Strategic and spatial development trends within the constitutional framework. Proceedings of the *E3S Web of Conferences (Ekaterinburg, 28-29 September, 2020)*. Yekaterinburg, EDP Sciences, p. 06012. doi: 10.1051/e3sconf/202020806012

10. Dvoryadkina, E., Ermakova, A., Istomina, N. (2024). Sustainable agriculture and development of an agricultural municipality. Proceedings of the *E3S Web of Conferences*, vol. 537, p. 09004. doi: 10.1051/e3sconf/202453709004

11. Dvoryadkina, E.B., Kvon, G.M. (2023). The Paradigm of Transformative Investment in the Context of Socially Oriented Theories. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, vol. 16, no. 4, pp. 203-217. doi: 10.15838/esc.2023.4.88.11

12. Oznobikhina, L.A., Ermakova, A.M. (2022). Organization of environmentally friendly production as the basis for the development of the municipal district. Proceedings of the *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture: International Scientific and Practical Conference (Saratov, 20-24 October, 2021)*. London, IOP Publishing Ltd, p. 012179. doi: 10.1088/1755-1315/979/1/012179

References

1. Zubareva, Yu.V. (2022). Gosudarstvennaya podderzhka otechestvennykh agrariy v sovremennykh ehkonomicheskikh usloviyakh (na materialakh Tyumenskoj oblasti) [State support of domestic farmers in modern economic conditions (based on the materials of the Tyumen region)]. *Ehkonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship], no. 5 (142), pp. 92-97. doi: 10.34925/EIP.2022.142.5.016

2. Kirilova, O.V. (2023). Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya ovtsvodstva v fermerskikh khozyaistvakh [The current state and prospects for the development of sheep breeding in farms]. *Mir innovatsii* [World of innovation], no. 4 (27), pp. 80-84.

3. Kustyшева, I.N. (2022). Mekhanizmy upravleniya zemel'nymi resursami sel'skogo poseleniya (na primere Isetskogo raiona Tyumenskoj oblasti) [Mechanisms of land management in rural settlements (on the example of the Isetsky district of the Tyumen region)]. *International agricultural journal*, vol. 65, no. 4. doi: 10.55186/25876740_2022_6_4_7

4. Merkur'eva, K.R., Kryakhtunov, A.V. (2022). Upravlenie razvitiem territorii kak ehlement prostranstvennoy sistemy [Management of territory development as an element of a spatial system]. *Aktual'nye voprosy zemlepol'zovaniya i upravleniya nedvizhimost'yu: sbornik statei IV Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ekaterinburg, 08 aprelya 2022 g.* [Current issues of land use and real estate management: collection of articles of the IV National scientific and practical conference, Yekaterinburg, April 08, 2022]. Yekaterinburg, Ural State Mining University, pp. 85-94.

5. Ovchinnikova, V.Yu., Kustyшева, I.N. (2023). Analiz gradostroitel'noi i kadastrovoi dokumentatsii pri planirovani i ispol'zovaniya zemel'nykh resursov na primere Armiозонского района [Analysis of urban planning and cadastral documentation in planning the use of land resources on the example of the Armiозонsky district]. *Sovremennye problemy zemel'no-imushchestvennykh otnoshenii, urbanizatsii territorii i formirovaniya komfortnoi gorodskoi sredy: sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi*

konferentsii, Tyumen', 28 oktyabrya 2022 g. Tom I [Modern problems of land and property relations, urbanization of the territory and the formation of a comfortable urban environment: collection of reports of the International scientific and practical conference, Tyumen, October 28, 2022. Volume I]. Tyumen, Industrial University of Tyumen, pp. 216-223.

6. Selyutin, K.P., Kirilova, O.V. (2023). Problemy ehkektivnosti i ehkonomicheskikh zatrat identifikatsii zhivotnykh v ovtsvodstve [Problems of efficiency and economic costs of animal identification in sheep breeding]. *Nedelya molo-dezhnoi nauki-2023: sbornik trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Tyumen', 01-31 marta 2023 g.* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Tyumen, March 01-31, 2023)]. Tyumen, State Agrarian University of the Northern Urals, pp. 307-311.

7. Chuba, A.Yu., Kirilova, O.V. (2023). Sovremennye tendentsii razvitiya rynka fermerskoi produktsii ovtsvodstva [Modern trends in the development of the market of sheep farming products]. *Vestnik Evraziiskoi nauki* [The Eurasian scientific journal], vol. 15, no. 4.

8. Antipin, I.A., Vlasova, N.Yu. (2020). Incremental approach to regional strategising: Theory, methodology, practices. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 3, p. 73-90. doi: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-4

9. Antipin, I., Kozhevnikov, O., Ivanova, O. (2020). Interregional and inter-municipal governance in the Russian Federation: Strategic and spatial development trends within the constitutional framework. Proceedings of the *E3S Web of Conferences (Ekaterinburg, 28-29 September, 2020)*. Yekaterinburg, EDP Sciences, p. 06012. doi: 10.1051/e3sconf/202020806012

10. Dvoryadkina, E., Ermakova, A., Istomina, N. (2024). Sustainable agriculture and development of an agricultural municipality. Proceedings of the *E3S Web of Conferences*, vol. 537, p. 09004. doi: 10.1051/e3sconf/202453709004

11. Dvoryadkina, E.B., Kvon, G.M. (2023). The Paradigm of Transformative Investment in the Context of Socially Oriented Theories. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, vol. 16, no. 4, pp. 203-217. doi: 10.15838/esc.2023.4.88.11

12. Oznobikhina, L.A., Ermakova, A.M. (2022). Organization of environmentally friendly production as the basis for the development of the municipal district. Proceedings of the *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture: International Scientific and Practical Conference (Saratov, 20-24 October, 2021)*. London, IOP Publishing Ltd, p. 012179. doi: 10.1088/1755-1315/979/1/012179

Информация об авторах:

Ермакова Анна Михайловна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности,

Тюменский индустриальный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3777-606X>, Scopus ID: 57194274263, SPIN-код: 9468-3269, ermakovaam@tyuiu.ru

Дворядкина Елена Борисовна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления, директор института экономики и финансов, Уральский государственный экономический университет,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5163-0334>, Scopus ID: 57192311691, Researcher ID: B-3564-2017, SPIN-код: 9669-2400, dvoryadkina@usue.ru

Богданова Ольга Викторовна, доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой геодезии и кадастровой деятельности,

Тюменский индустриальный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3643-0179>, Scopus ID: 57205658438, SPIN-код: 3404-5593, bogdanovaov1@tyuiu.ru

Information about the authors:

Anna M. Ermakova, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of geodesy and cadastral activity, Industrial University of Tyumen, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3777-606X>, Scopus ID: 57194274263, SPIN-code: 9468-3269, ermakovaam@tyuiu.ru

Elena B. Dvoryadkina, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of regional, municipal economics and management, director of the institute of economics and finance, Ural State University of Economics, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5163-0334>, Scopus ID: 57192311691, Researcher ID: B-3564-2017, SPIN-code: 9669-2400, dvoryadkina@usue.ru

Olga V. Bogdanova, doctor of economic sciences, associate professor, head of the department of geodesy and cadastral activities, Industrial University of Tyumen, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3643-0179>, Scopus ID: 57205658438, SPIN-code: 3404-5593, bogdanovaov1@tyuiu.ru





Научная статья
УДК 338.46:338.43
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_458

РЕАЛИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОГРАММ И ПРОЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ КАК УСЛОВИЕ СОХРАНЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Н.С. Бушина¹, О.В. Власова¹, В.И. Стекачев², А.А. Головин³

¹Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

²Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

³Курская академия государственной и муниципальной службы, Курск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы развития здравоохранения в сельской местности в качестве одного из важных факторов сохранения экономического потенциала сельских территорий, что важно в условиях сохраняющейся урбанизации. В рамках проводимой модернизации в отрасли здравоохранения в последние несколько лет до пандемии общим трендом являлось укрупнение сети лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и их перенос в крупные экономические центры. Однако большая территориальная протяженность страны, удаленность отдельных населенных пунктов, проблема транспортной доступности медицинской помощи и временной интервал ее получения в совокупности сформировали низкую степень привлекательности сельских поселений для жизни, поскольку получение качественной и доступной медицинской помощи входит в число базовых потребностей современного человека. В исследовании были проанализированы основные социально-демографические показатели городской и сельской местности в России, а также базовые показатели состояния сельского здравоохранения в период 2019-2023 гг. Также проведена оценка существующих программ развития сельских территорий и отрасли здравоохранения. Установлено, что между городской и сельской местностью в России сохраняется существенное различие как по экономическим, так и по демографическим показателям: за пределами городов уровень рождаемости и средняя продолжительность жизни несколько ниже, а кроме того, общая численность сельского населения продолжает снижаться. В сельском здравоохранении общим трендом является сокращение общего числа ЛПУ на фоне модернизации в отрасли — в 2023 г. в сельской местности насчитывалось 33,38 тыс. учреждений здравоохранения. Также в период до 2022 г. происходило сокращение числа сельских фельдшерско-акушерских пунктов (ФАП). Одной из важных задач является оптимизация размещения сети ЛПУ и ФАП в селах с учетом численности и плотности населения, а также транспортной доступности и скорости оказания доврачебной и медицинской помощи, что важно из-за территориальных особенностей страны.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, сельские территории, социальная инфраструктура, здравоохранение, сельская медицина

Original article

IMPLEMENTATION OF SOCIAL PROGRAMS AND HEALTH PROJECTS AS A CONDITION FOR PRESERVING THE ECONOMIC POTENTIAL OF RURAL AREAS

N.S. Bushina¹, O.V. Vlasova¹, V.I. Stekachev², A.A. Golovin³

¹Kursk State Medical University, Kursk, Russia

²Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

³Kursk Academy of State and Municipal Service, Kursk, Russia

Abstract. The article discusses the development of healthcare in rural areas as one of the important factors in preserving the economic potential of rural areas, which is important in the context of continued urbanization. As part of the ongoing modernization in the healthcare industry in the last few years before the pandemic, the general trend was to expand the network of medical institutions and move them to large economic centers. However, the large territorial extent of the country, the remoteness of individual settlements, the problem of transport accessibility of medical care and the time interval for receiving it have combined to form a low degree of attractiveness of rural settlements for life, since receiving high-quality and affordable medical care is one of the basic needs of a modern person. The study analyzed the main socio-demographic indicators of urban and rural areas in Russia, as well as basic indicators of the state of rural healthcare in the period 2019-2023. An assessment of existing rural development programs and the healthcare sector has also been carried out. It has been established that there remains a significant difference between urban and rural areas in Russia in terms of both economic and demographic indicators: outside of cities, the birth rate and average life expectancy are slightly lower, and in addition, the total rural population continues to decline. In rural healthcare, the general trend is to reduce the total number of medical institutions against the background of modernization in the industry — in 2023, there were 33.38 thousand healthcare institutions in rural areas. Also, in the period up to 2022, there was a reduction in the number of rural paramedic and obstetric centers. One of the important tasks is to optimize the location of the network of health facilities and clinics in villages, taking into account the number and density of the population, as well as transport accessibility and speed of pre-medical and medical care, which is important due to the territorial characteristics of the country.

Keywords: socio-economic development, rural areas, social infrastructure, healthcare, rural medicine

Введение. Проблема развития сельской местности в России приобрела особую значимость еще в прошлом столетии на фоне активизации процессов урбанизации, в результате чего доля населения за пределами городов снизилась до 25% [1]. Поскольку сельские территории составляют значительную часть страны, обеспечение их социально-экономического развития наравне с городами и крупными экономическими центрами является важной задачей в рамках обеспечения устойчивого роста и развития экономики страны [2, 3]. Однако в условиях дефицита

инвестиционной поддержки развития сельских территорий разрыв между городами и селами существенно вырос, в результате чего сельская местность имеет низкую привлекательность для жизни, особенно для молодого поколения. Зачастую в удаленных от городов населенных пунктах доживают люди старшей возрастной группы, при этом инфраструктура данной местности продолжает разрушаться из-за отсутствия систематической инвестиционной поддержки [4-6].

Одним из важных элементов социальной инфраструктуры сельской местности является

здравоохранение. В рамках проводимой модернизации в отрасли в последние несколько лет до пандемии общим трендом являлось укрупнение сети лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и их перенос в крупные экономические центры, что с экономической точки зрения являлось более рентабельным и было важным в условиях преимущественно бюджетного финансирования отрасли [7, 8]. Однако большая территориальная протяженность страны, удаленность отдельных населенных пунктов, проблема транспортной доступности медицинской помощи и временной

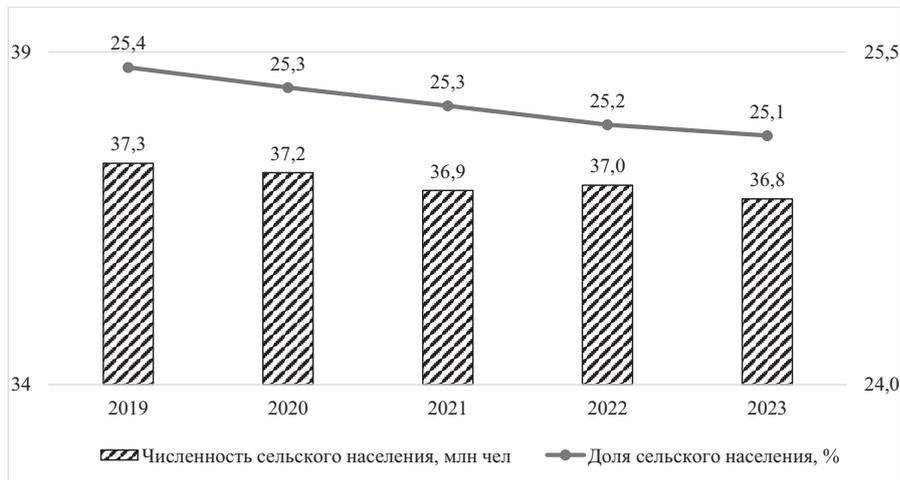


интервал ее получения в совокупности сформировали низкую степень привлекательности сельских поселений для жизни, поскольку получение качественной и доступной медицинской помощи входит в число базовых потребностей современного человека [9-12]. Поэтому развитие здравоохранения входит в число важных задач, направленных на повышение экономического потенциала сельской местности в целом.

Методика исследования. Гипотеза исследования состоит в том, что в условиях сохраняющейся урбанизации в России одним из факторов сохранения экономического потенциала сельской местности является сохранение кадрового потенциала, что, в свою очередь, требует формирования комфортной социальной инфраструктуры, в том числе в части обеспечения качественной и доступной медицинской помощью, поскольку медицинское обслуживание сохраняется на низком качественном уровне.

Период исследования включает 2019-2023 гг., что отражает актуальную социально-экономическую ситуацию в стране, сопряженную в том числе с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой 2020-2021 гг. Информационной базой исследования являются данные Росстата о численности и доле населения в сельской местности, движении населения по основным причинам. Также в рамках исследования проводится сопоставление основных демографических показателей в городской и сельской местности, а именно суммарного коэффициента рождаемости, коэффициента воспроизводства населения и средней продолжительности жизни, что характеризует состояние социально-экономической среды в городской и сельской местности, определяемые в том числе и состоянием здравоохранения. Кроме того, в рамках исследования изучена динамика изменения числа больничных учреждений и коек в них в целом по стране и в сельской местности отдельно, а также рассмотрены основные государственные социальные программы, направленные на развитие сельской местности в целом и сельской медицины в частности. По результатам проведенного исследования сформированы направления сохранения экономического потенциала сельской местности.

Исследование развития здравоохранения, как условия сохранения экономического потенциала сельских территорий, осуществлялось на основе набора методов, среди которых основополагающими являются анализ динамики, статистические методы, методы анализа финансово-хозяйственной деятельности.



Источник: Росстат

Рисунок 1. Динамика численности и доли сельского населения в России в 2019-2023 гг.
Figure 1. Dynamics of the number and share of rural population in Russia in 2019-2023

Результаты исследования. Начавшаяся в конце прошлого столетия урбанизация продолжается и в настоящее время, в результате чего численность и доля населения, проживающего за пределами крупных городов, сокращается. В 2019 г. в России насчитывалось 37,3 млн человек в сельской местности, а уже в 2021 г. их число снизилось до менее чем 37 млн человек. В 2023 г. отмечено снижение численности сельского населения до 36,8 млн человек, при этом доля селян в общей структуре населения сократилась с 25,4 до 25,1% (рис. 1).

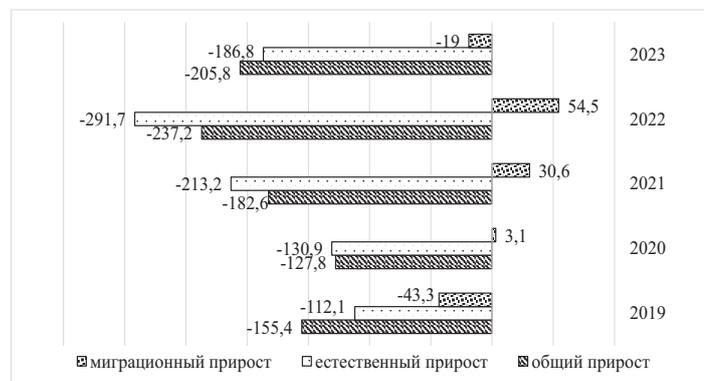
В движении сельского населения общим трендом является общая убыль, в наибольшей степени обусловленная естественными причинами — смертью. При этом в 2020-2022 гг. миграционный прирост несколько нивелировал тенденции сокращения населения, однако в 2023 г. в данном направлении также наметился негативный тренд. Наибольшего значения общая убыль населения достигла в 2022 г., когда численность сократилась на 292 тыс. человек, а в 2023 г. снизилась до 187 тыс. человек (рис. 2).

Помимо убыли населения в сельской местности, немаловажное значение имеют и тенденции его воспроизводства. Так, сопоставление суммарных коэффициентов рождаемости в городе и селе показало, что в 2019-2020 гг. в сельской местности показатели были заметно выше, однако с 2021 г. устойчивым стал тренд к более высокой рождаемости в городах. Кроме того, сум-

марный коэффициент рождаемости в городской местности устойчиво находится на уровне 1,4-1,5, в то время как в селах за 5 лет он снизился с 1,87 до 1,36, что свидетельствует о сокращении числа родившихся среди населения за пределами городов страны.

Несмотря на это, коэффициент воспроизводства населения в сельской местности выше, чем в городской, хотя также снижается. Если в городах коэффициент воспроизводства в 2019 г. составлял 0,710, а к 2023 г. снизился до 0,652, то в сельской местности — с 0,889 до 0,762 к 2023 г. Также в сельской местности средняя продолжительность жизни устойчиво ниже, чем в городах, хотя в период пандемии и снизилась в меньшей степени. Это связано с более низкой плотностью населения в селах, что в условиях пандемии препятствовало росту заболеваемости и потенциальной смертности. Однако к 2023 г. разрыв между городом и селом по продолжительности жизни вырос практически до 1,5 лет (табл. 1).

Одним из факторов воспроизводства населения и средней продолжительности жизни выступает качество медицинской помощи и ее доступность для населения, поэтому в сельской местности основные демографические показатели заметно ниже, чем в городах. Сравнительная оценка числа и доли ЛПУ в сельской местности показала, что, несмотря на внушительную суммарную площадь сельской местности в стране, на нее приходится только 18% от общего



Источник: Росстат

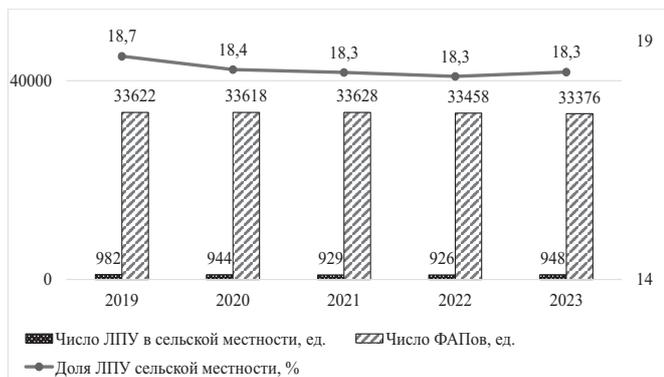
Рисунок 2. Оценка движения населения в сельской местности России в 2019-2023 гг.
Figure 2. Assessment of population movement in rural areas of Russia in 2019-2023

Таблица 1. Сравнительная оценка основных демографических показателей населения в городской и сельской местности России в 2019-2023 гг., тыс. человек
Table 1. Comparative assessment of the main demographic indicators of the population in urban and rural areas of Russia in 2019-2023, thousand people

	Значение					Изменение	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	в 2021 г. к 2019 г.	в 2023 г. к 2021 г.
Суммарный коэффициент рождаемости							
Город	1,489	1,427	1,505	1,505	1,416	0,016	-0,089
Село	1,87	1,754	1,434	1,436	1,361	-0,436	-0,073
Коэффициент воспроизводства населения							
Город	0,710	0,683	0,686	0,686	0,652	-0,024	-0,034
Село	0,889	0,835	0,83	0,827	0,762	-0,059	-0,068
Средняя продолжительность жизни, лет							
Город	73,34	73,72	71,81	70,3	73,09	-1,53	1,28
Село	71,67	72,21	70,69	69,31	71,62	-0,98	0,93

Источник: Росстат





Источник: Росстат

Рисунок 3. Динамика числа и доли ЛПУ и ФАП в сельской местности России в 2019-2023 гг.

Figure 3. Dynamics of the number and share of medical institutions in rural areas of Russia in 2019-2023

количества ЛПУ в стране, что связано с низкой численностью населения. Так, общее количество ЛПУ в сельской местности устойчиво составляет менее 1 тыс. и в 2021-2022 гг. снижалось по сравнению с уровнем 2019 г., а к 2023 г. выросло до 948. Однако необходимо отметить, что при большой площади сельских поселений в стране плотность населения в них низкая, что предопределяет разную территориальную удаленность населенных пунктов от ЛПУ, а в совокупности с проблемами в состоянии дорожной инфраструктуры формирует проблемы с доступностью медицинского обслуживания (рис. 3).

При этом в сельской местности основным доступным типом медицинских учреждений являются фельдшерско-акушерские пункты (ФАП), оказывающие первичную доврачебную медико-санитарную помощь. Общее число ФАП в стране устойчиво находится на уровне более 33 тыс. ед., хотя и показывает динамику к снижению к 2023 г. на фоне процессов укрупнения сети ЛПУ.

Общее число коек в ЛПУ сельской местности в 2019 г. составляло 154 тыс., а в 2020-2021 гг. на фоне пандемии выросло практически до 158 тыс. Однако уже в 2022-2023 гг. произошло существенное снижение числа стационарных коек в сельской местности — до 150,8 тыс. на фоне окончания пандемии. При этом удельный вес коек в селах в общей структуре устойчиво составляет чуть более 13%, следовательно, сокращение коечного фонда является общим для всей системы здравоохранения трендом, а не только для сельской местности (рис. 4).

Развитию здравоохранения в сельской местности уделяется повышенное внимание, что на-

ходит отражение в реализации ряда социальных программ. В рамках госпрограммы «Комплексное развитие сельских территорий» за последние несколько лет в ряде регионов было реализовано более 20 проектов, на реализацию которых из госбюджета только в 2023 г. было выделено более 200 млн руб. Основными направлениями являются модернизация сети ЛПУ — капитальный ремонт и постройка новых учреждений, их оснащение современным оборудованием. Также для сельской местности важным является формирование современного транспортного парка из-за удаленности населенных пунктов от ЛПУ. Проводимые мероприятия направлены на улучшение качества и доступности медицинской помощи для селян. Однако одной из наиболее значимых проблем по-прежнему остается кадровое оснащение.

С 2012 г. в России реализуется государственная социальная программа «Земский доктор», которая своей основной целью имеет привлечение молодых специалистов в сельскую местность — населенные пункты с численностью населения до 50 тыс. человек, за счет создания привлекательных для переезда условий. Несмотря на длительное существование данной программы, кадровая проблема в сельском здравоохранении остается актуальной, что свидетельствует о ее низкой эффективности. Основные положения программы в 2024 г. представлены в таблице 2.

Сравнительная оценка основных параметров программы «Земский доктор» показала, что наиболее высокий размер выплат при переезде в сельскую местность сформирован только для неблагоприятных условий жизни — на Дальнем Востоке, Крайнем Севере, Арктической

Таблица 2. Основные положения госпрограммы «Земский доктор» в 2024 г.

Table 2. The main provisions of the state program “Zemsky Doktor” in 2024

Критерий	Категория медицинских работников	
	Врачи	Фельдшеры
Требования	высшее медицинское образование	среднее профессиональное медицинское образование
Срок договора	не менее 5 лет	
Размер выплат		
1. На Дальнем Востоке, Крайнем Севере, Арктической зоне	2 млн руб.	1 млн руб.
2. При работе в труднодоступных местах	1,5 млн руб.	750 тыс. руб.
3. В остальной местности	1 млн руб.	500 тыс. руб.
Направления расходования выплат	– строительство жилого дома – оплата ипотеки – покупка квартиры	– строительство жилого дома – оплата ипотеки – покупка квартиры

Источник: составлено авторами



Источник: Росстат

Рисунок 4. Динамика числа и доли коек в ЛПУ в сельской местности России в 2019-2023 гг.

Figure 4. Dynamics of the number and proportion of beds in medical institutions in rural areas of Russia in 2019-2023

зоне и в труднодоступных местах, в то время как в сельской местности в нормальных природно-климатических условиях размер выплат вдвое меньше. В 2024 г., с учетом высоких темпов инфляции, размер выплат в 1 млн руб. и 500 тыс. руб. для врачей и фельдшеров соответственно не является значительным стимулом для переезда в сельскую местность, в том числе из-за отсутствия современной социальной инфраструктуры.

Поэтому при формировании социальных программ и проектов развития здравоохранения в сельской местности необходимо также учитывать проблемы и возможности развития других важных сфер — образовательной, транспортной и жилищной инфраструктуры, поскольку формирование высокого экономического потенциала сельской местности является сложной проблемой, требующей комплексного подхода. Это связано с тем, что обособленное развитие, например, образования или медицины в селе при одновременном сохранении прежнего уровня транспортной и жилищной инфраструктуры все равно не будет способствовать притоку кадров за пределами городов. Отсутствие развития любого из вышеуказанных элементов не позволит качественно повысить уровень социально-экономического развития сельской местности.

При этом развитие здравоохранения в сельской местности необходимо проводить одновременно по ряду направлений, среди которых первоочередными являются:

1. Модернизация существующих и увеличение числа ФАП в селах, расширение их функционала.
2. Оптимизация размещения учреждений здравоохранения доврачебной и медицинской помощи (в том числе высокотехнологичных) в сельской местности с учетом транспортной доступности медицинской помощи в удаленных районах/населенных пунктах.
3. Пересмотр основных положений госпрограммы «Земский доктор» с учетом актуальных экономических трендов и уровня цен на жилье, направленный на повышение привлекательности сельской местности для медицинских кадров.

Выводы и рекомендации. Между городской и сельской местностью в России сохраняется существенное различие как по экономическим, так и по демографическим показателям: за пределами городов уровень рождаемости и средняя продолжительность жизни несколько ниже, а кроме того, общая численность сельского населения продолжает снижаться.



К числу ключевых факторов сохраняющейся урбанизации относят рост дифференциации в уровне социально-экономического развития между селом и городом, при этом одним из приоритетных направлений является доступность медицинского обслуживания. В сельском здравоохранении общим трендом является сокращение общего числа ЛПУ на фоне модернизации в отрасли — в 2023 г. в сельской местности насчитывалось 33,38 тыс. учреждений здравоохранения. Также в период до 2022 г. происходило сокращение числа сельских ФАП и лишь только в 2023 г. выросло до 948, но по-прежнему в масштабах всей страны их количество остается на низком уровне. Число коек в ЛПУ сельской местности также снижалось, поскольку содержание одной стационарной койки имеет наиболее высокую стоимость. Однако на фоне пандемии коронавируса общее количество стационарных коек в ЛПУ сельской местности также было расширено, но в 2023 г. вновь произошло сокращение. В результате в здравоохранении сельской местности за прошедшие 5 лет не произошло качественных изменений, направленных на повышение доступности медицинской помощи для населения сельской местности, что не способствует повышению экономического потенциала данных территорий.

Одной из причин сложившейся ситуации является низкий уровень финансовой поддержки развития сельского здравоохранения, а также недостаточная мотивация медицинских кадров для трудоустройства за пределами городов. Предлагаемые в рамках госпрограммы «Земский доктор» меры поддержки не являются существенными мотивами и требуют пересмотра с учетом сегодняшних реалий. Также одной из важных задач, по нашему мнению, является оптимизация размещения сети ЛПУ и ФАП в селах с учетом численности и плотности населения, а также транспортной доступности и скорости оказания доврачебной и медицинской помощи, что важно из-за территориальных особенностей страны.

Список источников

1. Махмадов А.В., Хантимиров С.С. Проблемы комплексного развития сельских территорий Российской Федерации // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2023. № 45 (50). С. 63-66. EDN BPCQQU
2. Лукина Т.С. Перспективы развития сельских территорий России в условиях деурбанизации // Финансово-экономический вестник. 2022. № 2 (31). С. 163-170. EDN GFUZHCH
3. Чемодин Ю.А., Чемодин А.Ю. К вопросу устойчивого развития сельских территорий России // Московский

экономический журнал. 2023. Т. 8. № 2. doi: 10.55186/2413046X_2023_8_2_66. EDN VLSZLG

4. Будажданаева М.Ц. Анализ научных исследований развития сельских территорий России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2024. № 10 (116). С. 212-220. doi: 10.33938/2410-212. EDN GCPVZI

5. Николаев О.В., Литвина Н.И., Савичкина Н.В. Современные вызовы и тенденции развития сельских территорий // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 8. С. 180-183. EDN EGVUVOR

6. Зюкин Д.А., Сергеева Н.М. Взаимосвязь инвестиционных возможностей и развития производства в сельской местности // Вестник НГИЭИ. 2022. № 4 (131). С. 69-80. EDN: AJDVJY

7. Зюкин Д.А., Репринцева Е.В. Состояние системы здравоохранения в регионах Центрального федерального округа в контексте социально-экономических вызовов // Проблемы развития территории. 2024. Т. 28. № 2. С. 85-100. doi: 10.15838/ptd.2024.2.130.7. EDN DDEIIB

8. Андреева Е.Л. Направления повышения качества жизни сельского населения: вклад сферы здравоохранения // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2023. № 63. С. 92-104. doi: 10.17223/19988648/63/5. EDN TJXWVY

9. Шарапова В.М., Шарапова Н.В., Шарапова Ю.В. Социальные факторы, сдерживающие развитие сельских территорий // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 6 (378). С. 49-52. doi: 10.24411/2587-6740-2020-16113. EDN JYHOYM

10. Сергеева Н.М., Иванова Л.А., Желудева Ю.В. Качество и доступность медицинских услуг как условие сохранения инвестиционного интереса к селу // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 2-2. С. 251-256. doi: 10.17513/vaael.2083. EDN BLWLYO

11. Николаев М.А., Махотаева М.Ю. Факторы устойчивого развития неурбанизированных территорий // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2021. Т. 14. № 6. С. 53-66. doi: 10.18721/JE.14604. EDN EVAJND

12. Zyukin, D.A., Bystritskaya, A.Yu., Golovin, A.A., Vlasova, O.V. (2020). The share of health care spending in the structure of GDP as a criterion for the healthcare system effectiveness. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 11, no. 30, pp. 352-363. doi: 10.46925/rdluz.30.22. EDN: TYJNRY

References

1. Makhmadov, A.V., Khantimirov, S.S. (2023). Problemy kompleksnogo razvitiya sel'skikh territorii Rossiiskoi Federatsii [Problems of integrated rural development in the Russian Federation]. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaocnogo universiteta* [Herald of Russian State Agrarian Correspondence University], no. 45 (50), pp. 63-66. EDN BPCQQU
2. Lukina, T.S. (2022). Perspektivy razvitiya sel'skikh territorii Rossii v usloviyakh deurbanizatsii [Prospects for the development of rural areas in Russia in the context of deurbanization]. *Finansovo-ehkonomicheskii vestnik* [Financial and economic bulletin], no. 2 (31), pp. 163-170. EDN GFUZHCH
3. Chemodin, Yu.A., Chemodin, A.Yu. (2023). K voprosu ustoychivogo razvitiya sel'skikh territorii Rossii [On the issue

of sustainable rural development in Russia]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], vol. 8, no. 2. doi: 10.55186/2413046X_2023_8_2_66. EDN VLSZLG

4. Budazhanaeva, M.Ts. (2024). Analiz nauchnykh issledovaniy razvitiya sel'skikh territorii Rossii [Analysis of scientific research on rural development in Russia]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 10 (116), pp. 212-220. doi: 10.33938/2410-212. EDN GCPVZI

5. Nikolaev, O.V., Litvina, N.I., Savichkina, N.V. (2023). Sovremennye vyzovy i tendentsii razvitiya sel'skikh territorii [Analysis of scientific research on rural development in Russia]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 8, pp. 180-183. EDN EGVUVOR

6. Zyukin, D.A., Sergeeva, N.M. (2022). Vzaimosvyaz' investitsionnykh vozmozhnostei i razvitiya proizvodstva v sel'skoi mestnosti [The relationship between investment opportunities and production development in rural areas]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin NGIEI], no. 4 (131), pp. 69-80. EDN: AJDVJY

7. Zyukin, D.A., Reprintseva, E.V. (2024). Sostoyanie sistemy zdorvoookhraneniya v regionakh Tsentral'nogo federal'nogo okruga v kontekste sotsial'no-ehkonomicheskikh vyzovov [The state of the healthcare system in the regions of the Central Federal District in the context of socio-economic challenges]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of territory's development], vol. 28, no. 2, pp. 85-100. doi: 10.15838/ptd.2024.2.130.7. EDN DDEIIB

8. Andreyanova, E.L. (2023). Napravleniya povysheniya kachestva zhizni sel'skogo naseleniya: vklad sfery zdorvoookhraneniya [Directions of improving the quality of life of rural population: contribution of the healthcare sector]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ehkonomika* [Tomsk State University journal of Economics], no. 63, pp. 92-104. doi: 10.17223/19988648/63/5. EDN TJXWVY

9. Sharapova, V.M., Sharapova, N.V., Sharapova, Yu.V. (2020). Sotsial'nye fакторы, sderzhivayushchie razvitie sel'skikh territorii [Social factors constraining rural development]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (378), pp. 49-52. doi: 10.24411/2587-6740-2020-16113. EDN JYHOYM

10. Sergeeva, N.M., Ivanova, L.A., Zheludeva, Yu.V. (2022). Kachestvo i dostupnost' meditsinskikh uslug kak uslovie sokhraneniya investitsionnogo interesa k selu [Quality and accessibility of medical services as a condition for maintaining investment interest in the village]. *Vestnik Altayskoi akademii ehkonomiki i prava*, no. 2-2, pp. 251-256. doi: 10.17513/vaael.2083. EDN BLWLYO

11. Nikolaev, M.A., Makhotaeva, M.Yu. (2021). Faktory ustoychivogo razvitiya neurbanizirovannykh territorii [Factors of sustainable development of non-urbanized territories]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ehkonomicheskii nauki* [St. Petersburg State Polytechnical University journal. Economics science], vol. 14, no. 6, pp. 53-66. doi: 10.18721/JE.14604. EDN EVAJND

12. Zyukin, D.A., Bystritskaya, A.Yu., Golovin, A.A., Vlasova, O.V. (2020). The share of health care spending in the structure of GDP as a criterion for the healthcare system effectiveness. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 11, no. 30, pp. 352-363. doi: 10.46925/rdluz.30.22. EDN: TYJNRY

Информация об авторах:

Бушина Надежда Сергеевна, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Курский государственный медицинский университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5569-2903>, SPIN-код: 9825-2301, n-bush@mail.ru

Власова Ольга Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и менеджмента, Курский государственный медицинский университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2247-543X>, SPIN-код: 6257-2976, olgavlasova82@gmail.ru

Стекачев Виктор Иванович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1977-6904>, SPIN-код: 4649-5860, stekacheff.viktor@yandex.ru

Головин Артем Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономической теории, регионалистики и правового регулирования экономики, Курская академия государственной и муниципальной службы, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6688-3561>, SPIN-код: 1224-4611, i@aagolovin.ru

Information about the authors:

Nadezhda S. Bushina, candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the department of economics and management, Kursk State Medical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5569-2903>, SPIN-code: 9825-2301, n-bush@mail.ru

Olga V. Vlasova, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics and management, Kursk State Medical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2247-543X>, SPIN-code: 6257-2976, olgavlasova82@mail.ru

Viktor I. Stekachev, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of accounting and finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1977-6904>, SPIN-code: 4649-5860, stekacheff.viktor@yandex.ru

Artem A. Golovin, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of economic theory, regionalistics and legal regulation of economy, Kursk Academy of State and Municipal Service, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6688-3561>, SPIN-code: 1224-4611, i@aagolovin.ru





Научная статья

УДК 631.6

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_462

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПУСТОЗЕРНОСТИ РИСА В ПЕРИОД ЦВЕТЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ЮГЕ РОССИИ

И.А. Приходько, М.А. Бандурин, Г.А. Молчанова, Р.В. Огаджанян

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

Аннотация. В настоящее время на территории Юга России наряду с дефицитом водных ресурсов наблюдается повышение количества климатических отклонений и учащение неблагоприятных природных явлений, что приводит к снижению качества и количества получаемого урожая риса. Следовательно, получение устойчивых урожаев в сложившихся природно-климатических условиях является задачей первоочередной, а ее решение позволит укрепить продовольственную безопасность России и ее международное положение, как одного из ведущих мировых лидеров по производству и поставке зерна на мировые рынки. Поэтому целью наших исследований является изучение и прогноз влияния пониженных температур во время периода цветения на процесс образования пустозерности у риса. Исследования выполнялись авторами по отчетным многолетним данным мониторинга производственно-хозяйственной деятельности рисоводческих хозяйств Краснодарского края за 2019-2023 гг. в Красноармейском районе (ООО «СХП» им. Ленина), Калининском районе (ООО «АФ «Курчанская», ООО «ЮВИКС-ПРО»), Славянском районе (ООО «Черноерковское», ООО «Мелиоратор», ООО АПФ «Кубань», ООО АПФ «Кубань»), Абинском районе (ООО СХП «Кубань», ООО «Рис»), Темрюкском районе (ГУП КК «Кубанские продукты», ГУП КК «Кубанские продукты»). Объектом исследования является рисовая оросительная система. Предметом исследований является исследование зависимости пустозерности риса в период цветения. В связи с тем, что пустозерность является одной из основных причин потерь урожая во многих регионах, где культивируется рис, в статье изучается влияние пониженных температур, которые оказывают существенное влияние на процесс образования пустозерности, и изучаются механизмы и факторы, регулирующие этот процесс. Авторами представлены результаты комплексного исследования, которое основывалось на теоретических и экспериментальных методах, с использованием многолетних данных по различным сортам риса и показателям окружающей среды. Установлено, что пониженные температуры во время периода цветения риса оказывают существенное влияние на процесс образования пустозерности. Выявлено, что при снижении температуры происходит ухудшение пылевания и опыления, что приводит к неполной оплодотворяемости цветков риса. Также наблюдалось замедление процессов деления и дифференциации клеток зерна при низких температурах, что приводит к торможению роста зародыша и образованию пустозерности. Установлено, что зависимость пустозерности от пониженных температур может быть усилена или ослаблена в зависимости от сортовой принадлежности риса. Некоторые сорта риса, обладающие более высокой устойчивостью к низким температурам, в меньшей степени подвержены образованию пустозерности, что открывает перспективы для селекционной работы и повышения устойчивости сортов риса к пониженным температурам. В заключении статьи представлены практические рекомендации по оптимальной температуре обработки и ухода за рисовыми полями в период цветения для минимизации риска образования пустозерности и повышения урожайности риса.

Ключевые слова: рис, климатические аномалии, температура, пустозерность, сорта риса, рисосеяние, урожайность риса

Благодарности: исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 24-26-20003.

Original article

STUDY OF THE DEPENDENCE OF RICE GRAIN EMPTINESS DURING THE FLOWERING PERIOD UNDER CONDITIONS OF CLIMATIC ANOMALIES IN THE SOUTH OF RUSSIA

I.A. Prikhodko, M.A. Bandurin, G.A. Molchanova, R.V. Ogadzhanyan

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. Currently, in the territory of the South of Russia, along with a shortage of water resources, there is an increase in the number of climatic deviations and an increase in the frequency of adverse natural phenomena, which leads to a decrease in the quality and quantity of the rice crop. Consequently, obtaining sustainable yields in the current natural and climatic conditions is a priority task, and its solution will strengthen Russia's food security and its international position as one of the world's leading producers and suppliers of grain to world markets. Therefore, the purpose of our research is to study and predict the impact of low temperatures during the flowering period, which affects the process of empty grain formation in rice. The studies were carried out by the authors based on long-term monitoring data on the production and economic activities of rice farms for 2019-2023. in Krasnoarmeysky district (OOO SKHP im. Lenin), Kalininsky district (OOO AF Kurchanskaya, OOO YUVIKS-PRO), Slavyansky district (OOO Chernookovskoye, OOO Meliorator, OOO APF Kuban, OOO APF Kuban), Abinsky district (OOO SKHP Kuban, OOO Ris), Temryuk district (GUP KK Kubanskie Produkty, GUP KK Kubanskie Produkty). The object of the study is the rice irrigation system. The subject of the research is the study of the dependence of the empty grains of rice during the flowering period. Due to the fact that empty grains are one of the main causes of yield losses in many regions where rice is cultivated, the article studies the effect of low temperatures, which have a significant impact on the process of empty grain formation, and studies the mechanisms and factors regulating this process. The authors present the results of a comprehensive study based on theoretical and experimental methods, using long-term data on various rice varieties and environmental parameters. It has been established that low temperatures during the rice flowering period have a significant impact on the process of empty grain formation. It has been revealed that with a decrease in temperature, pollination and pollination deteriorate, which leads to incomplete fertilization of rice flowers. A slowdown in the processes of division and differentiation of grain cells at low temperatures was also observed, which leads to inhibition of embryo growth and the formation of empty grains. It has been established that the dependence of empty grains on low temperatures can be strengthened or weakened depending on the rice variety. Some rice varieties with a higher resistance to low temperatures are less susceptible to the formation of empty grains, which opens up prospects for breeding work and increasing the resistance of rice varieties to low temperatures.



The article concludes with practical recommendations on the optimal temperature for processing and caring for rice fields during the flowering period to minimize the risk of empty grain formation and increase rice yield.

Keywords: rice, climatic anomalies, temperature, empty grains, rice varieties, rice sowing, rice yield

Acknowledgments: the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation No. 24-26-20003.

Введение. В современном мире производство зерновых культур является приоритетным показателем [1, 2], а его выполнение гарантирует продовольственную безопасность [3]. Важнейшей мировой, в том числе и в России, зерновой культурой является рис [4]. Рис служит основным источником пищи для миллиардов людей по всему миру, особенно в регионах с суровыми климатическими условиями [5]. Однако производство риса является очень ресурсоемким [6], требует большой поливной нормы [7] и сильно зависит от климатических условий возделывания [8]. Так, например, понижение температур в период цветения риса провоцирует у растения повышенную пустозерность, что существенно ухудшает качество и количество получаемого зерна [9].

Период цветения является ключевым этапом в развитии рисовых растений [10]. От успешности этого этапа зависит формирование зерновых зародышей и, соответственно, пустозерности риса [11]. Главной особенностью этого периода является его высокая чувствительность к температурным колебаниям [12]. Однако пониженные температуры во время цветения могут негативно повлиять на формирование и оплодотворение пыльцы, что приводит к возникновению пустых зерновых зародышей [13].

Изучение зависимости пустозерности риса от пониженных температур периода цветения имеет важное значение для повышения устойчивости этой культуры к неблагоприятным климатическим условиям. Учитывая растущую потребность в этой культуре [14], необходимо разработать эффективные методы и стратегии для минимизации пустозерности и увеличения урожайности риса в условиях пониженных температур.

Сокращение процента пустозерности риса имеет огромное значение для обеспечения стабильности поставок этой культуры на внутренний и мировой рынки. Поэтому разработка эффективных методов и стратегий для устранения этой проблемы позволит повысить урожайность и качество риса в условиях неблагоприятных климатических условий, обеспечивая надежный источник пищи для миллионов людей.

Пустозерность является частным случаем стерильности и представляет собой явление, когда по тем или иным причинам завязь на разных этапах формирования прекращает свое развитие и в колоске не образуются зерновки.

Ранее установлено несколько видов пустозерности — зачаточная, цветения, налива. Отмечалось, что образование ее связано с неблагоприятными внешними условиями в период развития метелки, цветения и налива зерна. Возникновение пустозерности связано с пониженными температурами в период развития элементов цветка и налива зерна, пониженной влажностью почвы, а также пониженной освещенностью. Отрицательное действие указанных факторов может проявиться с изменением их даже на протяжении короткого времени (8-12 дней). Причем действие одного фактора может усиливаться воздействием второго. Процент пустозерности значительно возрастает при сильном засорении поля, в частности просянками, при засолении почвы, при воздействии

жестких излучений. Нарушения в агротехнике выращивания риса, приводящие в итоге к ослаблению и полеганию растений, также вызывают увеличение процента пустозерности.

Пустозерность может рассматриваться как одно из проявлений пониженной жизнеспособности генеративных органов, что в большинстве случаев связано с избыточным накоплением в метелке ряда аминокислот. Вместе с тем пустозерность, как и вообще стерильность, связана с проявлением генотипа.

В процессе изучения мировой коллекции отмечено, что пустозерность в условиях отечественного рисосеяния присуща всем формам мировой коллекции риса. Ее величина у образца может быть самая различная и изменяться по годам. Так, если у одних форм пустые колоски составляют единицы, то у других они достигают десятков процентов (50-70%). Такая реакция образцов мировой коллекции объясняется тем, что не все они могут быть приспособлены к определенным условиям выращивания и генетическая обусловленность усиливается экологическими факторами.

Материалы и методы. Для решения проблемы пустозерности риса есть несколько подходов. Одним из подходов к решению этой проблемы может быть генетическая селекция [15], направленная на создание новых сортов риса, более устойчивых к пониженным температурам во время цветения. Другим подходом, который мы предлагаем в нашей работе, является оптимизация агротехнических приемов и условий выращивания риса, переход на природоподобные, ресурсосберегающие технологии, чтобы обеспечить посевом риса оптимальные условия для полноценного оплодотворения.

Для формирования новых теоретических и методологических направлений натурно-экспериментальных исследований возделывания риса с учетом природно-климатических и техногенных угроз на Юге России нами использовались статистические, теоретические, полевые и экспериментальные методы исследования, а также сведения из информационной базы исходных данных.

Результаты исследований. В рисоводческих хозяйствах Краснодарского края: ООО «СХП» им. Ленина» (Красноармейский

район), ООО «АФ «Курчанская» (Калининский район), ООО «ЮВИКС-ПРО» (Калининский район), ООО «Черноерковское» (Славянский район), ООО «Мелиоратор» (Славянский район), ООО АПФ «Кубань» (Славянский район), ООО АПФ «Кубань» (Славянский район), ООО СХП «Кубань» (Абинский район), ООО «Рис» (Абинский район), ГУП КК «Кубанские продукты» (Темрюкский район), ГУП КК «Кубанские продукты» (Темрюкский район) на основании проведенных полевых исследований в 2019-2023 гг. и выполненной статистической обработки данных мониторинга за изменениями пустозерности у сортов селекции на протяжении пяти лет авторами получены осредненные данные биометрического анализа растений модельных снопов, результаты исследований представлены в таблице 1.

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что отечественным сортам присуща пустозерность, отличающиеся по процентной величине, которая также изменяется по годам.

Данные одного года о величине пустозерности могут быть приняты относительным показателем лишь для первичной оценки сорта и отнесения его к группе фертильных или пустозерных. Более полное заключение может быть сделано на основании 2-х или 3-летних данных мониторинга, поскольку колебания климатических условий в разные годы могут достигать чуть ли не тройной кратности. Характер изменений величины пустозерности по годам оказывается одинаковым для всех сортов, между ними сохраняется постоянное соотношение в степени пустозерности. Несколько нарушают это соотношение данные пустозерности 2021 г. Так, сорт Исток уменьшил процент пустозерности, в то время как остальные сорта увеличили показатель по сравнению с предшествующим годом.

В связи с этим возник вопрос: могут ли быть растения риса без пустых колосков, то есть формирующими только выполненными? В этих целях нами были в отдельности проанализированы растения различных форм мировой коллекции, а также отечественных сортов и номеров риса, находящихся на разных этапах процесса. При этом было еще раз подтверждено, что ни одна из популяций не была полностью фертильной. Находятся лишь отдельные растения, у которых некоторые

Таблица 1. Осредненная пустозерность сортов риса в условия Кубани (2019-2023 гг.), %
Table 1. Average empty grain content of rice varieties in Kuban conditions (2019-2023), %

Сорта	Годы исследований				
	2019	2020	2021	2022	2023
Исток	21	19	16,5	17,5	18,5
Рапан	14,5	12	13,5	14,5	14
Наутилус	11,5	10,5	12,5	12	10
Патриот	7,4	6,2	8,1	8	7
Лиман	9	8,5	10,5	10,2	8,7
Рубин	6	5,5	7,3	7,1	5,8
Южная ночь	7,5	6,5	8,5	7,1	6
Регул	9,3	8,5	10,4	7,5	8,3
Черный жемчуг	6,7	5	7	4,8	6,1
Хазар	5,5	4	7	5	4,8





Таблица 2. Процент пустозерности при выращивании риса сорта Рапан при различных фонах
Table 2. Percentage of hollowness when growing rice variety Rapan on different backgrounds

Варианты	Фон	% пустозерности	
		2019 г.	2020 г.
Монокультура	Без удобрений	25	16
Монокультура	Сидераты	15,8	15,3
Монокультура	Удобрено	10	9
Монокультура	Сидераты+удобрения	22,3	6,1
Пласт многолетних трав	Без удобрений	18,0	20,3
Пласт многолетних трав	Удобрено	14,0	27,0
Оборот пласта многолетних трав	Без удобрений	29,8	14,7
Оборот пласта многолетних трав	Удобрено	20,2	14,1
3-й год после многолетних трав	Без удобрений	13,5	6,2
3-й год после многолетних трав	Удобрено	19,7	5,6
4-й год после многолетних трав	Без удобрений	14,8	17,0
4-й год после многолетних трав	Удобрено	27,6	12,4
1-й год после пара	Без удобрений	14,9	12,6
1-й год после пара	Удобрено	21,9	22,3
2-й год после пара	Без удобрений	14,0	12,0
2-й год после пара	Удобрено	26,9	19,5
3-й год после пара	Без удобрений	8,7	14,9
3-й год после пара	Удобрено	17,2	15,4
4-й год после пара	Без удобрений	19,0	21,2
4-й год после пара	Удобрено	36,0	20,4

Таблица 3. Процент пустозерности риса сорта Рапан при разных температурах в вегетационный период в Славянском районе Краснодарского края
Table 3. Percentage of hollowness of rice variety Rapan at different temperatures during the growing season in the Slavyansky district of the Krasnodar region

Год	Среднесуточная температура за лето, °C				% пустозерности
	июнь	июль	август	среднее значение	
2019	26	23	24,5	24,5	14,5
2020	23,5	26,5	25	25	12
2021	21,5	26,5	26	24,6	13,5
2022	23,5	24	27	24,8	14,5
2023	22	24,5	27,5	24,7	14



Рисунок. Процент пустозерности риса сорта Рапан при разных температурах во время созревания в Славянском районе Краснодарского края
Figure. Percentage of hollowness of rice variety Rapan at different temperatures during ripening in the Slavyansky district of the Krasnodar region

метелки куста формируют только выполненные колоски. Так, из всего урожая растений сорта Рапан (2019 г.) всего 80-100 колосков являются полными. В урожае 2020 г. 110-130 колосков считаются выполненными. Среди тысяч растений, взятых из гибридных популяций старших поколений, лишь отдельные метелки куста не имели пустых колосков, также выявлены случаи, когда растения в целом не имеют пустых колосков. Однако такие растения встречаются редко — одно из 500-700. Несмотря на редкость появления полностью фертильных растений, такие факты указывают на возможность создания сортов с очень низким процентом пустозерности. Пустые колоски риса располагаются в самых различных частях метелки, но у сортов с большим процентом пустозерности они чаще всего обнаруживаются в нижней части. Однако это нельзя отнести за счет воздействия неблагоприятных погодных условий в последние дни цветения, поскольку пустые колоски обнаруживаются как у позднеспелых, так и скороспелых образцов. Пустозерность метелок различных побегов риса с возрастом порядка побега увеличивается. У одного и того же сорта доля пустых колосков в общем урожае изменяется при выращивании риса в различных условиях. В таблицу 2 сведены данные опытов по выращиванию риса сорта Рапан в разных полях рисового севооборота (табл. 2).

Приведенные в таблице 2 2-годовые данные свидетельствуют о том, что процент пустозерности находится в определенной зависимости и от плодородия почв, от их обеспеченности азотным питанием. Нужно отметить, что выращивание риса при повышенных дозах азота увеличивает общее число колосков на метелке, но оказывает отрицательное влияние на фертильность цветков, приводит к возрастанию процента пустых колосков.

В результате исследования установлено, что процент пустозерности изменяется не только от удобрений, но и от температур (табл. 3).

По данным таблицы 3 можно сделать вывод, что в большинстве случаев при повышении температуры воздуха процент пустозерности риса уменьшается, но не стоит ссылаться только на эти показатели, ведь процент пустозерности зависит от совокупности многих факторов и температура только один из них.

Изобразим данные таблицы 3 на графике (рис.).

Высокая пустозерность резко сказывается на урожае различных сортов риса, что особенно проявилось в 2021 г. Пустозерность тогда возросла по всем районам рисосеяния и сортам. Особенно увеличилось количество пустых колосков у сорта Хазар.

Снижение урожая в 2021 г. отмечено не только в Славянском районе, но и в Красноармейском и Темрюкском районах, о чем наглядно свидетельствуют данные таблицы 4. Для выяснения причин резкого увеличения пустозерности в 2021 г. нами были собраны пробы пустых колосков некоторых сортов, в том числе сорта Рапан, данные о температуре воздуха перед выметыванием и в период созревания. По каждому образцу были отобраны четыре пробы по 100 пустых колосков, которые проанализированы на соотношение видов пустозерности — цветения и налива. При этом регистрировалась окраска завязи и степень смыкания цветковых чешуй. В результате обобщения и анализа метеорологических данных оказалось, что условия 2021 г. характеризовались невысокими температурами,



Таблица 4. Урожай риса по годам
Table 4. Rice harvest by year

Сорто-участки	Сорта	Урожай, ц/га				
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Абинский район	Рубин	51,4	61,6	57,0	65,3	62,6
	Регул	58,4	50,0	52,0	63,5	56,2
	Рапан	–	48,5	50,0	62,5	53,7
Темрюкский район	Рубин	74,1	68,3	39,2	56,2	54,5
	Регул	70,7	62,6	41,0	60,0	56,7
	Рапан	61,5	54,7	39,3	50,9	59,2
Славянский район	Лиман	83,6	72,4	54,1	43,8	52,9
	Регул	–	57,8	54,8	47,9	52,7
	Черный жемчуг	–	58,0	38,6	53,0	42,7

низкими показателями как в период цветения, так и в предшествующий и последующий периоды, что отрицательно влияло на формирование зерновок риса.

Выполненный анализ воздействия низких температур в период цветения на генеративные органы риса показал, что он был многократным. К тому же отрицательное воздействие суточных колебаний температуры усугубилось критически низкой относительной влажностью температуры. Однако прямой зависимости между относительной влажностью и величиной пустозерности не установлено. Так, например, в Славянском районе у сорта Рапан процент пустозерности при температуре воздуха 10,7°C и относительной влажности 36% в один из периодов цветения составил 20%; а в условиях Темрюкского района цветение проходило при такой же влажности воздуха, но при температурах 8,3-9,7°C и процент пустых колосков оказался выше и составил 22%.

В результате анализа пустых колосков выяснено, что наибольший процент их приходится на более ранний этап формирования зерновок. Процент пустозерности цветения оказался значительно выше пустозерности налива. Такая закономерность была выявлена по всем сортам, независимо от места их произрастания. При этом было отмечено, что у колосков, у которых завязь равнялась 1 мм, цветковые чешуи не были сомкнутыми. Процент разомкнутых колосков соответствовал проценту пустозерности цветения.

Наблюдениями прошлых лет установлено, что разомкнутость цветковых чешуй возникает при низкой относительной влажности воздуха или же при низкой температуре воздуха. Следовательно, можно сказать, что разомкнутость колосков характеризует собой неблагоприятный исход формирования зерновок на ранних стадиях развития. Однако низкая относительная влажность воздуха оказывает действие на завязь и особенно на ее рыльца, препятствуя нормальному оплодотворению. А низкая температура воздуха воздействует и на завязь, и на лодиколы. В силу этого при низких температурах цветочные чешуйки колосков не смыкаются в день цветения и остаются открытыми — или до часов цветения следующего дня, или же на протяжении всего времени созревания. В условиях 2021 г. наиболее критическое значение для цветения и оплодотворения имела температура, так как снижение составило около 2-4°C по сравнению с обычной летней температурой, а ночью могла опуститься до 7-9°C, что также оказывало влияние на развитие растений.

В целом зависимость пустозерности риса от пониженных температур в период цветения является серьезной проблемой, которая требует

внимания и научных исследований. Только путем разработки эффективных методов и практик можно повысить устойчивость рисовых культур к погодным условиям и обеспечить стабильное производство питательного и качественного риса для мировой популяции.

Выводы. В результате выполненных исследований установлено, что пустозерность риса является проблемой, которая пропорционально зависит от пониженных температур в период цветения.

Исследования показывают, что низкие температуры негативно влияют на процесс оплодотворения и образования зерна у рисовых растений.

Установлено, что пониженная температура приводит к замедлению развития поллиний и их низкой жизнеспособности, что снижает вероятность успешного оплодотворения.

Доказано, что низкие температуры могут вызывать частичное или полное отмирание пыльцы, что еще больше ограничивает возможность формирования качественного зерна.

Проведенные исследования показали, что пустозерность имеет серьезные последствия для сельского хозяйства, снижает урожайность и качество получаемого зерна и может оказать негативное влияние на продовольственную безопасность России.

Следовательно, необходимо проведение дальнейших исследований и разработка специализированных методов выращивания риса, адаптированных к неблагоприятным погодным явлениям и дефициту водных ресурсов.

Рекомендуется использовать в севооборотах сорта риса, более устойчивые к холоду, а также технологии и практики, способствующие сохранению тепла во время цветения, например, укрытие растений или использование специальных полиэтиленовых покрытий. Также необходимо улучшить системы предупреждения и прогнозирования пониженных температур, чтобы сельскохозяйственные производители могли принимать своевременные меры для защиты растений от неблагоприятных климатических условий.

Исследование вносит важный вклад в понимание механизма формирования пустозерности риса и может быть использовано в сельскохозяйственной практике для улучшения производства этой важной культуры.

Список источников

1. Мирная Д.С., Романова А.С., Бандурин М.А. Совершенствование мониторинга механического оборудования Грушевского распределителя Большого Ставропольского канала // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар,

01 марта 2022 г. / отв. за выпуск А.Г. Кошачев. Часть 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 594-597.

2. Degtyareva, O.G., Safronova, T.I., Rudchenko, I.I., Prikhodko, I.A. (2019). Nonlinearity account in the foundation soils when calculating the piled rafts of buildings and constructions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Kislovodsk, 01-05 October 2019*, vol. 698 (2). Kislovodsk, Institute of Physics Publishing, p. 022015. doi: 10.1088/1757-899X/698/2/022015

3. Приходько И.А., Анненко А.Д. Инновационные технологии возделывания риса в условиях Краснодарского края // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам V Международной научной экологической конференции, Краснодар, 30 декабря 2020 г. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 139-145.

4. Safronova, T., Vladimirov, S., Prikhodko, I. (2020). Probabilistic assessment of the role of the soil degradation main factors in Kuban rice fields. *E3S Web of Conferences: 13, Rostov-on-Don, February 26-28, 2020*. Rostov-on-Don, p. 09011. doi: 10.1051/e3sconf/202017509011

5. Демьянов С.И., Владимиров С.А. Основные направления перехода рисоводства Кубани на экологически безопасное устойчивое производство // Инновационные решения социальных, экономических и технологических проблем современного общества: сборник научных статей по итогам круглого стола со всероссийским и международным участием, Москва, 15-16 августа 2021 г. Т. 4. М.: ООО «Конверт», 2021. С. 23-25.

6. Приходько И.А., Бандурин М.А., Якуба С.Н. Пути решения совершенствования рационального природопользования в границах мелиоративно-водохозяйственного комплекса Нижней Кубани // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности, Москва, 14-15 апреля 2022 г. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. С. 100-107.

7. Приходько И.А., Парфенов А.В., Александров Д.А. Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования в рисоводстве Кубани // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 г. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. С. 150-152.

8. Мирная Д.С., Романова А.С., Ариничева И.В. Математическое моделирование гидрологических процессов речного потока // Будущее науки-2020: сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. В 5-и томах, Курск, 21-22 апреля 2020 г. Том 5. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. С. 29-32.

9. Крылова Н.Н., Иванов Н.А., Огрызко В.А. Совершенствование способа полива риса // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. 2019. № 2 (февраль). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

10. Романова А.С., Руденко А.А., Бандурин М.А. Пути минимизации негативного воздействия катастрофических паводков на реках Юга России // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 г. / отв. за выпуск Н.Н. Мамась. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 144-148.

11. Кружилин И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родин К.А. Водопотребление риса и удельные затраты на формирование урожая зерна при разных способах полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 108-117. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-108-117

12. Романова А.С., Бандурин М.А. Факторы преждевременного выхода из строя металлических конструкций гидротехнических сооружений при их эксплуатации // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы: материалы II Всероссийской (национальной) конференции, Омск, 26 мая 2022 г. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. С. 253-260.





13. Приходько И.А., Бандурин М.А., Степанов В.И. Задача выбора рациональных технологических операций при возделывании риса // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 5. doi: 10.24411/2588-0209-2021-10359

14. Владимиров С.А., Дронов М.В., Александров Д.А. Оценка изменений водных ресурсов в бассейне реки Кубань // Актуальные вопросы аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20-21 октября 2021 г. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. С. 148-152.

15. Бандурин М.А., Романова А.С. Совершенствование режимов орошения для повышения экологических свойств почв степных агроландшафтов // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 г. / отв. за выпуск Н.Н. Мамась. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 33-38.

References

1. Mirnaya, D.S., Romanova, A.S., Bandurin, M.A. (2022). Sovershenstvovanie monitoringa mekhanicheskogo oborudovaniya Grushevskogo raspredelatelya Bol'shogo Stavropol'skogo kanala [Improving the monitoring of mechanical equipment of the Grushevsky distributor of the Great Stavropol Canal]. *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statei po materialam 77-i nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-kh chastyakh, Krasnodar, 01 marta 2022 g.* [Scientific support of the agro-industrial complex: collection of articles based on the materials of the 77th scientific and practical conference of students on the results of the research for 2021. In 3 parts, Krasnodar, March 01, 2022]. Part 1. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, pp. 594-597.

2. Degtyareva, O.G., Safronova, T.I., Rudchenko, I.I., Prikhodko, I.A. (2019). Nonlinearity account in the foundation soils when calculating the piled rafts of buildings and constructions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Kislovodsk, 01-05 October 2019*, vol. 698 (2). Kislovodsk, Institute of Physics Publishing, p. 022015. doi: 10.1088/1757-899X/698/2/022015

3. Prikhod'ko, I.A., Annenko, A.D. (2021). Innovatsionnye tekhnologii vozdelvaniya risa v usloviyakh Krasnodarskogo kraia [Innovative technologies of rice cultivation in the conditions of the Krasnodar territory]. *Ehkologiya rechnykh landshaftov: sbornik statei po materialam V Mezhdunarodnoi nauchnoi ehkologicheskoi konferentsii, Krasnodar, 30 dekabrya 2020 g.* [Ecology of river landscapes: a collection of articles based on the materials of the V International scientific ecological conference, Krasnodar, December 30, 2020]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, pp. 139-145.

4. Safronova, T., Vladimirov, S., Prikhodko, I. (2020). Probabilistic assessment of the role of the soil degradation main factors in Kuban rice fields. *E3S Web of Conferences: 13, Rostov-on-Don, February 26-28, 2020*. Rostov-on-Don, p. 09011. doi: 10.1051/e3sconf/202017509011

5. Dem'yanov, S.I., Vladimirov, S.A. (2021). Osnovnye napravleniya perekhoda risovodstva Kubani na ehkologicheski bezopasnoe istoichivo proizvodstvo [The main directions of the transition of Kuban rice farming to environmentally safe sustainable production]. *Innovatsionnye resheniya sotsial'nykh, ehkonomicheskikh i tekhnologicheskikh problem sovremennogo obshchestva: sbornik nauchnykh statei po itogam kruglogo stola so vsrossiiskim i mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 15-16 avgusta 2021 g.* [Innovative solutions to social, economic and technological problems of modern society: a collection of scientific articles based on the results of the round table with All-Russian and international participation, Moscow, August 15-16, 2021]. Moscow, LLC "Konvert", vol. 4, pp. 23-25.

6. Prikhod'ko, I.A., Bandurin, M.A., Yakuba, S.N. (2022). Puti resheniya sovershenstvovaniya ratsional'nogo prirodopol'zovaniya v granitsakh meliorativno-vodokhozyaistvennogo kompleksa Nizhnei Kubani [Ways to solve the improvement of rational nature management within the boundaries of the reclamation and water management complex of the Lower Kuban]. *Rol' melioratsii v obespechenii prodovol'stvennoi bezopasnosti, Moskva, 14-15 aprelya 2022 g.* [The role of reclamation in ensuring food security, Moscow, April 14-15, 2022]. Moscow, All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov, pp. 100-107.

7. Prikhod'ko, I.A., Parfenov, A.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Ehkologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya v risovodstve Kubani [Ecological and meliorative aspects of rational nature management in the Kuban rice growing]. *Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya intellektual'nogo potentsiala sel'skogo khozyaistva regionov Rossii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 90-letiyu FGBOU VO Chuvashskii GAU, Cheboksary, 22 oktyabrya 2021 g.* [Scientific and educational environment as the basis for the development of the intellectual potential of agriculture in the regions of Russia: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, October 22, 2021]. Cheboksary, Chuvash State Agrarian University, pp. 150-152.

8. Mirnaya, D.S., Romanova, A.S., Arinicheva, I.V. (2020). Matematicheskoe modelirovaniye gidrologicheskikh protsessov rechnogo potoka [Mathematical modeling of hydrological processes of river flow]. *Budushchee nauki-2020: sbornik nauchnykh statei 8-i Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii. V 5-i tomakh, Kursk, 21-22 aprelya 2020 g.* [The future of science-2020: collection of scientific articles of the 8th International youth scientific conference. In 5 volumes, Kursk, April 21-22, 2020]. Vol. 5. Kursk, South-West State University, pp. 29-32.

9. Krylova, N.N., Ivanov, N.A., Ogrzyz'ko, V.A. (2019). Sovershenstvovanie sposoba poliva risa [Improving the method of watering rice]. *Akademiya pedagogicheskikh idei "Novatsiya". Seriya: Studencheskii nauchnyi vestnik [Academy of Pedagogical Ideas "Innovation". Series: Student scientific bulletin], no. 2 (February)*. Available at: <http://akademnva.ru/page/875550>

10. Romanova, A.S., Rudenko, A.A., Bandurin, M.A. (2022). Puti minimizatsii negativnogo vozdeistviya katastro-

ficheskikh pavodkov na rekakh Yuga Rossii [Ways to minimize the negative impact of catastrophic floods on the rivers of the South of Russia]. *Ehkologiya rechnykh landshaftov: sbornik statei po materialam VI Mezhdunarodnoi nauchnoi ehkologicheskoi konferentsii, Krasnodar, 22 dekabrya 2021 g.* [Ecology of river landscapes: collection of articles based on the materials of the VI International scientific environmental conference, Krasnodar, December 22, 2021]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, pp. 144-148.

11. Kruzhilin, I.P., Ganiev, M.A., Kuznetsova, N.V., Rodin, K.A. (2018). Vodopotrebleniye risa i udel'nye zatraty na formirovaniye urozhaya zerna pri raznykh sposobakh poliva [Rice water consumption and unit costs for grain yield formation with different irrigation methods]. *Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Proceedings of Nizhnevolskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education], no. 1 (49)*, pp. 108-117. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-108-117

12. Romanova, A.S., Bandurin, M.A. (2022). Faktory prezhdevremennogo vykhoda iz stroya metallicheskiikh konstrukttsii gidrotekhnicheskikh sooruzhenii pri ikh ehkspluatatsii [Factors of premature failure of metal structures of hydraulic structures during their operation]. *Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov: teoriya, praktika i regional'nye problemy: materialy II Vserossiiskoi (natsional'noi) konferentsii, Omsk, 26 maya 2022 g.* [Rational use of natural resources: theory, practice and regional problems: materials of the II All-Russian (national) conference, Omsk, May 26, 2022]. Omsk, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, pp. 253-260.

13. Prikhod'ko, I.A., Bandurin, M.A., Stepanov, V.I. (2021). Zadacha vybora ratsional'nykh tekhnologicheskikh operatsii pri vozdelvaniy risa [The task of choosing rational technological operations in rice cultivation]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 5. doi: 10.24411/2588-0209-2021-10359

14. Vladimirov, S.A., Dronov, M.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Otsenka izmenenii vodnykh resursov v basseine reki Kuban' [Assessment of changes in water resources in the Kuban River basin]. *Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki: materialy Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ulyanovsk, 20-21 oktyabrya 2021 g.* [Topical issues of agricultural science: materials of the National scientific and practical conference, Ulyanovsk, October, 20-21, 2021]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, pp. 148-152.

15. Bandurin, M.A., Romanova, A.S. (2022). Sovershenstvovanie rezhimov orosheniya dlya povysheniya ehkologicheskikh svoystv pochv stepnykh agrolandshaftov [Improving irrigation regimes to increase the ecological properties of soils in steppe agricultural landscapes]. *Ehkologiya rechnykh landshaftov: sbornik statei po materialam VI Mezhdunarodnoi nauchnoi ehkologicheskoi konferentsii, Krasnodar, 22 dekabrya 2021 g.* [Ecology of river landscapes: collection of articles based on the materials of the VI International scientific environmental conference, Krasnodar, December 22, 2021]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, pp. 33-38.

Информация об авторах:

Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, Scopus ID: 57214098822, Researcher ID: AAH-1647-2021, SPIN-код: 4011-7185, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Бандурин Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, декан факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, Scopus ID: 57201780087, SPIN-код: 6451-2467, chepura@mail.ru

Молчанова Галина Александровна, бакалавр 1 курса бакалавриата факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-7219-6141>, galya.molchanova.05@inbox.ru

Огаджанян Роман Вартанович, бакалавр 3 курса бакалавриата факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-5244-4584>, ogadzhanyanr69@gmail.com

Information about the authors:

Igor A. Prikhodko, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of construction and operation of water facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, Scopus ID: 57214098822, Researcher ID: AAH-1647-2021, SPIN-code: 4011-7185, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Mikhail A. Bandurin, doctor of technical sciences, associate professor, Honored inventor of the Russian Federation, dean of the faculty of hydro-reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, Scopus ID: 57201780087, SPIN-code: 6451-2467, chepura@mail.ru

Galina A. Molchanova, 1st year bachelor's degree of the faculty of hydro-reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-7219-6141>, galya.molchanova.05@inbox.ru

Roman V. Ogadzhanyan, 3st year bachelor's degree of the faculty of hydro-melioration, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-5244-4584>, ogadzhanyanr69@gmail.com



Научная статья
 УДК 332.3; 332.54; 711.14
 doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_467

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЯЧЕЕК ИНДЕКСА NDVI В ГРАНИЦАХ РАЗЛИЧНЫХ УГОДИЙ

Е.Г. Черных, Д.А. Букреев

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Исследование посвящено созданию программного модуля расчета элементарных ячеек вегетационного индекса в границах различных угодий. Обработка большого массива информации по заданным алгоритмам, повышение точности анализа, сотрудничество между различными уровнями власти и общества позволяют создать комфортные условия использования земельных ресурсов на территории населенных пунктов и за их пределами. Разработка программного расчетного модуля требует интеграции геоинформационной системы и данных дистанционного зондирования Земли. Такое сочетание позволит не только агрегировать данные, но и обрабатывать их по заданному расчетному алгоритму. Визуализация информации является еще одним инструментом научных исследований, позволяющим учитывать уникальные характеристики конкретных исследуемых территорий. Исследование направлено на создание автоматизированного расчетного механизма в виде программного модуля, который позволит эффективнее управлять территориями в условиях современных вызовов.

Ключевые слова: мониторинг земель, пространственное развитие территории, земли сельскохозяйственного назначения, урбанизация, вегетационный индекс, дистанционное зондирование Земли

Original article

SOFTWARE MODULE FOR CALCULATION OF ELEMENTARY CELLS OF THE NDVI INDEX WITHIN THE BOUNDARIES OF VARIOUS LANDS

E.G. Chernykh, D.A. Bukreev

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. The study is devoted to the creation of a software module for calculating the elementary cells of the vegetation index within the boundaries of various lands. By processing a large array of information using specified algorithms, increasing the accuracy of analysis, cooperation between different levels of government and society, it will create comfortable conditions for the use of land resources in the territory of populated areas and beyond. The development of a software calculation module requires the integration of a geographic information system and Earth remote sensing data. Such a combination will allow not only to aggregate data, but also to process them according to a specified calculation algorithm. Information visualization is another tool for scientific research, allowing to take into account the unique characteristics of specific study areas. The study is aimed at creating an automated calculation mechanism in the form of a software module that will allow more efficient management of territories in the face of modern challenges.

Keywords: land monitoring, spatial development of the territory, agricultural lands, urbanization, vegetation index, remote sensing of the Earth

Введение. Оценка средоформирующих свойств территории как совокупности земель, ландшафтов и недр актуальна при анализе состояния земель населенных пунктов и за их пределами. В процессе освоения недр ее средоформирующий потенциал (СФП), как совокупность компонентов природной среды, куда следует отнести запасы ресурсов, воздействие различных факторов естественной среды и условия, характерные для исследуемой территории, которые в своем сочетании и комбинировании обладают средообразующими (СОС), средовоспроизводящими (СВС) и средозащитными (СЗС) свойствами (включая климатические, геологические, гидрологические, земельные, почвенные и др., а также антропогенные), уменьшается при интенсивном освоении. Вследствие этого, коллективом авторов сформулирована актуальная научно-техническая проблема, решение которой, с помощью подготовленного комплекса методик, дает возможность анализировать динамику средоформирующего потенциала различных типов угодий на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли.

Методы или методология проведения исследования. Для решения поставленных задач использованы методы моделирования, анализа, формализации, обобщения, абстрагирования.

Авторами разработан расчетный модуль элементарных ячеек индекса NDVI с использованием языка программирования Python для QGIS 3.28.2.

Ход исследования. Для повышения эффективности работы с базой данных, а также для автоматического расчета элементарных ячеек индекса NDVI авторами разработан программный модуль на базе QGIS. Модуль позволяет считать количество элементарных ячеек внутри каждого угодья за выбранный год и вычислить частотное распределение NDVI.

Для более развернутого анализа информационной базы данных плагин позволяет выбирать разные спутниковые снимки в зависимости от года. В данном исследовании были использованы снимки 2013, 2019 и 2024 гг. (рис. 1).

Данный модуль может работать на любом предложенном растре. Для корректной работы плагина необходимо извлечь поканальный растр, для NIR-канала для ближней инфракрасной области спектра и RED-канала сигнала красного. Затем необходимо перейти в растр калькуляторов, там видны представленные каналы, далее выбираем только один и перезаписываем его в необходимую директорию.

Вызвав ее, мы получаем оконный плагин, который запрашивает следующие параметры, представленные на рисунке 2.

Выбор целевой системы координат, безусловно, необходим, но это не обязательный пункт, так как изначально этот плагин формировался под метрические UTM-координаты. По ходу выполнения программирования стало понятно, что можно было от этого отказаться, достаточно было указать только базовую всемирную систему геодезических параметров Земли WGS-84.

После выбора системы координат происходит выбор двух каналов растров NIR и RED, по которым и будет непосредственно выполняться расчет NDVI. В результате, итогом мы получаем слой, содержащий таблицу видов угодий. В графическом представлении это извлеченные точки растра с посчитанным NDVI. То есть здесь каждая точка — это центр искомого пикселя (рис. 3).

На данном этапе графическое представление нам сейчас уже не так актуально, так как внутри уже приведена расчетная сводная таблица. Открыв слой как таблицу, мы увидим название вида угодья, взятое из предыдущего векторного слоя (рис. 4).

Далее рассмотрим этот же плагин со стороны разработчика, и как решены задачи по агрегации. Нажав на кнопку Edit Model, мы сможем увидеть внутренности разработанной алгоритмической модели (рис. 5).



Здесь у нас представлено два канала, которые подключаются к растру, границы участков векторные, обязательное поле, которое содержит класс участка векторного слоя. Также имеются две ветки, верхняя и нижняя, которые потом объединяются в агрегации.

Если рассматривать функционал верхней растровой ветки, то по ней первостепенно происходит расчет NDVI. Сначала подаются два канала и считается формула калькулятора растров, затем происходит переопределение значения растров, соответственно упрощается

процедура подсчета благодаря приведению к конкретной классификации, а не промежуточной, интервальной.

Следующим шагом из растра, просчитанного NDVI, извлекаем центры пикселей (рис. 6).

Это наиболее удобная форма подсчета, когда у нас каждый квадрат возвращает свой пиксель, у которого есть его переключенное значение NDVI. Соответственно, именно на этом моменте у нас формируется этот слой в геометрии, чтобы наши точки на плоскости 100% сошлись и попали внутрь слоя с векторной геометрией границ.

Далее переходим ко второй ветке, которая формирует векторную геометрию границ. Они также могут перепроцессироваться, так как если у нас целевая система, не WGS-84, а метрическая целевая система, необходимо, чтобы точки, полученные из растра, и границы, полученные из изначального слоя, совпадали. Затем мы работаем с именем класса, и нам необходимо знать его однозначное имя. Поэтому на этом этапе переименовывается имя в класс (class) (рис. 7).

Далее отправляется запрос на каком слое, на каком классе лежит эта точка. Таким образом, каждая точка получает свой класс (вид уголья), исходя из того, где она лежит на слое (рис. 8).

После этой операции мы формируем запрос для точек, которые пересекают или содержатся внутри полигонов, какой у них класс (вид уголья). Это ранее переименованное поле. И, соответственно, после этого у нас уже получается в этом поле два показателя: класс (вид уголья), и ее value, то есть промежуток значения NDVI, который присущ этой точке. Как итог, происходит финальная агрегация.

Агрегация идет сразу по двум параметрам — по виду уголья и по ее NDVI, так как нам необходимо обозначить промежутки значений всех видов угольев. То есть именно так, как здесь представлено, что первый атрибут — это виды уголья, а второй атрибут — это класс NDVI.

То есть здесь выставлена необходимая группировка, а дальше ячейки агрегируются по группам. Формируется здесь только ячейка со значением NDVI, которая считает, сколько числовых значений входит в полигон.

Результаты и обсуждение. Несмотря на вышеизложенный функционал, данный программный модуль имеет некоторые незначительные ограничения. Ограничения распространяются на «края вхождения», то есть на те точки, которые не входят в границу исследуемого полигона. Но в целом это никак не влияет на расчетные процедуры, так как этот ряд пикселей можно не учитывать в этом промежутке включения.

В конечном счете этот подход дает лучшие результаты, нежели объединение по полигонам, потому что объединение по полигонам включило бы все внешние точки, если бы они попали в один диапазон, то есть они бы соединились в единый полигон и при наложении учли бы внутри границ, хотя они не входят в заданные границы. То есть точечное попиксельное представление является более рациональным механизмом.

Выводы. В заключение следует отметить, что разработка расчетного модуля элементарных ячеек индекса NDVI представляет собой важный шаг в направлении эффективного управления земельными ресурсами и обеспечения устойчивого развития территорий регионов.

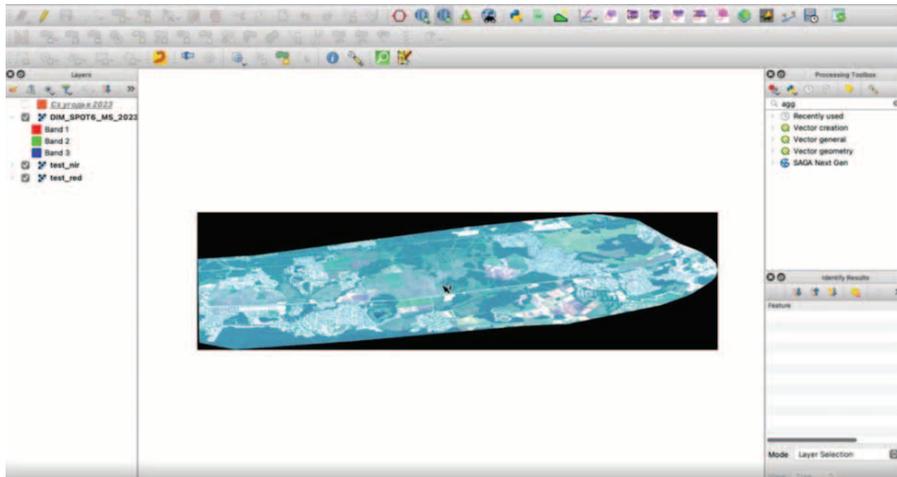


Рисунок 1. Фрагмент растра разработанного расчетного модуля
Figure 1. Raster fragment of the developed calculation module

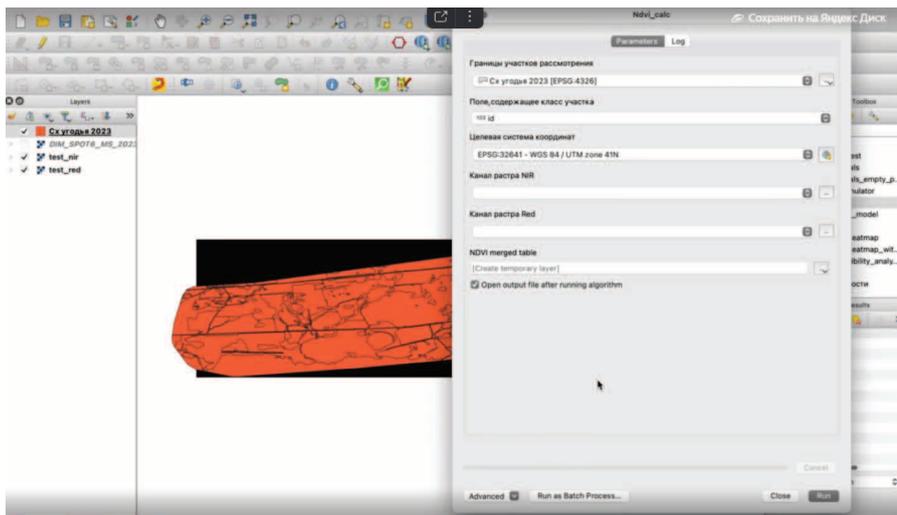


Рисунок 2. Фрагмент программного модуля с указанием границ участков рассмотрения
Figure 2. A fragment of the software module indicating the boundaries of the areas under consideration

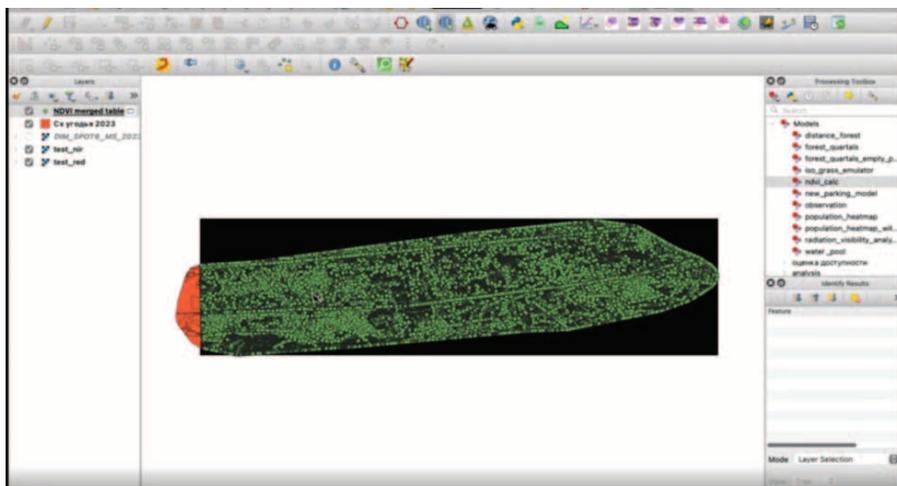


Рисунок 3. Фрагмент программного модуля с извлеченными точками растра с посчитанным NDVI
Figure 3. A fragment of the software module with extracted raster points with calculated NDVI



Созданный модуль позволяет проводить глубокий анализ и прогнозирование изменений в окружающей среде, а также принимать обоснованные решения по управлению природными ресурсами.

Дальнейшие исследования в этой области могут привести к созданию более детализиро-

ванных информационных систем, которые будут способствовать более эффективному использованию земельных ресурсов и сохранению экологического баланса на планете.

В целом результаты исследования имеют важное значение для развития теории и практики управления земельными ресурсами. Они мо-

гут быть использованы при разработке стратегий и планов развития территорий, а также при принятии решений в области природопользования и охраны окружающей среды.

Список источников

1. Бородин С.Н. Модель оценки устойчивого развития региона на основе индексного метода // Экономика региона. 2023. Т. 19, № 1. С. 45-59.

2. Варламов А.А. Региональные системы землепользования в Российской Федерации // Землеустроительное образование и наука: из XVIII в XXI век: материалы Международного научно-практического форума, посвященного 240-летию со дня основания Государственного университета по землеустройству, Москва, 27 мая 2019 г. М.: Государственный университет по землеустройству, 2019. Т. 1. С. 65-73.

3. Гузева И.В., Черных Е.Г., Бударова В.А. Некоторые проблемы землеустройства как сферы деятельности и ведущей отрасли науки // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 137-146. doi: 10.24411/2413-046X-2019-10082

4. Доклад «О состоянии и использовании земель в Тюменской области в 2022 году»: официальный сайт Росреестра. URL: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyaniye-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-0-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения: 09.05.2024).

5. Сизов А.П. Оценка средоформирующего потенциала территории населенных пунктов при осуществлении государственного мониторинга земель // Геодезия и картография. 2018. № 6. С. 43-50.

6. Ramos Aguila, L.C., Sánchez Moreano, J.P., Akutse, K.S., Bamisile, B.S., Liu, J., Haider, F.U., Ashraf, H.J., Wang, L. (2023). Comprehensive genome-wide identification and expression profiling of ADF gene family in *Citrus sinensis*, induced by endophytic colonization of *Beauveria bassiana*. *Int J Biol Macromol.*, vol. 225, pp. 886-898. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.11.153

7. Wilcken, C.F., Dal Pogetto, M.H. F.D.A., Lima, A.C.V., Soliman, E.P., Fernandes, B.V., da Silva, I.M., Zanuncio, A.J.V., Barbosa, L.R., Zanuncio, J.C. (2019). Chemical vs entomopathogenic control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) via aerial application in eucalyptus plantations. *Sci Rep.*, vol. 9, no. 1, p. 416. doi: 10.1038/s41598-019-45802-y

8. Barra-Bucarei, L., France Iglesias, A., Gerding González, M., Silva Aguayo, G., Carrasco-Fernández, J., Castro, J.F., Ortiz Campos, J. (2019). Antifungal Activity of *Beauveria bassiana* Endophyte against *Botrytis cinerea* in Two Solanaceae Crops. *Microorganisms*, vol. 8, no. 1, p. 65. doi: 10.3390/microorganisms8010065

9. Foley, J.A., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, no. 309 (5734), p. 570.

10. Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skanes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C., Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Glob. Environ. Change*, no. 11 (4), p. 261.

11. De Souza Miranda R. (2016). Ammonium improves tolerance to salinity stress in *Sorghum bicolor* plants. *Plant Growth Regulation*, vol. 78, no. 1, pp. 121-131.

12. Zaytsev, A., Pak, Kh.S., Elkina, O., Tarasova, T., Dmitriev, N. (2021). Economic security and innovative component of a region: a comprehensive assessment. *Sustainable Development and Engineering Economics*, no. 2, pp. 58-78.

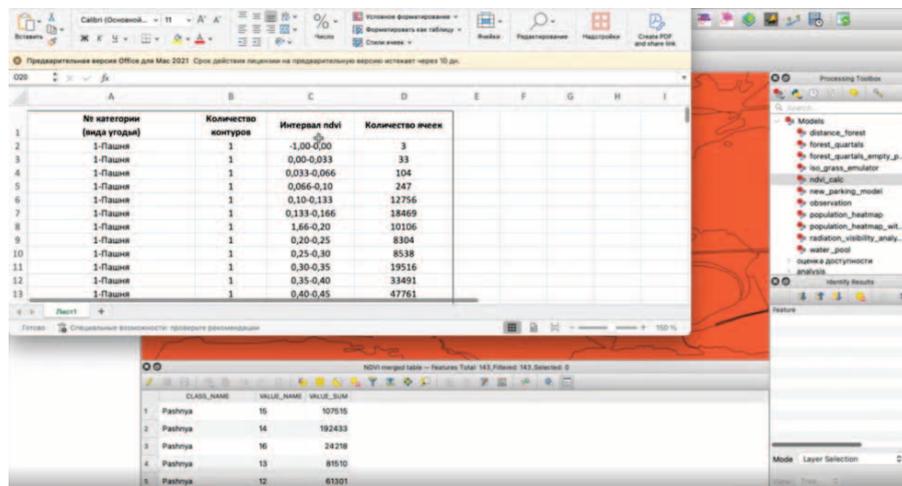


Рисунок 4. Фрагмент программного модуля с расчетной сводной таблицей
Figure 4. A fragment of a software module with a calculation summary table

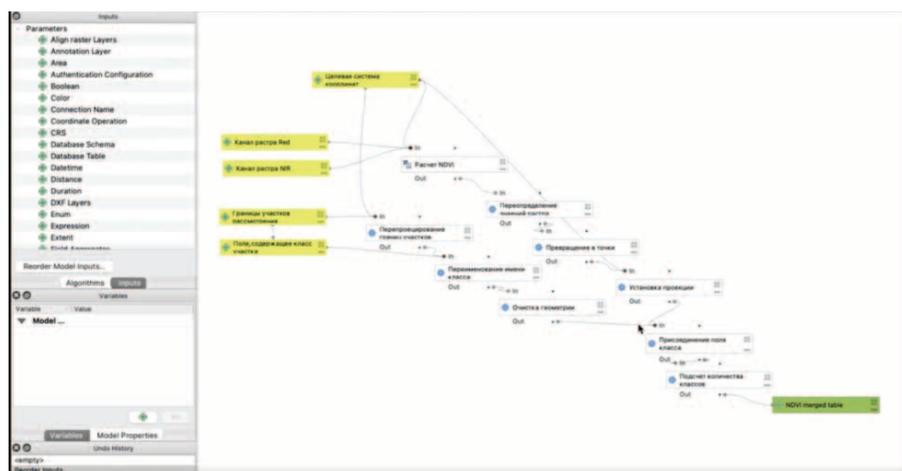


Рисунок 5. Фрагмент программного модуля с разработанной алгоритмической моделью
Figure 5. A fragment of a software module with a developed algorithmic model

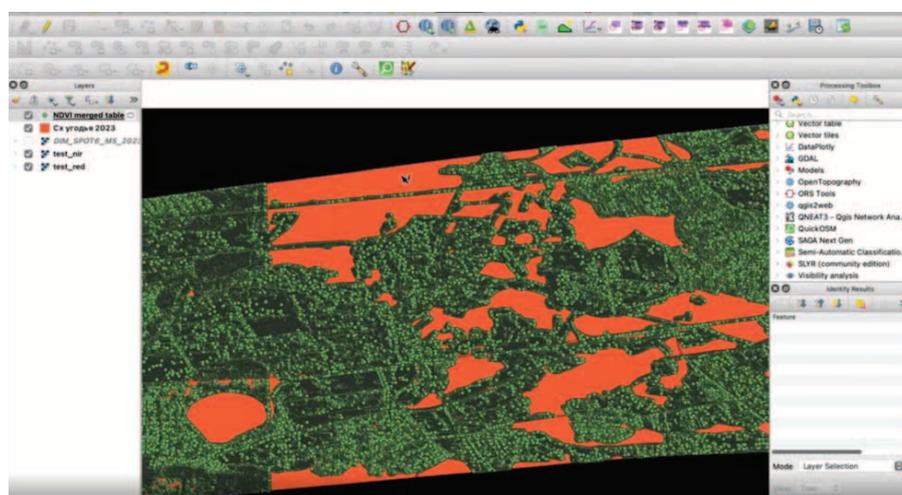


Рисунок 6. Фрагмент программного модуля с визуализацией извлекаемых центров пикселей
Figure 6. A fragment of the software module with visualization of extracted pixel centers



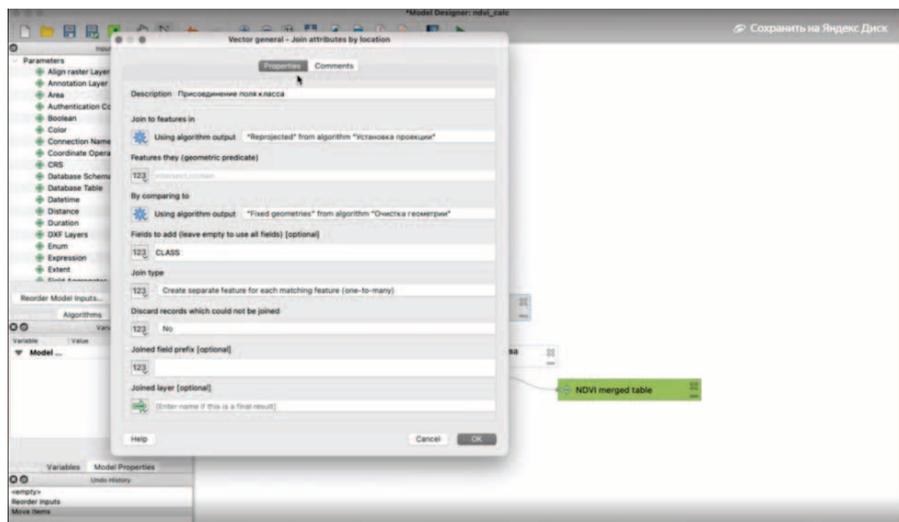


Рисунок 7. Фрагмент программного модуля с подачей запроса на присоединение поля класса
Figure 7. A fragment of a software module with a request to attach a class field

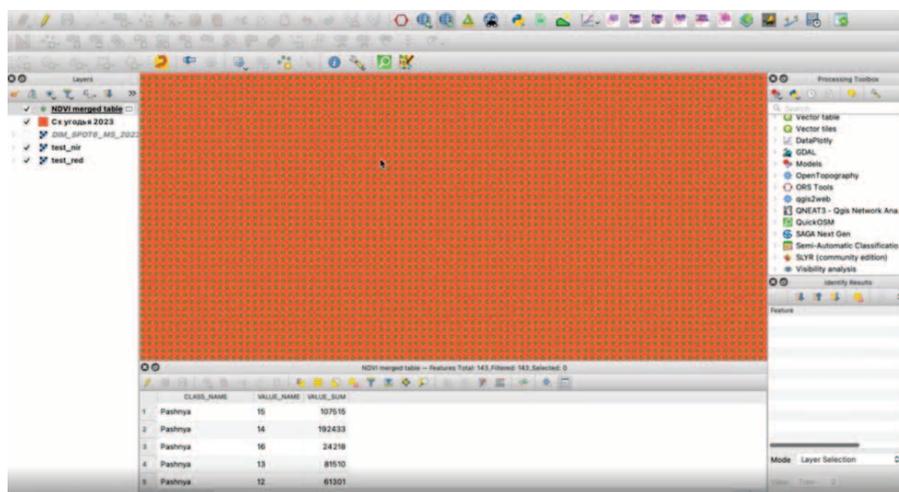


Рисунок 8. Фрагмент программного модуля с указанием точки вида угодья
Figure 8. A fragment of the software module indicating the point of the type of land

13. Oulidi, H.J., Moumen, A. (2015). Towards to Spatial Data Infrastructures and an Integrated Management of Groundwater Resources. *Journal of Geographic Information Systems*, no. 7, pp. 667-676.

References

1. Borodin, S.N. (2023). Model' otsenki ustoychivogo razvitiya regiona na osnove indeksnogo metoda [Model for assessing regional sustainable development based on the index method]. *Ehkonomika regiona* [Economy of regions], vol. 19, no. 1, pp. 45-59.

2. Varlamov, A.A. (2019). Regional'nye sistemy zemlepol'zovaniya v Rossiiskoi Federatsii [Regional land use systems in the Russian Federation]. *Zemleustroitel'noe ob-*

razovanie i nauka: iz XVIII v XXI vek: materialy Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma, posvyashchennogo 240-letiyu so dnya osnovaniya Gosudarstvennogo universiteta po zemleustroystvu, Moskva, 27 maya 2019 g. [Land management education and science: from the XVIII to the XXI century: materials of the International scientific and practical forum dedicated to the 240th anniversary of the founding of the State University of Land Use Planning, Moscow, May 27, 2019]. Moscow, State University of Land Use Planning, vol. 1, pp. 65-73.

3. Guzeva, I.V., Chernykh, E.G., Budarova, V.A. (2019). Nekotorye problemy zemleustroystva kak sfery deyatel'nosti i vedushchei otrasli nauki [Some problems of land management as a sphere of activity and leading branch of science]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic

Информация об авторах:

Черных Елена Германовна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2644-4721>, Scopus ID: 57199391561, SPIN-код: 4135-6812, chernyheg@tyuiu.ru

Букреев Дмитрий Александрович, аспирант кафедры геодезии и кадастровой деятельности, SPIN-код: 4448-3990, bukadimka37@gmail.com

Information about the authors:

Elena G. Chernykh, doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of geodesy and cadastral activities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2644-4721>, Scopus ID: 57199391561, SPIN-code: 4135-6812, chernyheg@tyuiu.ru

Dmitry A. Bukreev, postgraduate student of the department of geodesy and cadastral activities, SPIN-code: 4448-3990, bukadimka37@gmail.com

journal], no. 10, pp. 137-146. doi: 10.24411/2413-046X-2019-10082

4. Doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Tyumenskoi oblasti v 2022 godu»: ofitsial'nyi sait Rosreestra [Report "On the condition and use of land in the Tyumen region" in 2022: the official website of Rosreestr]. Available at: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii> (accessed: 09.05.2024).

5. Sizov, A.P. (2018). Otsenka sredoformiruyushchego potentsiala territorii naselennykh punktov pri osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa zemel' [Assessment of the environment-forming potential of the territory of settlements in the implementation of state monitoring of lands]. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and cartography], no. 6, pp. 43-50.

6. Ramos Aguila, L.C., Sánchez Moreano, J.P., Akutse, K.S., Bamisile, B.S., Liu, J., Haider, F.U., Ashraf, H.J., Wang, L. (2023). Comprehensive genome-wide identification and expression profiling of ADF gene family in *Citrus sinensis*, induced by endophytic colonization of *Beauveria bassiana*. *Int J Biol Macromol.*, vol. 225, pp. 886-898. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.11.153

7. Wilcken, C.F., Dal Pogetto, M.H. F.D.A., Lima, A.C.V., Soliman, E.P., Fernandes, B.V., da Silva, I.M., Zanoncio, A.J.V., Barbosa, L.R., Zanoncio, J.C. (2019). Chemical vs entomopathogenic control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) via aerial application in eucalyptus plantations. *Sci Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 416. doi: 10.1038/s41598-019-45802-y

8. Barra-Bucarei, L., France Iglesias, A., Gerding González, M., Silva Aguayo, G., Carrasco-Fernández, J., Castro, J.F., Ortiz Campos, J. (2019). Antifungal Activity of *Beauveria bassiana* Endophyte against *Botrytis cinerea* in Two Solanaceae Crops. *Microorganisms*, vol. 8, no. 1, p. 65. doi: 10.3390/microorganisms8010065

9. Foley, J.A., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, no. 309 (5734), p. 570.

10. Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skanes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C., Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Glob. Environ. Change*, no. 11 (4), p. 261.

11. De Souza Miranda R. (2016). Ammonium improves tolerance to salinity stress in Sorghum bicolor plants. *Plant Growth Regulation*, vol. 78, no. 1, pp. 121-131.

12. Zaytsev, A., Pak, Kh.S., Elkina, O., Tarasova, T., Dmitriev, N. (2021). Economic security and innovative component of a region: a comprehensive assessment. *Sustainable Development and Engineering Economics*, no. 2, pp. 58-78.

13. Oulidi, H.J., Moumen, A. (2015). Towards to Spatial Data Infrastructures and an Integrated Management of Groundwater Resources. *Journal of Geographic Information Systems*, no. 7, pp. 667-676.



Научная статья

УДК 630.1

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_471

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ И СОЛОМЫ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ

С.В. Суслов¹, А.П. Климов¹, А.Г. Безбородов², Ю.Г. Безбородов³

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, Москва, Россия

³Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Аннотация. В статье изложены результаты опытно-производственных исследований, которые проводятся с 2022 г. на базе Дмитровского лесного питомника по использованию органических удобрений лузги гречихи и соломы при выращивании сосны европейской. В ходе производственных исследований нами были заложены в 2022 г. различные варианты с использованием минеральных и органических удобрений. Выявлена динамика химического состава почвы в вариантах: без использования минеральных удобрений и с использованием органических удобрений (лузги гречихи и соломы), в начале и в конце вегетации, а также по годам исследования. Производственные исследования показали эффективность использования органических удобрений наряду с использованием минеральных удобрений, при этом наблюдалась существенная экономия последних, и активизация анаэробных процессов при использовании органических удобрений. Использование органических удобрений выявило: улучшается пористость почвы; увеличивается рыхлость почвы за счет того, что органические удобрения создают воздушную прослойку, что ускоряет анаэробные процессы в почве и вследствие сложно растворимые питательные вещества в почве переходят в легкоусваиваемые формы. В статье показано, что сеянцы ускоренно растут за счет ускорения роста сеянцев благодаря образованию и удержанию почвенных газов в верхнем слое почвы. В статье также отмечается, что использование органических удобрений позволяет повысить стрессоустойчивость за счет образования в верхнем слое почвы своеобразной воздушной подушки. Авторами аргументирован вывод о перспективности использования органических удобрений и продолжения исследования в данном направлении.

Ключевые слова: сеянцы сосны европейской, органические удобрения, лузга гречихи, солома, химический состав почвы, основные элементы питания, анализ практики лесовосстановления

Original article

THE EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS OF BUCKWHEAT HUSK AND STRAW ON THE GROWTH OF EUROPEAN PINE SEEDLINGS

S.V. Suslov¹, A.P. Klimov¹, Yu.G. Bezborodov², A.G. Bezborodov³

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²Russian academy of personnel support for the agroindustrial complex, Moscow, Russia

³Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

Abstract. The article presents the results of pilot production studies that have been conducted since 2022 at the Dmitrov forest nursery on the use of organic fertilizers buckwheat husk and straw when growing European pine. During production studies, we laid down various options for the use of mineral and organic fertilizers in 2022. The dynamics of the chemical composition of the soil was revealed in the options: without the use of mineral fertilizers and with the use of organic fertilizers (buckwheat husk and straw), at the beginning and at the end of the growing season, as well as by year of study. Production studies have shown the effectiveness of using organic fertilizers along with the use of mineral fertilizers, while there was a significant saving of the latter, and the activation of anaerobic processes when using organic fertilizers. The use of organic fertilizers revealed: soil porosity improves; the looseness of the soil increases due to the fact that organic fertilizers create an air layer, which accelerates anaerobic processes in the soil and, as a result, difficult-to-dissolve nutrients in the soil pass into easily digestible forms. The article shows that seedlings grow faster due to the acceleration of seedling growth due to the formation and retention of soil gases in the upper soil layer. The article also notes that the use of organic fertilizers allows you to get organic products, which have been in demand in recent years. The use of organic fertilizers allows you to increase stress resistance due to the formation of a kind of air cushion in the upper soil layer. The authors substantiate the conclusion about the prospects of using organic fertilizers and continuing research in this direction.

Keywords: seedlings of European pine, organic fertilizers, buckwheat husk, straw, chemical composition of soil, main nutritional elements, analysis of reforestation practices

Введение. В последние годы использование органических удобрений в растениеводстве и лесном хозяйстве приобретает особую актуальность в связи с тем, что органические удобрения дешевле традиционных минеральных удобрений, меньше наносит вред окружающей среде и при разложении улучшают структуру почвы.

Анализ практики выращивания сеянцев сосны европейской показал:

- недостаточная всхожесть семян;
- не равномерность всхода семян по длине поля ввиду неравномерного внесения удоб-

рения и наличия систематической планировки поля;

- распространение на краях полей питомников водной эрозии;
- в летний период требуется проведение поливов, так как происходит кратковременное иссушение почвы и сеянцы отстают в развитии;
- при посадке сеянцев с учетом вышеуказанных отрицательных явлений закладывается повышенная густота их посева.

Укрупнённый анализ практики лесовосстановления показывает, что наблюдается процесс

их высыхания (3-8%) ввиду отсутствия их полива в летнее время.

Необходимо отметить также, что происходит удорожание стимуляторов роста и минеральных удобрений. В текущей ситуации необходимо обосновать использование органических удобрений и нормы их внесения взамен использования дорогих минеральных удобрений и их сочетание. Наше исследование по использованию органических удобрений лузги гречихи и соломы при выращивании сосны европейской показали положительное влияние на рост и развитие сеянцев сосны европейской.

Такое использование органических удобрений нами предложено впервые.

Кроме того, лесовосстановление после лесозаготовки, плановых и внеплановых рубок, повреждение леса вредителями и болезнями, в том числе после пожаров (которые в последние годы резко увеличились) также требует принятия комплекса мероприятий с проработкой вопросов научно-производственного обеспечения качественной посадки сеянцев лесных культур, а также их улучшенные фенологические характеристики.

Практика лесовосстановления показала, что необходимо снижать себестоимость выращивания сеянцев лесных культур, а также добиваться их улучшенных фенологических показателей и стрессоустойчивости к аномальным погодным условиям.

Литературный обзор по использованию органических удобрений при выращивании сеянцев лесных культур показал, что комплексные научно-производственные исследования норм и сроков внесения данных удобрений и их положительному влиянию на рост и развитие сеянцев отсутствует и нет конкретных рекомендаций производителям, а имеются отдельные пожелания со стороны агрономов.

Так в исследованиях В.Н. Клинецевич и Е.А. Флюрика [1] указано что, лузгу после предварительной специальной обработки предлагается использовать в качестве корма для сельскохозяйственных животных, сорбирующего материала, источника пищевых волокон, композиционного материала, удобрения растений, ингибитора коррозии, красителя, дубителя, топлива и др., а также авторы указывают, что зола лузги гречихи содержит разнообразный комплекс полезных веществ — магний, натрий, калий, железо, марганец, фосфор которым несомненно можно найти различное применение.

В Европе также рекомендуют использовать лузгу гречихи и ее золу в растениеводстве, как органическое удобрение, которое улучшает структуру почвы и обеспечивает устойчивость к засухе. При этом, отсутствуют конкретные рекомендации по ее использованию. [2]

Производственные исследования, проведенные Ю.Г. Безбородовым и др. авторами показали, что существенный потенциал в лесовосстановлении, а именно при выращивании сеянцев лесных культур и профилактики лесных пожаров заключен в использовании мелиорации, особенно не уделяется должного внимание лесомелиорации. [3-9]

Вредное влияние передозировки комплекса химических минеральных удобрений приводит к увеличению антропогенной нагрузки на почвенно-растительный покров и в связи с чем использование органических удобрений является существенным фактором формирования устойчивого природопользования. [10]

Однако, вышеуказанные авторы не проводили производственные исследования по выявлению сроков и норм внесения органических удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур и в частности сеянцев лесных культур. Особенно актуальна данная тема в связи с лесовосстановлением после лесных пожаров, которые в последние годы приняли массовый характер.

Методы исследования. В данной работе были использованы следующие методы: методы

анализа, систематизации, сравнения и обобщения, а также использована методика полевого опыта по Б.А. Доспехову.

Экспериментальная база. Исследование влияния органических удобрений лузги гречихи и соломы на сеянцы сосны европейской с 2022 г. по 2024 г. проводилось на территории Дмитровского лесного питомника Московской области. Опытно-производственные исследования включали в себя четыре варианта: первый вариант — выращивание сеянцев сосны европейской без минеральных удобрений; второй вариант — выращивание сеянцев сосны европейской с использованием органического удобрения — лузги гречихи; третий вариант — выращивание сеянцев сосны европейской с использованием комплекса минеральных

удобрений; четвертый вариант — выращивание сеянцев сосны европейской с использованием органического удобрения — соломы.

Необходимо отметить, что в третьем варианте при выращивании сосны европейской ежегодно вносились следующие нормы минеральных удобрений: аммиачная селитра 100 кг/га; азофоска 110 кг/га; карбомид 10 кг/га. В первый год вегетации вносились калийные удобрения 150 кг/га.

Площадь каждого варианта 150 кв.м.

Почвы дерново-подзолистые среднесуглинистые. Грунтовые воды наблюдаются на глубине более 15 м.

Фотографии вышеуказанных четырех вариантов производственных исследований представлены на рис. 1 и 2.



Рисунок 1. Фото вариантов производственных исследований выращивания сеянцев сосны обыкновенной (слева направо):

вариант 2 — использование органического удобрения лузги гречихи;

вариант 3 — использование комплекса минеральных удобрений

Figure 1. Photos of production research options for growing Scots pine seedlings (from left to right):

Option 2 — using organic buckwheat husk fertilizer;

option 3 — the use of a complex of mineral fertilizers



Рисунок 2. Фото вариантов производственных исследований выращивания сеянцев сосны обыкновенной (слева направо):

вариант 1 — выращивание сеянцев без удобрения.

вариант 4 — выращивание сеянцев с использованием органического удобрения — соломы

Figure 2. Photos of production research options for growing Scots pine seedlings (from left to right):

option 1 — growing seedlings without fertilizer;

option 4 — growing seedlings using organic fertilizer — straw



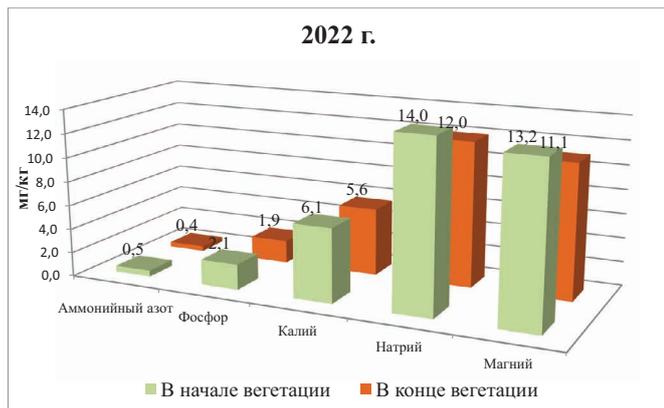
Результаты и обсуждение. Трехлетние научно-производственные исследования показали эффективность использования органических удобрений лузги гречихи и соломы при выращивании сеянцев сосны европейской. Был проведен лабораторный анализ образцов почв, взятых в каждом варианте в начале и в конце вегетации по годам исследования (рис. 3,4,5,6).

Анализ диаграмм всех четырех вариантов, а именно содержание основных питательных элементов в почве в начале вегетации и в конце, показал незначительное снижение питательных элементов к концу вегетации по ва-

риантам 2, 3,4. (рис. 4-6). Следует отметить, что использование лузги гречихи и соломы в качестве органического удобрения показывает незначительное снижение питательных элементов в конце вегетации по сравнению с вариантом использования только минеральных удобрений (вариант 3). В варианте без использования минеральных и органических удобрений (вариант 1) содержание питательных элементов к концу вегетации значительно меньше, чем в других вариантах, то есть в этом варианте сеянцы выглядят угнетенными из-за нехватки питательных элементов в почве.

Следует обратить внимание, что во втором варианте наилучшие показатели развития сосны европейской оказались наилучшими по следующим причинам:

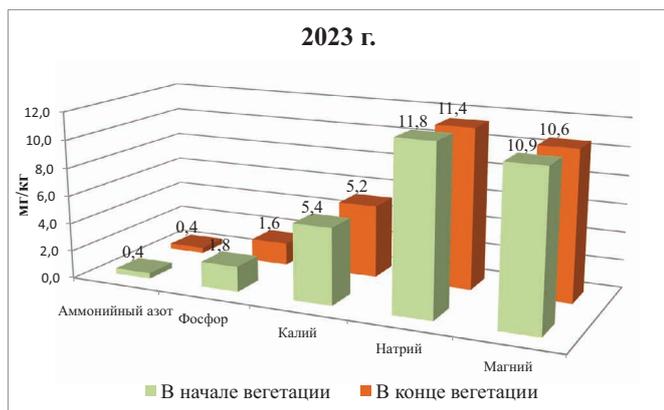
- в целом при выращивании гречихи она в ходе своего развития вбирает в себя из почвы микроэлементы и происходит вынос питательных элементов с урожаем, а лузга гречихи возвращает при ее использовании как органического удобрения часть этих микроэлементов в почву;
- лузга гречихи — имеет полости и при внесении в почву полости лузги смешиваются с почвой и воздух находящийся в полостях



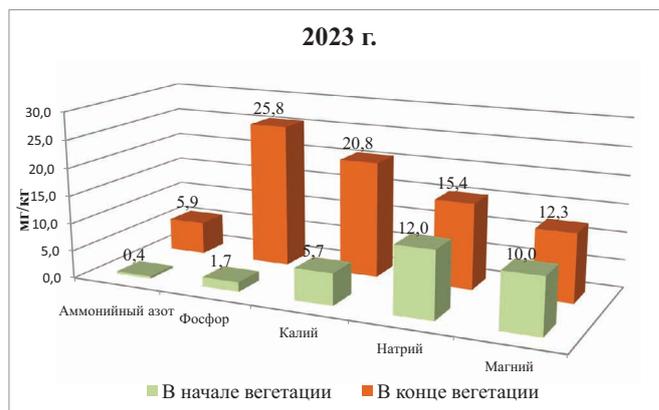
а



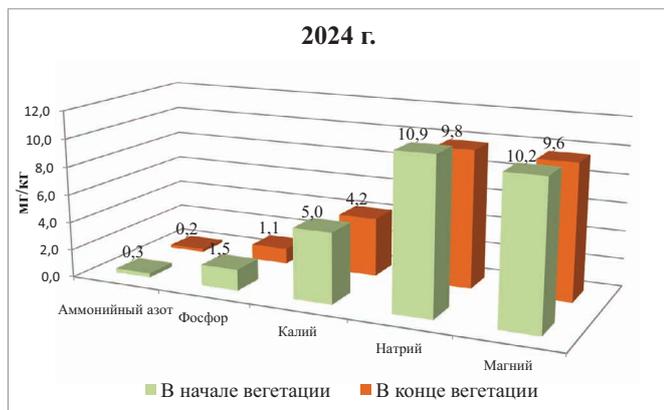
а



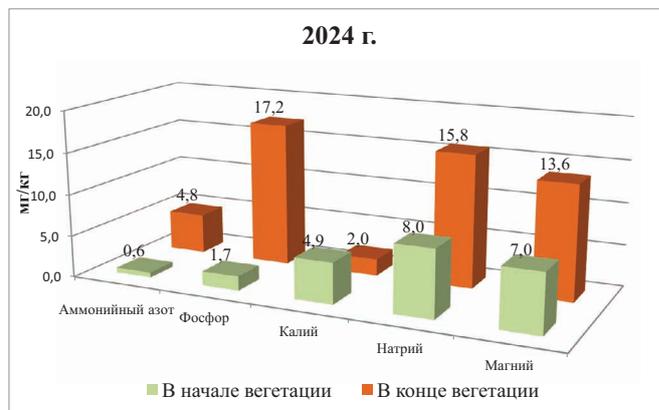
б



б



в



в

Рисунок 3. Динамика химического состава почвы в варианте № 1 (без удобрений в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 3. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 1 (without fertilizers at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)

Рис. 4. Динамика химического состава почвы в варианте № 2 (использование органического удобрения лузги гречихи в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 4. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 2 (use of organic fertilizer buckwheat husk at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)





обогащает верхний слой почвы кислородом, что ускоряет анаэробные процессы в почве и это способствует скорейшему образованию гумуса;

- пористая структура лузги насыщает почву влагой после дождей, то есть лузга гречихи своеобразно держит влагу в верхних слоях полосы;
- лузга гречихи является своеобразной прослойкой между почвой и атмосферой, то есть служит смягчающим слоем при экстремальных погодных условиях, сглаживает резкие колебания температуры;
- лузга гречихи за три года исследования полностью разложилась.

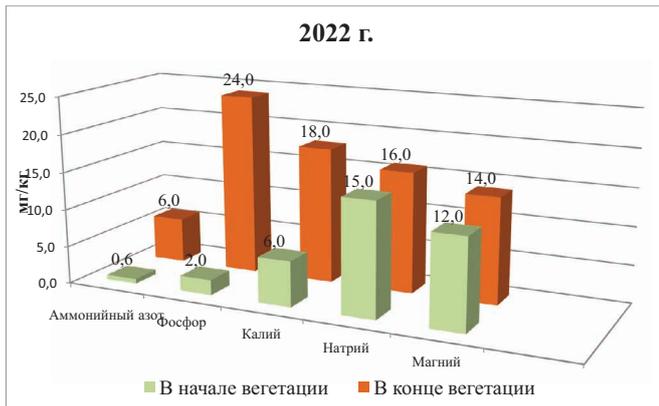
Вышеуказанные положительные явления наблюдаются также в варианте выращивания семян сосны европейской — соломы, но если лузга гречихи полностью разлагалась в течении трех лет, то солома разлагалась ежегодно и приходилось каждый год подсыпать новую порцию соломы.

Заключение.

Использование органических удобрений лузги гречихи и соломы выявило их положительное влияние на рост и развитие семян наряду с использованием комплекса минеральных удобрений, но при этом наблюдается существенная их экономия. Использование органических

удобрений улучшает пористость почвы и за счет ее рыхлости больше воздуха находится в верхнем слое почвы, что активизирует анаэробные процессы в почве и сложно растворимые питательные вещества в почве переходят в легкоусваиваемые формы для корневой системы. В связи с чем возможно предположить, что вышеуказанные органические удобрения способствуют образованию почвенных газов, которые способствуют активизации анаэробных процессов и положительно влияют на рост и развитие семян.

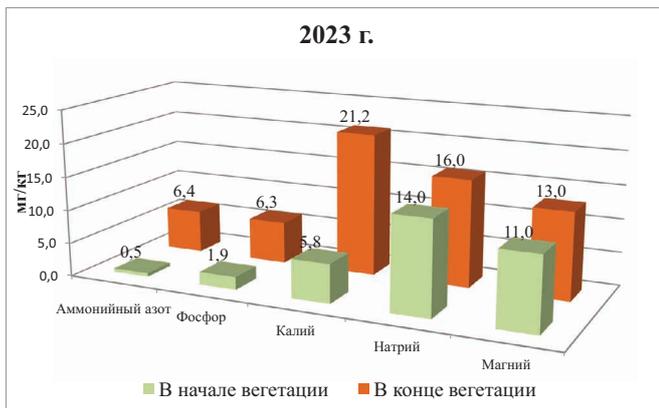
Необходимо также отметить, что исследования по использованию органических удобрений



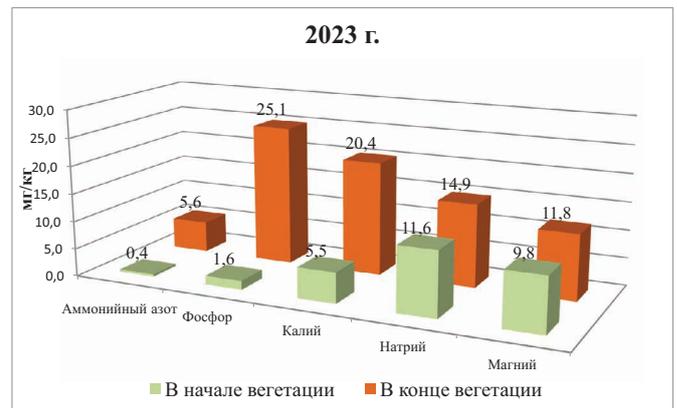
а



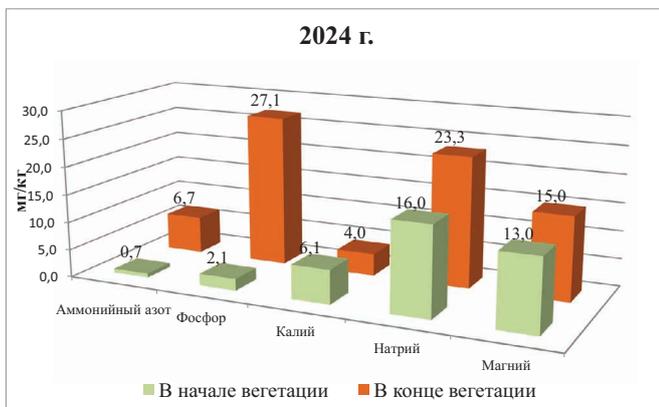
а



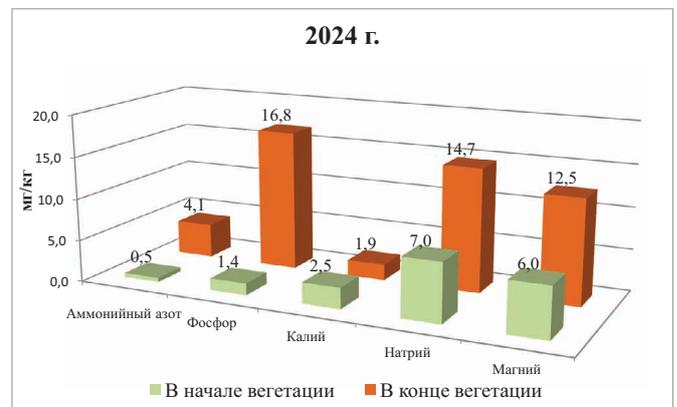
б



б



в



в

Рисунок 5. Динамика химического состава почвы в варианте № 3 (с применением комплекса минеральных удобрений в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 5. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 3 (with the use of a complex of mineral fertilizers at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)

Рисунок 6. Динамика химического состава почвы в варианте № 4 (с применением органического удобрения — соломы в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 6. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 4 (with the use of organic fertilizer — straw at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)

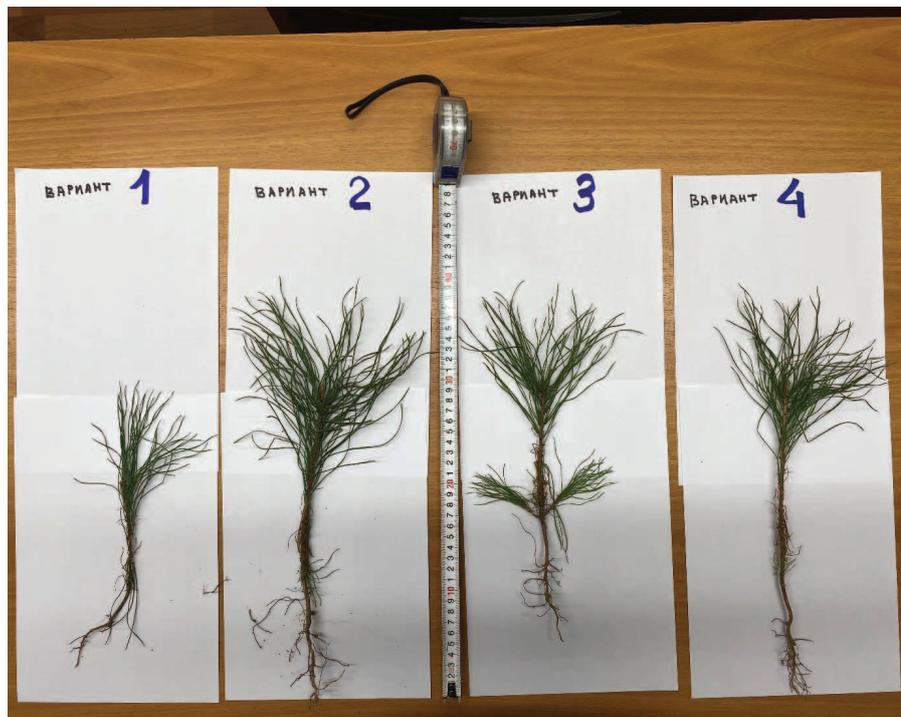


Рисунок 7. Вид сеянцев сосны европейской с корневой системой после трех лет производственных исследований (2025)
Figure 7. View of European pine seedlings with root system after three years of production research (2025)

позволяет получать органическую продукцию, которая набирает популярность в мире.

Использование органических удобрений позволяет за счет создания своеобразной воздушной подушки на поверхности в верхнем слое почвы избежать резкого иссушения почвы, что повышает стрессоустойчивость сеянцев сосны европейской.

Вышеизложенное производственное исследование по обоснованию норм и сроков внесения органических удобрений весьма актуально, и мы считаем, что их целесообразно в перспективе продолжить.

Список источников

1. Способы использования лузги гречихи посевной (обзор) / В.Н. Клинецвич, Е.А. Флюрик. Труды Белорусского ГТУ, 2020, серия 2, № 1, с. 68-81.
2. Odeta Pocienė & Rasa Šlinkšienė. Studies on the Possibilities of Processing Buckwheat Husks and Ash in the Pro-

duction of Environmentally Friendly Fertilizers, Agriculture, MDPI, 2022, vol. 12(2), pp. 1-16, January.

3. Безбородов Ю.Г. Орошение сельскохозяйственных культур в аридной зоне. Москва: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. 545 с.

4. Безбородов Ю.Г. Почвоохранная ресурсосберегающая технология бороздкового полива // Мелиорация и водное хозяйство. 1996. № 5-6. С. 20-22.

5. Безбородов Ю.Г. Оценка продуктивности мелиоративных агроландшафтов Жамбылской области / Ю.Г. Безбородов, Н.Н. Хожанов, Ж.С. Ауганбаева // Природообустройство. 2020. № 4. С. 22-27. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-22-27.

6. Культуртехническая мелиорация: учебное пособие для слушателей курсов повышения квалификации / Т.В. Папаскири, А.Г. Безбородов, Ю.Г. Безбородов, Е.П. Ананичева, А.Ю. Сошников, В.Н. Семочкин. Под ред. Папаскири Т.В. М.: ГУЗ, 2024. 156 с.

7. Управление лесным хозяйством: учебное пособие / Т.В. Папаскири, Т.А. Емельянова, А.Г. Безбородов,

Ю.Г. Безбородов, Е.Э. Желонкина, С.П. Замана, С.Ю. Концевая, О.Ю. Приходько, И.С. Федотов; под общ. ред. Т.В. Папаскири. М.: ГУЗ, 2024. 192 с.

8. Платонов Е.П., Оплетев А.С., Залесов С.В., Башегуров К.А. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению. М.: 2021. МГТУ им. Н.Э. Баумана.

9. Bezborodov A.G. Ameliorative Effect of Mulching Irrigated Sierozems with a Polyethylene Film // Eurasian Soil Science. 2000. Vol. 33, No. 7. P. 752-757.

10. Груздев В.С., Сулов С.В. Изменение состава и структуры компонентов ландшафтов лесной зоны в условиях техногенеза: монография. М.: ИНФРА-М, 2023. С. 90.

References

1. V.N. Klinevich, E.A. Flyurin (2020). *Sposoby ispol'zovaniya luzgi grechihy posevnoj (obzor)* [Methods of using buckwheat husk (review)]. Proceedings of the Belarusian State Technical University, no. 1, pp. 68-81.

2. Odeta Pocienė & Rasa Šlinkšienė (2022). Studies on the Possibilities of Processing Buckwheat Husks and Ash in the Production of Environmentally Friendly Fertilizers, Agriculture, MDPI, vol. 12(2), pp. 1-16.

3. Bezborodov YU. G. (2013). *Oroshenie sel'skhozajstvennykh kul'tur v aridnoj zone* [Irrigation of agricultural crops in the arid zone], Moscow, Russian Timiryazev State Agrarian University, 545 p.

4. Bezborodov YU. G. (1996). *Pochvoohrannaya resursoberegayushchaya tekhnologiya borozdkovogo poliva* [Soil conservation resource-saving technology of furrow irrigation]. *Melioraciya i vodnoe hozjajstvo*, no. 5-6, pp. 20-22.

5. Bezborodov YU. G. (2020). *Ocenka produktivnosti meliorativnykh agrolandshaftov Zhambylskoj oblasti* [Assessment of the productivity of melioration agrolandscapes of the Zhambyl region]. *Prirodoobustrojstvo*, no. 4, p. 22-27. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-22-27.

6. Papaskiri T.V. (2024). *Kul'turtekhnicheskaya melioraciya: uchebnoe posobie dlya slushatelej kursov povysheniya kvalifikacii* [Cultural and technical melioration: a tutorial for students of advanced training courses], Moscow, GUZ, 156 p.

7. Papaskiri T.V. (2024). *Upravlenie lesnym hozjajstvom: uchebnoe posobie* [Forestry management: textbook], Moscow, GUZ, 192 p.

8. Platonov E.P. (2021). *Puti sovershenstvovaniya mero-prijatij po kompensacionnomu lesvosstanovleniyu* [Ways to improve compensatory reforestation measures], Moscow, MGTU im. N.E. Bauman.

9. Bezborodov A.G. (2000). Ameliorative Effect of Mulching Irrigated Sierozems with a Polyethylene Film. Eurasian Soil Science, vol. 33, no. 7, pp. 752-757.

10. V.S. Gruzdev, S.V. Suslov (2023). *Izmenenie sostava i struktury komponentov landshaftov lesnoj zony v usloviyah tekhnogeneza: monografiya* [Changes in the composition and structure of the components of the landscapes of the forest zone in the conditions of technogenesis], Moscow, INFRA-M, 90 p.

Информация об авторах:

Сулов С.В., кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, Государственный университет по землеустройству.

Климов А.П., кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, физики и информатики, Государственный университет по землеустройству,

Безбородов А.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры продовольственной безопасности, Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса.

Безбородов Ю.Г., доктор технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева.

Information about authors:

S.V., Suslov, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of digital agriculture and landscape architecture, State University of Land Use Planning.

A.P. Klimov, candidate of technical sciences, associate professor of the department of higher mathematics, physics and computer science, State University of Land Use Planning.

A.G. Bezborodov, doctor of agricultural sciences, professor of the department of food security, Russian academy of personnel support for the agroindustrial complex.

Yu.G. Bezborodov, doctor of technical sciences, associate professor, acting head of the department of land management and forestry, Russian Timiryazev State Agrarian University.





Научная статья

УДК 632.51:633.11

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_476

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ КРИТИЧЕСКОГО ПЕРИОДА СОВМЕСТНОГО ПРОИЗРАСТАНИЯ СОРНЯКОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.С. Магомадов¹, З.П. Оказова^{1,2}, Л.А. Титова¹¹Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный, Россия²Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия

Аннотация. Цель — изучение возможности сокращения длительности критического периода совместного произрастания сорняков и растений кукурузы гибридов разных групп спелости в условиях степной зоны Чеченской Республики. Период проведения исследований — 2024 г. В опыте использованы среднепоздний гибрид кукурузы Краснодарский 425 МВ и позднеспелый гибрид кукурузы Краснодарский 507 АМВ. Изучена возможность применения регулятора роста природного происхождения — производного гуминовых веществ — Гумат+7 в концентрации 0,01% для предпосевной обработки семян. Данному способу отдано предпочтение на основе исследований, проведенных в 2023 г. в лесостепной зоне Чеченской Республики. Независимо от возделываемого гибрида кукурузы имеем место смешанный тип засоренности и достаточно высокая поражаемость вредителями и болезнями, и остро строит вопрос повышения конкурентоспособности культуры и сокращения критического периода вредоносности сорнополевой компоненты. Именно эту задачу и призвано решить использование в технологии возделывания кукурузы в условиях степной зоны Чеченской Республики регуляторов роста природного происхождения на основе гуминовых веществ — Гумат+7. Без предпосевной обработки семян среднепозднего гибрида кукурузы критический период совместного произрастания культурного и сорного компонентов ценоза — 30 дней с момента появления всходов. При использовании Гумат+7 (0,01%) для предпосевной обработки семян появилась возможность сокращения длительности данного периода до 24 дней. Критический период совместного произрастания сорняков и растений позднеспелого гибрида Краснодарский 507 АМВ — 32 дня. При использовании Гумат+7 в концентрации 0,01% для предпосевной обработки семян появилась возможность сокращения продолжительности критического периода вредоносности до 25 дней. При возделывании на зерно гибридов кукурузы разных групп спелости в целях сокращения длительности критического периода совместного произрастания сорных и культурных растений и как следствие, уменьшение общего количества вредных объектов необходима предпосевная обработка семян регулятором роста природного происхождения Гумат+7 в концентрации 0,01%.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, сорные растения, вредители, болезни, регулятор роста, гуминовые вещества, критический период вредоносности, урожайность, потери урожая

Original article

ASSESSMENT OF THE DURATION OF THE CRITICAL PERIOD OF CO-GROWING OF WEEDS AND MAIZE HYBRIDS IN THE STEPPE ZONE OF THE CHECHEN REPUBLIC

A.S. Magomadov¹, Z.P. Okazova^{1,2}, L.A. Titova¹¹Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny, Russia²Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia

Abstract. The goal is to study the possibility of reducing the critical period of co-growth of weeds and corn plants of hybrids of different ripeness groups in the steppe zone of the Chechen Republic. The research period is 2024. The experiment used a medium-late hybrid of corn Krasnodar 425 MV and a late-ripening hybrid of corn Krasnodar 507 AMV. The possibility of using a growth regulator of natural origin — a derivative of humic substances — Humat+7 in a concentration of 0.01% for pre-sowing seed treatment was studied. This method is preferred on the basis of studies conducted in 2023 in the forest-steppe zone of the Chechen Republic. Regardless of the cultivated maize hybrid, there is a mixed type of clogging and a fairly high incidence of pests and diseases, and the issue of increasing the competitiveness of the crop and reducing the critical period of harmfulness of the weed field component is acute. It is this task that is intended to solve the use of natural growth regulators based on humic substances — Gumat+7 — in the technology of cultivating corn in the steppe zone of the Chechen Republic. Without pre-sowing treatment of the seeds of the medium-late hybrid of corn, the critical period for the joint growth of the cultivated and weedy components of cenosis is 30 days from the date of emergence. When using Humat+7 (0.01%) for pre-sowing treatment of seeds, it became possible to reduce the duration of this period to 24 days. The critical period of co-growth of weeds and plants of the late-ripening hybrid Krasnodar 507 AMV is 32 days. When using Humat+7 at a concentration of 0.01% for pre-sowing seed treatment, it became possible to reduce the duration of the critical period of harmfulness to 25 days. When cultivating corn hybrids of different ripeness groups on grain, in order to reduce the critical period of joint growth of weeds and cultivated plants and, as a result, reduce the total number of harmful objects, pre-sowing treatment of seeds with the growth regulator of natural origin Humat+7 at a concentration of 0.01% is necessary.

Keywords: corn hybrids, weeds, pests, diseases, growth regulator, humic substances, critical period of harmfulness, yield, yield loss

Введение. Изучение роста и развития сортов и гибридов кукурузы отечественно селекции в различных зонах Российской Федерации и Северного Кавказа в частности — основная задача ученых-аграриев, это объясняется введенными в последние годы санкциями, которые распространились и на семенной материал [1, 3, 11].

Как одна из возможностей снижения пестицидной нагрузки рассматривается повышение конкурентоспособности полевых культур, в полной мере реализация их биологических возможно-

стей. В перспективе — это гарантия устойчивого импортозамещения как продуктов питания, так и сырья для перерабатывающей промышленности [2, 9, 12].

Один из путей повышения конкурентоспособности полевых культур — применение регуляторов роста растений, которых сегодня на российском рынке большое количество. При этом сельскохозяйственные товаропроизводители по праву отдают предпочтение регуляторам роста природного происхождения. Что

сегодня понимается под повышением конкурентоспособности культуры? Это устойчивость к болезням и вредителям, сокращение продолжительности периода от посева до всходов, повышение культуры земледелия, а значит и валовых сборов, повышение доступности элементов питания, находящихся в почве и т.д. [4, 7, 13].

При этом существует несколько способов использования регуляторов роста, в зависимости от конкретных условий, складывающихся в течение вегетационного периода: они могут



способствовать повышению эффективности агрохимикатов, а в определенных условиях можно и избежать использование некоторых из них, значительно снизив себестоимость производимой продукции и повысить ее экологичность [4, 10].

Цель исследования — изучение возможности сокращения длительности критического периода совместного произрастания сорняков и растений кукурузы гибридов разных групп спелости в условиях степной зоны Чеченской Республики.

Методы исследования. В работе использованы Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредности сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур. Заложено полевое опытное поле, где изучалась возможность сокращения длительности критического периода совместного произрастания культурного и сорного компонентов ценоза [5, 7, 8].

Время проведения модельного полевого опыта — вегетационный период кукурузы 2024 г. Для проведения опыта выбраны среднепоздний и позднеспелый гибриды кукурузы, районированные на территории Чеченской Республики: Краснодарский 425 МВ и Краснодарский 507 АМВ.

Для сокращения длительности критического периода совместного произрастания сорняков и растений рассматривалась предпосевная обработка семян кукурузы регулятором роста Гумат+7 (0,01%; 0,02%) для предпосевной обработки семян. Данному способу отдано предпочтение на основе исследований, проведенных в 2023 г. в лесостепной зоне Чеченской Республики

Возделывание кукурузы в модельном опыте — согласно общепринятой для зоны технологии, исключение составляют изучаемые приемы. Климатические условия периода проведения исследований практически не отличались от среднеоголетних — имели место эпизоды засухи в конце июля — начале августа и осадки ливневого характера в конце мая, начале июня, что характерно для степной зоны республики [6].

Видовой состав сорняков определялся предшественником кукурузы в опыте — картофель: для посадки картофеля наиболее характерными являются поздние яровые сорняковые растения (45,9%) (табл. 1-2).

Как видно из табл. 1, спектр вредных объектов в посевах среднепозднего гибрида кукурузы значителен, причина — более длительный в сравнении с ранее изученными раннеспелыми гибридами кукурузы вегетационным периодом. При этом необходимо отметить более низкий уровень поражаемости болезнями, что объясняется климатическими условиями зоны — меньшим количеством осадков и более высокими среднемесячными температурами (июль-август).

Применение Гумат+7 для предпосевной обработки семян позволило сократить видовой состав вредных объектов, что объясняется повышением конкурентоспособности растений кукурузы.

Как видно из табл. 2, спектр вредных объектов в посевах позднеспелого гибрида отличается сокращением видовой разнообразия вредных объектов. При этом картофель в качестве предшествующей культуры объясняет наличие

сорных растений семейства пасленовые, в частности — амброзии полыннолистной.

Использование регулятора роста Гумат+7 для предпосевной обработки семян позволяет также повысить конкурентоспособность гибрида и несколько сократить продолжительность вегетационного периода, что было весьма актуально — осенние дожди начались уже в конце октября, отмечалась высокая вероятность потерь урожая в связи с неблагоприятными погодными условиями.

Таким образом, в ходе анализа данных представленных в табл. 1 и 2, установлено, что независимо от возделываемого гибрида кукурузы имеем место смешанный тип засоренности и достаточно высокая поражаемость вредителями и болезнями, и остро стоит вопрос повышения конкурентоспособности культуры и сокращения критического периода вредности сорного компонента. Именно эту задачу и призвано решить использование в технологии возделывания кукурузы в условиях степной зоны Чеченской Республики регуляторов роста природного происхождения на основе гуминовых веществ — Гумат+7.

Результаты графического определения длительности критического периода совместного произрастания сорняков в посевах гибридов кукурузы разных групп спелости и предпосевной обработки семян культуры Гумат+7 для его сокращения показаны на рис. 1.

Как видно из рисунка 1, без предпосевной обработки семян среднепозднего гибрида кукурузы критический период совместного произрастания сорняков и кукурузы — 30 дней с момента появления всходов. Чтобы максимально

Таблица 1. Вредные объекты посева гибрида кукурузы Краснодарский 425 МВ (2024)
Table 1. Harmful objects of sowing a hybrid of corn Krasnodar 425 MV (2024)

Вредный объект	Варианты опыта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.I <i>Melandrium dioicum</i> (Mill.) / Дрема белая	-/x	x/-	x/-	-/x	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	x/-	-/x	x/x
<i>Plantago major</i> (L.) / Подорожник большой	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Rumex confertus</i> Willd./ Щавель конский	-/x	x/-	x/-	-/x	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
I.II <i>Galeopsis tetrahit</i> (L.) / Пикульник обыкновенный	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Matricaria discoidea</i> (L.) / Ромашка пахучая	-/-	x/-	-/-	x/-	-/x	-/-	x/-	-/-	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Chenopodium album</i> (L.) / Марь белая	-/-	-/x	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-	x/-
I.III <i>Stellaria media</i> (L.) / Звездчатка средняя	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Amaranthus</i> spp. / Виды щирицы	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) / Ежовник обыкновенный	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Setaria viridis</i> (L.) / Щетинник зеленый	-/x	-/x	x/-	-/x	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x
I.IV <i>Ambrosia</i> spp. / Виды Амброзии	-/x	x/-	-/x	-/x	-/x	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-	x/-
<i>Setaria pumila</i> (L.) / Щетинник сизый	-/x	-/x	-/x	x/-	-/x	-/-	-/x	x/-	-/x	x/-	x/-	x/-
<i>Abutilon theophrastii</i> Medik./ Канатник Теофраста	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/x	x/-	-/x	-/x	x/-
<i>Solanum nigrum</i> (L.) / Паслен черный	-/x	x/-	-/x	x/-	x/-	-/-	x/-	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-
I.V <i>Cirsium arvense</i> (L.) / Бодяк полевой	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x	x/-
<i>Sonchus arvensis</i> (L.) / Осот полевой	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	-/x	-/x	x/-
<i>Convolvulus arvensis</i> (L.) / Вьюнок полевой	x/-	-/x	-/x	x/-	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Coronilla varia</i> (L.) / Вязель разноцветный	-/x	-/x	-/x	x/-	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) / Свиной палец	x/-	-/x	-/x	-/x	x/-	-/-	-/x	-/x	-/x	-/x	x/-	-/x
I.VI <i>Sorghum halepense</i> (L.) / Джонсова трава	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-
<i>Asclepias syriaca</i> (L.) / Ваточник сирийский	-/x	x/-	-/x	x/-	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Loxostege sticticalis</i> / Луговой мотылек	x/-	-/-	-/x	x/-	x/-	-/-	-/x	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-
II. <i>Ostrinia nubilalis</i> / Мотылек кукурузный	-/x	x/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Heliothis armigera</i> / Хлопковая совка	-/x	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-
<i>Helminthosporium</i> / Гельминтоспориоз	-/x	x/-	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x	-/x
III. <i>Fusarium verticillioides</i> (Sacc.) Nirenberg / Фузариоз початков	x/-	-/x	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-
<i>Mycosarcoma maydis</i> / Пузырчатая головня	-/x	x/-	x/-	-/x	-/x	-/-	-/-	x/-	x/-	-/-	-/-	-/-

Примечание: со звездочкой — семена кукурузы, не обработанные перед посевом. Уход за посевом от начала фазы всходов, дней: 1- 10; 2 — 20; 3 — 30; 4 — 40; 5 — 50; 6 — посев чистый всю вегетацию; посев засорен от начала фазы всходов, дней: 7 — 10; 8 — 20; 9 — 30; 10 — 40; 11 — 50; 12 — засоренный всю вегетацию. I. — Сорняки; I.I. — Стержнекорневые; I.II. — Ранние яровые; I.III. — Зимующие; I.IV. — Поздние яровые; I.V. — Корнеотпрысковые; I.VI. — Корневищные; II. — Вредители; III. — Болезни.



сохранить урожай, необходимо либо проведение химической прополки, либо, с учетом степени засоренности — введение дополнительного агротехнического приема в технологию возделывания кукурузы.

При использовании Гумат+7 в концентрации 0,01% для предпосевной обработки семян появилась возможность сокращения продолжительности критического периода вредности до 24 дней, что позволит сократить количество меро-

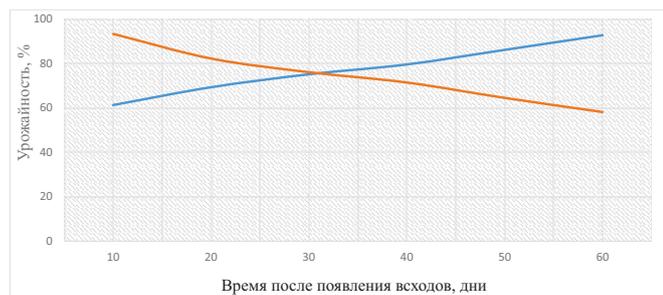
приятий по борьбе с сорными растениями в технологии возделывания кукурузы.

Также изучена возможность применения регуляторов роста на посевах позднеспелого гибрида кукурузы Краснодарский 507 AMB (рис. 2).

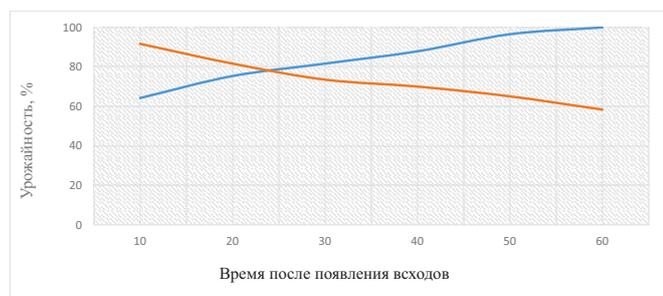
Таблица 2. Вредные объекты посева гибрида кукурузы Краснодарский 507 AMB (2024)
Table 2. Harmful objects of sowing of the hybrid corn Krasnodar 507 AMV (2024)

Вредный объект	Варианты опыта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.I <i>Melandrium dioicum</i> (Mill.) / Дрема белая	-/x	x/-	x/-	-/x	-/-	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-
<i>Plantago májor</i> (L.) / Подорожник большой	x/x	-/x	-/x	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Rumex confertus</i> Willd./ Щавель конский	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
I.II <i>Galeopsis tetrahit</i> (L.) / Пикульник обыкновенный	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Matricaria discoidea</i> (L.) / Ромашка пахучая	-/-	x/-	-/-	x/-	-/-	-/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	x/-
<i>Chenopodium album</i> (L.) / Марь белая	-/-	-/x	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-
I.III <i>Stellaria media</i> (L.) / Звездчатка средняя	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Amaranthus</i> spp. / Виды щирицы	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) / Ежовник обыкновенный	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Setaria viridis</i> (L.) / Щетинник зеленый	-/x	-/x	x/-	-/-	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x
I.IV <i>Ambrosia</i> spp. / Виды Амброзии	-/x	x/-	-/-	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-	x/-
<i>Setaria pumila</i> (L.) / Щетинник сизый	-/x	-/-	-/-	x/-	-/-	-/-	-/x	x/-	-/x	x/-	x/-	x/-
<i>Abutilon theophrastii</i> Medik.) / Канатник Теофраста	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	-/x	-/x	x/-
<i>Solanum nigrum</i> (L.) / Паслен черный	-/x	x/-	-/x	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-
I.V <i>Cirsium arvense</i> (L.) / Бодяк полевой	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/-	x/-	x/-	x/-	-/-	-/x	x/-
<i>Sonchus arvensis</i> (L.) / Осот полевой	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	-/-	-/-	x/-
<i>Convolvulus arvensis</i> (L.) / Вьюнок полевой	x/-	-/-	-/x	x/-	-/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Coronilla varia</i> (L.) / Вязель разноцветный	-/x	-/x	-/-	x/-	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	x/-	x/-	x/-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) / Свиной палец	x/-	-/x	-/x	-/-	x/-	-/-	-/x	-/x	-/x	-/x	x/-	-/x
I.VI <i>Sorghum halepense</i> (L.) / Джонсова трава	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-	x/-	-/x	x/-	-/-	x/-
<i>Asclepias syriaca</i> (L.) / Ваточник сирийский	-/-	x/-	-/x	x/-	-/-	-/-	x/-	x/-	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Loxostege sticticalis</i> / Луговой мотылек	x/-	-/-	-/x	x/-	x/-	-/-	-/x	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-
II. <i>Ostrinia nubilalis</i> / Мотылек кукурузный	-/x	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/x	x/-	x/-
<i>Heliothis armigera</i> / Хлопковая совка	-/-	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/x	x/-	-/x	x/-	-/-	x/-
<i>Helminthosporium</i> / Гельминтоспориоз	-/x	x/-	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	x/-	x/-	-/x	-/x	-/x
III. <i>Fusarium verticillioides</i> (Sacc.) Nirenberg / Фузариоз початков	x/-	-/-	x/-	-/x	-/x	x/-	x/-	x/-	-/-	x/-	-/-	x/-
<i>Mycosarcoma maydis</i> / Пузырчатая головня	-/x	x/-	x/-	-/x	-/-	-/-	-/-	x/-	x/-	-/-	-/-	-/-

Примечание: со звездочкой — семена кукурузы, не обработанные перед посевом. Уход за посевом от начала фазы всходов, дней: 1- 10; 2 — 20; 3 — 30; 4 — 40; 5 — 50; 6 — посев чистый всю вегетацию; посев засорен от начала фазы всходов, дней: 7 — 10; 8 — 20; 9 — 30; 10 — 40; 11 — 50; 12 — засоренный всю вегетацию. I. — Сорняки; I.I. — Стержнекорневые; I.II. — Ранние яровые; I.III. — Зимующие; I.IV. — Поздние яровые; I.V. — Корнеотпрысковые; I.VI. — Корневищные; II. — Вредители; III. — Болезни.

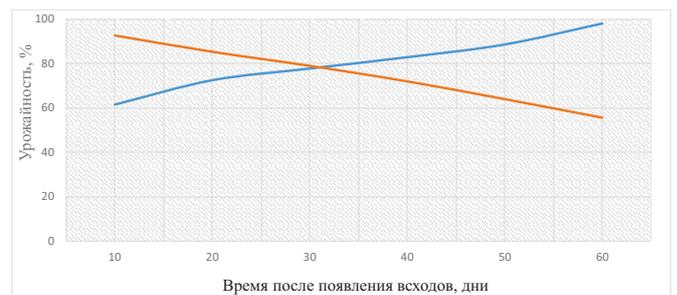


Без обработки

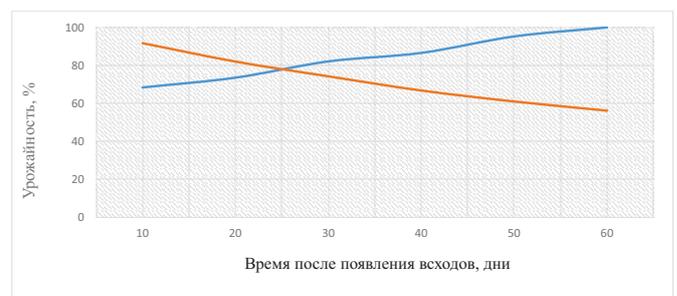


Предпосевная обработка семян

Рисунок 1. Критический период совместного произрастания сорняков и растений гибрида кукурузы Краснодарский 425 MB в степной зоне Чеченской Республики (2024 г.)
Figure 1. The critical period of joint growth of weeds and plants of the 425 MV Krasnodar corn hybrid in the steppe zone of the Chechen Republic (2024)



Без обработки



Предпосевная обработка семян

Рисунок 2. Критический период совместного произрастания сорняков и растений гибрида кукурузы Краснодарский 507 AMB в степной зоне Чеченской Республики (2024 г.)
Figure 2. Critical period of joint growth of weeds and plants of the Krasnodar 507 AMV hybrid corn in the steppe zone of the Chechen Republic (2024)



Как видно из рис. 2, критический период совместного произрастания сорных растений и растений кукурузы гибрида Краснодарский 507 АМВ без предпосевной обработки семян раствором регулятора роста растений Гумат+7 — 32 дня.

При использовании Гумат+7 в концентрации 0,01% для предпосевной обработки семян появилась возможность сокращения продолжительности критического периода вредности до 25 дней, что практически совпадает с продолжительностью критического периода вредности сорных растений при возделывании среднепозднего гибрида.

Можно сделать вывод о сокращении длительности критического периода совместного произрастания культурного и сорного компонентов агроценоза при условии предпосевной обработки семян гибридов кукурузы независим от группы спелости в условиях степной зоны Чеченской Республики. Это позволит значительно сократить количество вредных объектов в посевах, сократить количество используемых агрохимикатов, повысить уровень культуры земледелия в целом.

Область применения результатов. Результаты проведенных исследований могут быть внедрены в технологию возделывания кукурузы на зерно, с целью сокращения длительности критического периода совместного произрастания сорных и культурных растений, выбора оптимального в конкретных почвенно-климатических условиях для возделывания сорта или гибрида кукурузы, кроме того — это пример модельного полевого опыта, результаты которого достаточно информативны, есть возможность его проведения и на других полевых культурах в условиях Чеченской Республики.

Вывод. При возделывании на зерно гибридов кукурузы разных групп спелости в целях сокращения длительности критического периода совместного произрастания сорных и культурных растений (кукурузы в частности) и как следствие, общего количества вредных объектов наиболее целесообразна предпосевная обработка семян регулятором роста природного происхождения — производным гуминовых веществ Гумат+7 в концентрации 0,01%.

Список источников

- Багринцева, В.Н. Зависимость урожайности кукурузы от сорных растений / В.Н. Багринцева, С.В. Кузнецова, Е.И. Губа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 2(106). С. 82-91.
- Гаврюшина, И.В. Влияние условий выращивания на фитосанитарное состояние посевов кукурузы / И.В. Гаврюшина, С.А. Семина, С.М. Надеждин // Научная жизнь. 2020. Т. 15, № 9(109). С. 1215-1223.

Информация об авторах:

Магоматов Анди Султанович, доктор сельскохозяйственных наук, директор Агротехнологического института, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3614-0673>, magomadov-andi@mail.ru

Оказова Зарина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Чеченский государственный педагогический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Титова Лариса Анатольевна, Титова Лариса Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодовоовощеводства и виноградарства, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2180-6017>, larisa-titova-1976@mail.ru

Information about the authors:

Andi S. Magomadov, doctor of agricultural sciences, director of the Agrotechnological Institute, Chechen State University named after A.A. Kadyrov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3614-0673>, magomadov-andi@mail.ru

Zarina P. Okazova, doctor of agricultural sciences, professor of the department of ecology and life safety, Chechen State Pedagogical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Larisa A. Titova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of fruit and vegetable growing and viticulture, Chechen State University named after A.A. Kadyrov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2180-6017>, larisa-titova-1976@mail.ru

- Гаврюшина, И.В. Влияние агроприемов возделывания кукурузы на засоренность посевов и урожайность зерна / И.В. Гаврюшина, С.А. Семина // Сурский вестник. 2021. № 2(14). С. 30-36.

- Кушхабиев А.З. Научно обоснованная технология возделывания кукурузы / А.З. Кушхабиев, А.М. Кагермазов, А.В. Хачидогов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 1(87). С. 94-97.

- Накаева А.А. Критические периоды вредности сорных растений в посевах гибридов кукурузы разных групп спелости / А.А. Накаева, З.П. Оказова // Проблемы и перспективы разработки и внедрения передовых технологий в сельском хозяйстве: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Грозный, 2024. С. 86-90.

- Магоматов А.С. Разработка алгоритма создания региональных регистров агротехнологий Чеченской Республики / А.С. Магоматов, Н.Л. Адаев, А.Г. Амаева // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2022. Т. 69, № 4(49). С. 76-83.

- Оказова, З.П. Вредность сорнополового компонента в посевах кукурузы / З.П. Оказова, А.Г. Амаева, И.М. Ханиева [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 2(392). С. 197-199.

- Оказова З.П. Засоренность как фактор физиологического и фитопатологического благополучия посевов кукурузы / З.П. Оказова, А.Г. Амаева, А.П. Шутко // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2(398). С. 229-232.

- Папсуев А.В. Влияние гербицидов на засоренность и урожайность кукурузы на зерно // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 112-117.

- Патрикеев Е.С. Видовой состав сорных растений в посевах кукурузы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 6-2. С. 112-114.

- Полосина В.А. Засоренность посевов и почвы семенами сорняков при использовании нулевой обработки почвы / В.А. Полосина, О.А. Бекетова, В.К. Ивченко [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2023. № 2(71). С. 24-32.

- Семьнина Т.В. Особенности проявления вредных организмов в посевах кукурузы в условиях лесостепи Центрального Черноземья и меры борьбы с ними / Т.В. Семьнина, И.Н. Разумейко, Е.Н. Желтухин // Защита и карантин растений. 2024. № 6. С. 22-25.

- Сташкевич А.В. Компьютерная база данных для мониторинга сорных растений в посевах кукурузы / А.В. Сташкевич, С.А. Колесник, Н.С. Сташкевич [и др.] // Защита растений. 2020. № 44. С. 62-69.

References

- Bagrintseva, V.N., Kuznetsova, S.V., Guba, E.I. (2022). Zavisimost' urozhainosti kukuruzy ot sornykh rastenii [Dependence of corn yield on weeds]. *Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, no. 2 (106), pp. 82-91.
- Gavryushina I.V., Semina S.A., Nadezhkin S.M. (2020). Vliyaniye uslovii vyrashchivaniya na fitosanitarnoye sostoyaniye posevov kukuruzy [Influence of growing conditions on the phytosanitary state of corn crops]. *Scientific Life*, vol. 15, no. 9 (109), pp. 1215-1223.

- Gavryushina I.V., Semina S.A. (2021). Vliyaniye agropriemov vozdelvaniya kukuruzy na zasorennost' posevov i urozhainost' zerna [The Impact of Agricultural Practices of Corn Cultivation on Weed Infestation and Grain Yield]. *Surskiy Vestnik*, no. 2 (14), pp. 30-36.

- Kushkhabiev A.Z., Kagermazov A.M., Khachidogov A.V. (2019). Nauchno obosnovannaya tekhnologiya vozdelvaniya kukuruzy [Scientifically Based Technology of Corn Cultivation]. *Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, no. 1 (87), pp. 94-97.

- Nakaeva A.A., Okazova Z.P. (2024). Kriticheskie periody vrednosnosti sornykh rastenii v posevakh gibridov kukuruzy raznykh grupp spelosti [Critical periods of weed harmfulness in crops of corn hybrids of different maturity groups]. *Problems and prospects for the development and implementation of advanced technologies in agriculture: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Grozny*, pp. 86-90.

- Magomadov A.S., Adaev N.L., Amaeva A.G. (2022). Razrabotka algoritma sozdaniya regionalnykh registrov agrotekhnologii Chechenskoj Respubliki [Development of an algorithm for creating regional registers of agricultural technologies of the Chechen Republic]. *Electrical technologies and electrical equipment in the agro-industrial complex*, vol. 69, no. 4 (49), pp. 76-83.

- Okazova Z.P., Amaeva A.G., Khanieva I.M. (2023). Vrednosnost' sornopolevogo komponenta v posevakh kukuruzy [Harmfulness of the weed component in corn crops]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal*, no. 2 (392), pp. 197-199.

- Okazova Z.P., Amaeva A.G., Shutko A.P. (2024). Zaso-rennost' kak faktor fiziologicheskogo i fitopatologicheskogo blagopoluchiya posevov kukuruzy [Weed infestation as a factor in the physiological and phytopathological well-being of corn crops]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal*, no. 2 (398), pp. 229-232.

- Papsuev A.V. (2022). Vliyaniye gerbitsidov na zasorennost' i urozhainost' kukuruzy na zerno [The effect of herbicides on weed infestation and grain yield of corn]. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, No. 1, pp. 112-117.

- Patrikееv E.S. (2019). Vidovoy sostav sornykh rastenii v posevakh kukuruzy [Species composition of weeds in corn crops]. *International journal of humanitarian and natural sciences*, no. 6-2, pp. 112-114.

- Polosina V.A., Beketova O.A., Ivchenko V.K. (2023). Zaso-rennost' posevov i pochvy semenami sornykh pri ispol'zovanii nulevoj obrabotki pochvy [Weed infestation of crops and soil with weed seeds when using zero tillage]. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filipov*, no. 2 (71), pp. 24-32.

- Semykina T.V., Razuymeiko I.N., Zheltukhin E.N. (2024). Osobennosti proyavleniya vrednykh organizmov v posevakh kukuruzy v usloviyakh lesostepi Tsentral'nogo Chernozem'ya i mery bor'by s nimi [Features of the manifestation of harmful organisms in corn crops in the forest-steppe conditions of the Central Black Earth Region and measures to combat them]. *Plant protection and quarantine*, no. 6, pp. 22-25.

- Stashkevich A.V. (2020). Komp'yuternaya baza daniykh dlya monitoringa sornykh rastenii v posevakh kukuruzy [Computer database for monitoring weeds in corn crops]. *Plant protection*, no. 44, pp. 62-69.





Научная статья

УДК 6336: 631. 524. 85:551 (470.57)

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_480

СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР К ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ В БАШКОРТОСТАНЕ

К.Р. Исмагилов, Б.Р. Кулуев, Р.Р. Исмагилов

Уфимский исследовательский центр Российской академии наук,
Уфа, Россия

Аннотация. Цель исследования состояла в сравнительной количественной оценке адаптивности и стрессоустойчивости полевых культур к погодным и климатическим изменениям на территории Республики Башкортостан. Для исследования были использованы статистические данные урожайности полевых культур в 2009-2023 гг. в республике. Количественная оценка адаптивности и стрессоустойчивости полевых культур проведена по комплексу показателей (размах вариации урожайности, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, степень депрессии урожайности, коэффициент стрессоустойчивости, индекс экологической пластичности, коэффициент засушливости). Установлено значительное колебание (коэффициент вариации 22,5-35,8%) урожайности полевых культур (озимая рожь *Secale cereale* L., пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L., кукуруза *Zea mays* L., соя *Glycine max* (L.) Merr., рапс яровой *Brassica napus* L. ssp. *olifera* Metzg. и сахарная свекла *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* convar. *saccharifera* Alef.) по годам вследствие изменчивости погодных и климатических условий вегетации растений. Особенно резко отрицательно реагируют полевые культуры на стрессовые агроклиматические факторы в виде засухи. На территории Республики Башкортостан в 2010 г., 2012 г. и 2021 г. наблюдалась засуха и в эти годы формировалась минимальная урожайность практически у всех культур. Сравнительно высокой устойчивостью к стрессовым факторам и адаптивностью к изменениям погодно-климатических условий, в частности засухе, обладают озимая рожь (коэффициент стрессоустойчивости 0,67) и яровая пшеница (коэффициент стрессоустойчивости 0,72). Стрессоустойчивость кукурузы, сои и сахарной свеклы примерно одинаковая и ниже, чем озимой ржи и яровой пшеницы (коэффициент стрессоустойчивости 0,62-0,65). Сильно реагирует на стресс факторы, особенно на засуху, рапс яровой (коэффициент стрессоустойчивости 0,54). Для повышения стрессоустойчивости сои, кукурузы и рапса ярового необходимо создавать и подбирать сорта, адаптированные к местным климатическим условиям.

Ключевые слова: полевые культуры, урожайность, агроклиматические факторы, стрессоустойчивость, адаптивность

Original article

STRESS RESISTANCE AND ADAPTABILITY OF FIELD CROPS TO WEATHER AND CLIMATE CHANGES IN BASHKORTOSTAN

K.R. Ismagilov, B.R. Kuluev, R.R. Ismagilov

Ufa Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

Abstract. The purpose of the study was to compare the adaptability and stress resistance of field crops to weather and climate changes in the Republic of Bashkortostan. Statistical data on the yield of field crops in 2009-2023 in the republic were used for the study. Quantitative assessment of adaptability and stress resistance of field crops was carried out according to a set of indicators (range of yield variation, standard deviation, coefficient of variation, degree of yield depression, stress resistance coefficient, index of ecological plasticity, aridity coefficient). A significant fluctuation (coefficient of variation 22.5-35.8%) of the yield of field crops (winter rye *Secale cereale* L., spring soft wheat *Triticum aestivum* L., corn *Zea mays* L., soybeans *Glycine max* (L.) Merr., spring rapeseed *Brassica napus* L. ssp. *olifera* Metzg. and sugar beet *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* convar. *saccharifera* Alef.). In 2010, 2012 and 2021, drought was observed in the Republic of Bashkortostan and in these years the minimum yield was formed for almost all crops. In particular, winter rye (stress resistance coefficient 0.67) and spring wheat (stress resistance coefficient 0.72) have drought. The stress resistance of corn, soybeans and sugar beet is approximately the same and lower than that of winter rye and spring wheat (the stress resistance coefficient is 0.62-0.65). Spring rapeseed reacts strongly to stress factors, especially to drought (stress resistance coefficient 0.54). To increase the stress resistance of soybeans, corn and spring rapeseed, it is necessary to create and select varieties adapted to local climatic conditions.

Keywords: field crops, yield, agroclimatic factors, stress resistance, adaptability

Введение. Абиотические факторы оказывают значительное влияние на формирование урожая полевых культур и они подвержены изменчивости на территории и во времени. Основная доля колебания урожайности полевых культур вызвано изменением погоды и климата [1, 2]. По результатам исследования Л.К. Петрова [2] продуктивность сортов озимой пшеницы в основном зависит от погодных условий года, доля которых составляет 73%.

Особенно аномальные агроклиматические факторы такие как высокая или, наоборот, низкая температура, переувлажнения и сильные ветры вызывают резкое вариацию урожайности сельскохозяйственных культур [3]. Так, в 2021 году в Приволжском федеральном округе вследствие засухи урожайность зерновых культур снизилась на 9,6 ц/га по сравнению с 2020 годом, в том числе в Республике Татарстан — на 56,0%, в Оренбургской области — на 48,6%, в Ульяновской области — на 45,4%, в Чувашской Республике — на 39,6% и Республике Марий Эл — на 39,6%. Прямые потери

агропромышленного комплекса Республики Башкортостан вследствие засухи в этом году превысили 4 млрд рублей [4]. Стресс растений и снижение их продуктивности вызывает также сильная влажность. В условиях повышенной влажности воздуха уменьшается разница между влажностью внутри листа и окружающей среды, что приводит к снижению интенсивности испарения воды через устьица. Это может замедлить процессы фотосинтеза и дыхания. Высокая влажность затрудняет поступление некоторых минеральных веществ, таких как кальций и магний, так как они плохо растворяются в воде при низких температурах. Повышенная влажность создает благоприятную среду для развития патогенных грибов, таких как *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans* и другие. Эти грибы могут вызывать серьезные заболевания у растений, приводящие к их гибели [5].

Одним из направлений снижения отрицательного влияния неблагоприятных агроклиматических факторов на продуктивность растениеводства является возделывание стрес-

соустойчивых с широкой нормой реакции культур и их сортов [6]. Способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовать генетически детерминированные возможности сортов при отклонении условий их культивирования от нормы имеет большое значение для достижения максимальной продуктивности [7]. Подбор видов культур устойчивых отрицательно воздействию климатических факторов приобретает актуальность особенно в последние десятилетия в связи глобальным изменением климата. С глобальным изменением климата увеличивается частота и сила экстремальных погодных явлений, таких как засуха, ураганы, волны тепла и холодные фронты [8, 9]. На неблагоприятные воздействия растения развивают механизмы адаптации, позволяющие им выживать и продолжать рост и развитие даже в условиях стресса. Для того чтобы противостоять различным видам стресса, растения используют разнообразные физиологические, биохимические и молекулярные механизмы [10, 11].



Проведены многочисленные экспериментальные исследования адаптивности и стрессоустойчивости сортов сельскохозяйственных культур [12, 13, 14]. Этими исследованиями выявлены наиболее адаптированные к местным природным условиям сорта полевых культур, показано возможность снижения результатов неблагоприятного воздействия абиотических факторов и повышения устойчивости урожайности полевых культур благодаря селекционной работы. Однако практически отсутствуют результаты количественной оценки адаптивности и стрессоустойчивости видов полевых культур. В настоящее время устойчивость видов сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям характеризуется в основном качественными показателями, которые трудно поддаются формализации и статистической обработке. В то время для сравнительной оценки, выявления закономерностей и насколько сильно те или иные факторы влияют на стрессоустойчивость необходим количественный метод исследования. Выявление адаптивных возможностей растений необходимо в селекции, сортоиспытании и семеноводстве при разработке комплексных селекционно-агротехнических программ, для оптимизации размещения полевых культур на агроландшафте [6, 15, 16].

Цель исследования состояла в сравнительной количественной оценке стрессоустойчивости и адаптивности полевых культур к погодным и климатическим изменениям на территории Республики Башкортостан.

Материал и методы исследования. Нами проведена оценка стрессоустойчивости и адаптивности полевых культур, относящихся к разным группам по характеру использования и биологическим особенностям (озимая рожь *Secale cereale* L., пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L., кукуруза *Zea mays* L., соя *Glycine max* (L.) Merr., рапс яровой *Brassica napus* L. ssp. *olifera* Metzg. и сахарная свекла *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris convar. saccharifera* Alef.). Для исследования были использованы статистические данные урожайности указанных культур в 2009–2023 годы в Республике Башкортостан [17], данные по температуре воздуха и сумме осадков использовали из электронного ресурса [18]. На территории Республики Башкортостан климат резко континентальный, средняя температура января составляет от –14 до –17 °С, средняя температура июля — от 17 до 19 °С.

Провели измерение высоты растений мерной линейкой, индекс площади листьев LAI устройством CI-110 CID Bio-Science, содержание хлорофилла (CCI) в листьях прибором Arpogee MC-100.

Для количественной оценки адаптивности и стрессоустойчивости видов полевых культур по урожайности применяли комплекс показателей (размах урожайности, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, степень депрессии урожайности, коэффициент стрессоустойчивости, индекс экологической пластичности, коэффициент засушливости).

Размах вариации урожайности (V) вычисляли как разность минимальной (Y_{min}) и максимальной (Y_{max}) урожайности. Чем меньше показатель, тем выше стрессоустойчивость [19]. Среднеквадратическое отклонение определяли как квадратный корень из дисперсии урожайности. Эти два параметра (индекс стрессоустойчивости, среднеквадратическое отклонение) имеют абсолютную величину, поэтому недостаточно показательны для сравнительной оценки

стабильности и стрессоустойчивости полевых культур, имеющих значительное отличие в величине урожая.

Для сравнительной оценки использовали более репрезентативные показатели, имеющие относительную величину. Коэффициент вариации (V) представляет собой отношение стандартного отклонения к средней арифметической, выраженное в процентах. Рассчитали по общепринятой формуле:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \times 100,$$

где V — коэффициент вариации, %;
 S — среднее квадратическое отклонение урожайности, ц/га;
 \bar{X} — средняя арифметическая урожайность, ц/га.

Изменчивость признака считается незначительной, если коэффициент вариации не превышает 10%, средней — 10–30% и значительной — выше 30%.

Степень депрессии урожайности зерна (D) на неблагоприятные факторы рассчитали по формуле, рекомендованной А.И. Кинчаровым [20]:

$$D = \frac{Y_{min} - Y_{max}}{Y_{max}} \times 100,$$

где D — степень депрессии урожайности, %;
 Y_{min} — минимальная урожайность за годы испытания, ц/га;
 Y_{max} — максимальная урожайность за годы испытания, ц/га.

Коэффициент стрессоустойчивости ($Kст$) определяли по А.В. Быкову [21]:

$$Kст = \frac{\sum Y_{min} / N}{\sum Y_{max} / M},$$

где $Kст$ — коэффициент стрессоустойчивости;
 Y_{min} — сумма урожайностей, не превышающие среднюю урожайность за период наблюдений, ц/га;

Y_{max} — сумма урожайностей, превышающие среднюю урожайность за период наблюдений, т/га.

N — количество лет с урожайностью ниже среднепогодного показателя.

M — количество лет с урожайностью выше среднепогодного показателя.

Реакцию культуры на изменения внешних условий (коэффициент bi) оценивали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [22].

Коэффициента засушливости (Si) рассчитали по Д.А. Педя [23]. Для расчета коэффициента засушливости используются не сами значения температуры воздуха и осадков, а их аномалии, т.е. отклонения от обычных условий (норм), температуры воздуха и количества атмосферных осадков.

$$Si = \frac{\Delta T}{\sigma T} - \frac{\Delta R}{\sigma R},$$

где ΔT , ΔR — аномалии средней месячной температуры воздуха и месячного количества осадков;

σT , σR — средние квадратические отклонения температуры и осадков.

Результаты исследования и их обсуждение. Полевые культуры в Республике Башкортостан возделываются на площади около 3 млн га, в том числе озимая рожь в 2022 году возделывалась на площади 126,4 тыс. га, яровая пшеница — на 709,6, кукуруза на зерно — на 16,4, соя — на 8,9, рапс яровой — на 33,3 и сахарная свекла — на площади 44,4 тыс. га. В среднем за 2009–2023 годы урожайность озимой ржи составила 19,20 ц/га, яровой пшеницы — 18,85,

зерна кукурузы — 33,41, сои — 8,58, ярового рапса — 8,57 и сахарной свеклы — 289,06 ц/га. Урожайность данных полевых культур в республике подвержена значительному колебанию по годам, что в основном вызвано изменчивостью агроклиматических и погодных условий. Размах вариации урожайности озимой ржи в 2009–2023 годы составил 14,1 ц/га, яровой пшеницы — 19,6, зерна кукурузы — 38,3, сои — 8,2, ярового рапса — 11,8 и сахарной свеклы — 352,6 ц/га. Одним из показателей изменчивости урожайности является среднеквадратическое отклонение. Как показали исследования величина данного показателя также значительная и урожайность изучаемых культур неодинаково варьирует под по годам (табл. 1).

Для сравнительной оценки стабильности урожайности надежным показателем является коэффициент вариации (V). По величине данного коэффициента наибольшей устойчивостью по урожайности обладает озимая рожь ($V=27,8\%$) и, следовательно, адаптивностью к погодным и агроклиматическим изменениям (таблица 1). Сравнительно высокая адаптивность озимой ржи объясняется тем, что растение ржи имеет хорошо развитую корневую систему, которая проникает глубоко в почву, позволяя растению эффективно использовать влагу даже в условиях недостатка осадков. Кроме того, её листья имеют восковой налет, который снижает испарение воды, начинает вегетацию рано весной, что позволяет ей избежать некоторых стрессов, связанных с поздними весенними заморозками или летним дефицитом влаги [15]. Несколько меньше стабильностью урожайности имеет яровая пшеница ($V 27,8\%$). Самая низкая стабильность урожайности кукурузы ($V 30,5\%$) и ярового рапса ($V 35,8\%$). Расчет параметров экологической пластичности подтвердил сравнительно низкую экологическую пластичность и высокую адаптивность озимой ржи ($bi 0,63$) по сравнению с яровой пшеницей ($bi 0,77$), кукурузой ($bi 1,60$), соей ($bi 0,87$) и рапсом ($bi 1,13$).

Значительное колебание урожайности во многом вызвано резким снижением ее в годы с аномально сухой погодой и повышением в годы благоприятными по увлажненности. На территории Республики Башкортостан в 2010 г., 2012 г. и 2021 г. в течение всей вегетации полевых культур наблюдалась воздушная засуха и минимальная урожайность формировалась практически у всех культур в эти годы. Согласно градации коэффициента засушливости (Si) Д.А. Педя [23] в мае, июле и августе 2010 г. была средняя засуха (Si) соответственно, 2,19; 2,69 и 2,29), в июне — сильная засуха ($Si 3,10$). В 2012 г. в мае, июне и июле была слабая засуха и в 2021 г. в мае и августе была сильная и в июле — слабая засуха. В период 2000–2024 гг. в мае встречаемость засух составила 6 лет (24%), в июне — 8 (32%), в июле — 7 (28%) и в августе — 6 (24%) (табл. 2). Индекс условий среды также имел низкое значение в засушливом 2010 г. — 8,02, в 2012 — 6,72 и в 2021 г. — 2,54.

В вегетационный период 2000–2024 гг. наблюдалась также среднее и сильное избыточное увлажнение. В трех годах в мае (12%), в четырех годах в июне (16%), в трех годах в июле (12%) и в пяти годах в августе (20%).

Изучаемые культуры в по-разному реагировали на стрессовые погодные условия вегетации растений. Растения полевых культур реагировали на засуху изменением роста и развития растений. У всех культур уменьшилась высота,



индекс листа и содержание хлорофилла в листьях (табл. 3). В засушливом 2021 г. произошло ускоренное развитие растений. Во второй половине вегетации наступление фенологических фаз наблюдалось в зависимости от культуры на 12-14 дней раньше многолетних дат.

Интегральным показателем устойчивости полевой культуры к стрессовым факторам является ее урожайность. Высокую устойчивость к изменению погодных условий и стрессовым условиям проявила озимая рожь (табл. 4). Степень депрессии у озимой ржи среди изучаемых

культур составила минимальную величину (-53,4%), а коэффициент стрессоустойчивости сравнительно был высоким (0,67). Несколько выше была степень депрессии (-69,0) у яровой пшеницы и коэффициент стрессоустойчивости — самым высоким (0,72) по сравнению с другими культурами. сравнительно низкой стрессоустойчивостью обладают яровая рапс, соя и кукуруза, коэффициент стрессоустойчивости у этих культур составил 0,54, 0,61 и 0,62, соответственно. Относительно невысокая устойчивость и адаптивность этих культур объясняется тем,

что эти культуры сравнительно новые в растениеводстве республики и возделываемые их сорта созданы в иных природных условиях, отличающихся от условий на территории республики.

В частности, кукуруза сравнительно засухоустойчивая культура, но для формирования и созревания зерна кукурузы во многие годы на территории недостаточно тепла. Влаголюбивые растения сои и рапса резко отрицательно реагируют на засушливые условия континентального климата республики.

Выводы. Урожайность полевых культур (озимая рожь, пшеница мягкая яровая, кукуруза, соя, рапс яровой, сахарная свекла) на территории Республики Башкортостан подвержена значительному колебанию по годам вследствие изменчивости погодных и климатических условий вегетации растений. Резкое снижение урожайности происходит в годы с засушливой погодой. Сравнительно высокой адаптивностью к изменениям климата и устойчивостью стрессовым факторам, в частности, засухе обладают озимая рожь и яровая пшеница. Стрессоустойчивость кукурузы, сои и сахарной свеклы примерно одинаковая. Сильно реагирует на стресс факторы, особенно на засуху, рапс яровой. Для повышения стрессоустойчивости сои, кукурузы и рапса ярового необходимо создавать и подбирать сорта (гибриды), адаптированные к местным климатическим условиям.

Таблица 1. Изменчивость урожайности полевых культур в Республике Башкортостан (2009-2023 гг.)

Table 1. Variability of field crop yields in the Republic of Bashkortostan (2009-2023)

Культура	Урожайность, ц/га				Среднеквадратическое отклонение урожайности, ц/га	Коэффициент вариации урожайности (V), %
	У _{min}	У _{max}	средняя	размах		
Озимая рожь	12,3	26,4	19,20	-14,1	4,31	22,5
Яровая пшеница	8,8	28,4	18,85	-19,6	4,51	27,8
Кукуруза	15,4	53,7	33,41	-38,3	10,18	30,5
Соя	4,1	12,3	8,58	-8,2	2,48	28,8
Рапс	3,3	15,1	8,57	-11,8	3,07	35,8
Сахарная свекла	97,6	450,2	289,0	-352,6	81,45	28,2

Таблица 2. Встречаемость воздушных засух в 2000-2024 гг. на территории Башкортостана

Table 2. Occurrence of air droughts in 2000-2024 in Bashkortostan

Засушливость	Май		Июнь		Июль		Август	
	число лет	%						
Слабая засуха	2	8	4	16	6	24	2	8
Средняя засуха	3	12	3	12	1	4	3	12
Сильная засуха	1	4	1	4	0	0	1	4
Всего засушливых лет	6	24	8	32	7	28	6	24
Нормальные условия увлажнения	13	52	11	44	11	44	13	52
Слабое избыточное увлажнение	3	12	2	8	4	16	1	4
Среднее избыточное увлажнение	2	8	2	8	2	8	3	12
Сильное избыточное увлажнение	1	4	2	8	1	4	2	8
Всего увлажненных лет	6	24	6	24	5	28	6	24

Таблица 3. Высота, индекс листа, содержания хлорофилла в листьях полевых культур в засушливом 2021 году и нормально увлажненном 2022 г.

Table 3. Plant height, leaf index and chlorophyll content in the leaves of field crops in dry 2021 and normally moist 2022

Культура (фенологическая фаза)	Высота растений, см		Индекс листа (LAI)		Индекс содержания хлорофилла в листьях (CCI)	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Озимая рожь (колошение)	107	125	1,5	1,6	27,31	31,1
Яровая пшеница (колошение)	52	68	1,4	1,5	32,4	35,9
Кукуруза (цветение метелки)	168	182	1,5	1,7	31,1	34,2
Соя (бутонизация)	34	47	1,2	1,3	30,3	32,7
Рапс (бутонизация)	39	54	1,1	1,3	27,6	30,8
Сахарная свекла (смыкание рядков)	-	-	1,2	1,4	32,7	33,6

Таблица 4. Показатели стрессоустойчивости полевых культур

Table 4. Indicators of stress resistance of field crops

Культура	Урожайность в 2010 году	Степень депрессии, %	Коэффициент стрессоустойчивости
Озимая рожь	12,3	-53,4	0,67
Яровая пшеница	8,8	-69,0	0,72
Кукуруза	15,4	-71,3	0,62
Соя	7,8	-66,7	0,61
Рапс	3,6	-78,1	0,54
Сахарная свекла	97,6	-78,3	0,65

Список источников

- Барковская Т.А., Гладышева О.В. Адаптивные свойства и экологическая пластичность перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. 25(1). С. 35-42. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.35-42>.
- Петров Л.К. Оценка урожайности, экологической стабильности пластичности сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 6-9. DOI: 10.31857/S2500262720030023.
- Урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи степной зоны южного Урала / Н.А. Максютов, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, Н.А. Зенкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5(79). С. 20-23.
- В Башкортостане в 2021 году урожайность зерновых снизилась на 38% [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rus.bashgazet.ru/jekonomika/16820-v-bashkortostane-v-2021-godu-urozhajnost-zernovyh-snizilasna38.html> (дата обращения: 10.12.2024).
- Игнатов А.Н. Влияние глобальных изменений климата на фитопатогены и развитие болезней растений / А.Н. Игнатов, Е.И. Кошкин, И.В. Андреева, Г.Г. Гусейнов, К.Г. Гусейнов, Ф.С. У. Джалилов // Агрохимия. 2020. № 12. С. 81-96. DOI: 10.31857/S0002188120120042. EDN LSQEPX.
- Жученко А.А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Институт экологической генетики. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
- Water-Stressed Plants Do Not Cool: Leaf Surface Temperature of Living Wall Plants under Drought Stress / M. Gräf, M. Immitzer, P. Hietz, R. Stangl // Sustainability. 2021. Vol. 13, No. 7. P. 3910. DOI: 10.3390/su13073910.
- Carvalho D., Cardoso Pereira S., Rocha A. Future surface temperature changes for the Iberian Peninsula according to EURO-CORDEX climate projections // Climate Dynamics. 2021. Vol. 56, No. 1. P. 123-138. DOI: 10.1007/s00382-020-05472-3.
- Васильев А.А. Анализ агроклиматических условий Уральского региона за период с 1966-го по 2020 годы и перспективный прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года / А.А. Васильев, Д.Ю. Нохрин, Ф.М. Гасымов, Н.В. Глаз // АПК России. 2022. Т. 29, № 2. С. 139-147. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-139-147.
- Genetics of yield, abiotic stress tolerance and biofortification in wheat (*Triticum aestivum* L.) / P.K. Gupta, H.S. Balyan, S. Sharma, R. Kumar // Theoretical and Applied



Genetics TAG. 2020. Vol. 133, No. 5. P. 1569-1602. DOI: 10.1007/s00122-020-03583-3.

11. Заикина Е.А., Исмагилов К.Р., Кулуев Б.Р. Поиск SNP-маркеров стрессоустойчивости в генах TaDREB1 и TaWRKY19 мягкой пшеницы в условиях Предуральной степной зоны // Экологическая генетика. 2022. Т. 20, № 3. С. 183-192. DOI: 10.17816/ecogen106945.

12. Мадьякин Е.В., Горянин О.И. Адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2022. № 8. С. 16-19. DOI: 10.28983/asj.y2022i8pp16-19.

13. Горянина Т.А. Сравнительная оценка сортов озимой тритикале по адаптивной способности и стабильности // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 1. С. 37-41. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10107.

14. Зобнина Н.Л., Масленина Н.В. Адаптивная способность сортов озимой тритикале в условиях Среднего Урала // АПК России. 2023. Т. 30, № 2. С. 164-169. DOI: 10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-2-164-169.

15. Жученко А.А. Потенциальная продуктивность и экологическая устойчивость ржи // Аграрно-экологическая политика России. 2012. № 2. С. 19-24.

16. Исмагилов К.Р., Каюмова Р.Р. Стабильность и экологическая пластичность озимых зерновых культур в Республике Башкортостан // Аграрная наука. 2024. № 3. С. 114-118. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118.

17. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <http://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 10.12.2024).

18. Температура воздуха и осадки по месяцам и годам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php?ysclid=m50z0cy233332803400> (дата обращения: 12.11.2024).

19. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment // Crop Science. 1981. 21(6). P. 943-946. DOI: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x

20. Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата / А.И. Кинчаров, Е.А. Демина, М.Н. Кинчарова, Т.Ю. Таранова, О.С. Муллаянова, К.Ю. Чекумасова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183, № 4. С. 39-47. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-39-47.

21. Быков А.В. Морфо-биологические особенности и агроклиматический потенциал урожайности сортов Beta vulgaris L., var. Conditiva alef. в Западной Сибири // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 7-2(61). С. 59-62. DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.020.

22. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability Parameters for Comparing Varieties // Crop Science. 1966. 6(1). P. 36-40.

23. Педь Д.А. О показателях засухи и избыточного увлажнения // Труды Гидрометцентра СССР. 1975. Вып. 156. С. 19-39.

References

1. Barkovskaya T.A. & Gladysheva O.V. (2024). *Adaptivnye svoystva i ehkologicheskaya plastichnost' perspektivnykh linii yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya Rossii* [Adaptive properties and ecological plasticity of promising lines of spring soft wheat in the

conditions of the Central Non-Black Earth region of Russia]. *Agramaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, no. 25(1), pp. 35-42. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.35-42>.

2. Petrov L.K. (2020). *Otsenka urozhainosti, ehkologicheskoi stabil'nosti plastichnosti sortov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Nizhegorodskoi oblasti* [Assessment of yield, ecological stability of plasticity of winter wheat varieties in the conditions of the Nizhny Novgorod region]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*, no. 3, pp. 6-9. DOI: 10.31857/S2500262720030023.

3. Maksyutov N.A., Zorov A.A., Skorokhodov V. YU., Mitrofanov D.V., Kaftan YU. V., & Zenkova N.A. (2019). *Urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh zasukhi stepnoi zony yuzhnogo Urala* [Crop yield in drought conditions of the steppe zone of the southern Urals]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 5(79), pp. 20-23.

4. *V Bashkortostane v 2021 godu urozhainost' zernovykh snizilas' na 38%* [In Bashkortostan in 2021, grain yields decreased by 38%]. Available at: <http://rus.bashgazet.ru/jekonomika/16820-v-bashkortostane-v-2021-godu-urozhainost-zernovykh-snizilasna38.html> (accessed: 10.12.2024).

5. Ignatov A.N., Koshkin E.I., Andreeva I.V., Guseinov G.G., Guseinov K.G., Dzhailov F.S.U. (2020). *Vliyaniye global'nykh izmeneniy klimata na fitopatogeny i razvitiye boleznei rastenii* [The impact of global climate change on phytopathogens and the development of plant diseases]. *Agrokhimiya*, no. 12, pp. 81-96. DOI: 10.31857/S0002188120120042.

6. Zhuchenko A.A. (1990). *Adaptivnoye rasteniyevodstvo: ehkologo-geneticheskie osnovy* [Adaptive Crop Production: Ecological and Genetic Foundations]. Academy of Sciences of the Soviet Socialist Republic of Moldova. Institute of Environmental Genetics, *Chisinau*.

7. Gráf, M., Immitzer, M., Hietz, P. & Stangl, R. (2021). *Water-Stressed Plants Do Not Cool: Leaf Surface Temperature of Living Wall Plants under Drought Stress. Sustainability*, vol. 13, no. 7, pp. 3910. DOI: 10.3390/su13073910.

8. Carvalho, D., Cardoso Pereira, S. & Rocha, A. (2021). *Future surface temperature changes for the Iberian Peninsula according to EURO-CORDEX climate projections. Climate Dynamics*, vol. 56, no. 1, pp. 123-138. DOI: 10.1007/s00382-020-05472-3.

9. Vasil'ev, A.A., Nokhrin, D.YU., Gasmov, F.M. & Glaz, N.V. (2022). *Analiz agroklimaticheskikh uslovii Ural'skogo regiona za period s 1966-go po 2020 god i perspektivnyy prognos izmeneniya srednegodovoi temperatury do 2050 goda* [Analysis of agroclimatic conditions of the Ural region for the period from 1966 to 2020 and a long-term forecast of changes in the average annual temperature until 2050]. *APK Rossii*, vol. 29, no. 2, pp.139-147. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-139-147.

10. Gupta, P.K., Balyan, H.S., Sharma, S. & Kumar, R. (2022). *Genetics of yield, abiotic stress tolerance and biofortification in wheat (Triticum aestivum L.). Theoretical and Applied Genetics TAG*, vol. 133, no. 5, pp. 1569-1602. DOI: 10.1007/s00122-020-03583-3.

11. Zaikina E.A., Ismagilov K.R. & Kuluev B.R. (2022). *Poisk SNP-markerov stressoustoichivosti v genakh TaDREB1 i TaWRKY19 myagkoi pshenitsy v usloviyakh Predural'skoi stepnoi zony* [Search for SNP markers of stress resistance in the

TaDREB1 and TaWRKY19 genes of bread wheat in the conditions of the Pre-Ural steppe zone]. *Ehkologicheskaya genetika*, vol. 20, no. 3, pp. 183-192. DOI: 10.17816/ecogen106945.

12. Madyagin E.V. & Goryanin O.I. (2022). *Adaptivnost' sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v Povolzhe* [Adaptability of winter soft wheat varieties in the Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, no. 8, pp. 16-19. DOI: 10.28983/asj.y2022i8pp16-19.

13. Goryanina T.A. (2020). *Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoi tritikale po adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti* [Comparative assessment of winter triticale varieties in terms of adaptive capacity and stability]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, vol. 34, no. 1, pp. 37-41. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10107.

14. Zobnina N.L. & Maslenina N.V. (2023). *Adaptivnaya sposobnost' sortov ozimoi tritikale v usloviyakh Srednego Urala* [Adaptive Ability of Winter Triticale Varieties in the Middle Urals]. *APK Rossii*, vol. 30, no. 2, pp. 164-169. DOI: 10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-2-164-169.

15. Zhuchenko A.A. (2012). *Potentsial'naya produktivnost' i ehkologicheskaya ustoychivost' rzhii* [Potential productivity and environmental sustainability of rye]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, no. 2, pp.19-24.

16. Ismagilov K.R. & Kayumova R.R. (2024). *Stabil'nost' i ehkologicheskaya plastichnost' ozimyykh zernovykh kul'tur v Respublike Bashkortostan* [Stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan]. *Agrarnaya nauka*, no. 3, pp. 114-118. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118.

17. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (accessed: 10.12.2024).

18. *Temperatura vozdukh i osadki po mesyatsam i godam* [Air temperature and precipitation by months and years]. Available at: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php?ysclid=m50z0cy23332803400> (accessed: 12.11.2024).

19. Rosielle A.A. & Hamblin J. (1981). *Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science*, vol. 21(6), pp. 943-946. DOI: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x.

20. Kincharov A.I., Demina E.A., Kincharova M.N., Taranova T. YU., Mullayanova O.S. & Chekmasova K. YU. (2022). *Metodika otsenki agroehkologicheskoi adaptirovannosti genotipov v usloviyakh global'nogo potepeleniya klimata* [Methodology for assessing agroecological adaptation of genotypes in the context of global warming]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, vol. 183, no. 4, pp. 39-47. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-39-47.

21. Bykov A.V. (2017). *Morfo-biologicheskie osobennosti i agroklimaticheskii potentsial urozhainosti sortov Beta vulgaris L., var. Conditiva alef. v Zapadnoi Sibiri* [Morpho-biological features and agroclimatic yield potential of Beta vulgaris L., var. Conditiva alef. in Western Siberia]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, no. 7-2(61), pp. 59-62. DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.020.

22. Eberhart S.A. & Russel W.A. (1966). *Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Science*, no. 6(1), pp. 36-40.

23. Ped' D. A. (1975). *O pokazatelyakh zasukhi i izbytochnogo uvlazhneniya* [On Drought and Excessive Wetting Indicators]. *Trudy Gidrometsentra SSSR*, vol. 156, pp. 19-39.

Информация об авторах:

Исмагилов Камиль Рафаэлевич, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0212-116x>, ismagilovkr@gmail.com

Кулуев Булат Разяпович, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией, Институт биохимии и генетики — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1564-164X>, kuluev@bk.ru

Исмагилов Рафаэль Ришатович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, опытная станция Уфимская — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-4769-7031>, ismagilovr_bsau@mail.ru

Information about the authors:

Kamil R. Ismagilov, candidate of economic sciences, professor, leading researcher, Bashkir Research Institute of Agriculture, Separate Structural Unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0212-116x>, ismagilovkr@gmail.com

Bulat R. Kuluev, doctor of biological sciences, professor, head of laboratory, Institute of Biochemistry and Genetics, separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1564-164X>, kuluev@bk.ru

Rafael R. Ismagilov, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, Ufimskaya experimental station Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-4769-7031>, ismagilovr_bsau@mail.ru





Научная статья

УДК 633.1:631.5 (571.53)

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_484

НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ПОДХОДЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РИСКОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Н.Н. Жиркова¹, С.А. Павлова¹, Е.С. Пестерева^{1,2}, Г.Е. Захарова¹,¹Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия²Арктический государственный агротехнологический университет, Октэмцы, Россия

Аннотация. В статье представлены научно-обоснованные подходы к кормопроизводству в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия) с акцентом на влияние климатических факторов, таких как резкие температурные колебания и короткий вегетационный период, на традиционные методы сельского хозяйства. Это подчеркивает необходимость внедрения современных технологий, включая точное земледелие и генетически модифицированные культуры. В 2024 г. на площади 50,9 га были посеяны сорго-суданский гибрид, овес и смешанные посевы. Погодные условия были остро засушливыми: среднесуточная температура в мае составила +9,1 °С, в июне — +19,3 °С, осадки в мае — всего 7,3 мм. В результате исследования, сорго-суданский гибрид достиг высоты 120 см и урожайности 17,4 т/га, овес — 70 см и 10,0 т/га, вика — 12,3 т/га, горох — 14,0 т/га. Применение биологического консерванта Bonselage способствовало снижению потерь питательных веществ, в результате было заготовлено 530 тонн силоса с качеством: массовая доля протеина — 30,37%, сырой клетчатки — 24,05%, pH — 4,5. Внедрение технологий увеличило удой молока с 2800 до 3787 литров в год (рост 35%). Таким образом, результаты подтверждают эффективность научно-обоснованных методов кормопроизводства и современные технологии, что улучшает качество кормов и повышает продуктивность животных в условиях рискованного земледелия Республики Саха.

Ключевые слова: сорго-суданский гибрид, продуктивность, переваримый протеин, зеленая масса, кормовая единица, смешанные посевы, сочные корма, силос, сенаж

Original article

SCIENTIFICALLY BASED APPROACHES TO FEED PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF RISKY AGRICULTURE IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

N.N. Zhirkova¹, S.A. Pavlova¹, E.S. Pestereva^{1,2}, G.E. Zakharova¹,¹Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov,
Yakutsk, Russia²Arctic State Agrotechnological University, Otkemtsy, Russia

Abstract. The article presents scientifically grounded approaches to feed production in the context of risky agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia), with a focus on the impact of climatic factors such as extreme temperature fluctuations and a short growing season on traditional agricultural methods. This highlights the necessity of implementing modern technologies, including precision farming and genetically modified crops. In 2024, a total area of 50.9 hectares was sown with sorghum-sudan grass hybrids, oats, and mixed crops. The climatic conditions were characterized as severely drought-prone, with an average daily temperature of +9.1 °C in May and +19.3 °C in June, while precipitation in May was only 7.3 mm. According to the results, the sorghum-sudan grass hybrid reached a height of 120 cm with a yield of 17.4 tons/ha; oats reached 70 cm with a yield of 10.0 tons/ha; vetch yielded 12.3 tons/ha; and peas yielded 14.0 tons/ha. The application of the biological preservative Bonselage contributed to a reduction in nutrient losses, resulting in the harvesting of 530 tons of silage with quality parameters including a protein content of 30.37%, crude fiber of 24.05%, and a pH of 4.5. The implementation of these technologies increased milk yield from 2800 to 3787 liters per cow per year (a 35% increase). Thus, the results confirm the effectiveness of scientifically grounded methods of feed production and the use of modern technologies, which improve the quality of forages and enhance livestock productivity under the conditions of risky agriculture in the Republic of Sakha.

Keywords: sorghum-sudan grass hybrid, productivity, digestible protein, green mass, feed unit, mixed crops, juicy feeds, silage, haylage

Введение. Научно обоснованные подходы к кормопроизводству в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия) обусловлены множеством климатических и экосистемных факторов, таких как резкие температурные колебания, короткий вегетационный период и ограниченные земельные ресурсы. Эти условия делают традиционные методы сельского хозяйства неэффективными. Важность инновационных подходов к производству кормов становится особенно заметной в условиях глобального изменения климата [1,2]. Их внедрение улучшает качество кормов и способствует продовольственной безопасности региона, что важно для его экономического развития и жизненных условий местного населения, особенно в удаленных районах. Кормопроизводство является приоритетной отраслью сельского хозяйства Якутии, так как оно закладывает основу

для развития животноводства и коневодства [2]. Устойчивое развитие данного сектора включает создание прочной кормовой базы и организацию сбалансированного кормления, особенно с учетом потребности животных в растительном белке. Это необходимо для полной реализации биологического потенциала продуктивности и долгожительства животных [3].

В целях реализации Закона Республики Саха (Якутия) от 26 апреля 2016 г. № 1619-3 № 791-V «О развитии сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия)» и государственной программы Республики Саха (Якутия) «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2023-2027 годы», утвержденной постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 18 июля 2022 г. № 447. В целях расширения масштабов реализации подпрограммы «Развитие

кормопроизводства» с участием муниципальных районов Республики Саха (Якутия), направленной на значительный рост объема возделывания кормовых культур, заготовки силоса и сенажа (приказ № 66 от 07 февраля 2017 г.) [4].

Статья написана во исполнение соглашения о предоставлении гранта № П-8-ЯНИИСХ от 16.09.2024 по реализации проекта «Биотехнология глубокой переработки уникального северного, экологически чистого, воспроизводимого биосырья» НОЦ «Север» территория устойчивого развития.

Цель исследования — разработать и обосновать эффективные подходы к кормопроизводству в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия), направленные на улучшение качества и продуктивности однолетних кормовых культур, а также обеспечение устойчивого развития животноводства на



примере хозяйства «ИП ГКФХ Попова Н.И.» с. Бетюнцы Намского улуса.

Задачи исследования:

- провести агрохимический анализ почвы на участках «Сайылык» и «Аллараа бааына» для определения содержания питательных веществ и их влияния на урожайность кормовых культур;
- провести анализ влияния климатических факторов на рост и развитие однолетних кормовых культур в местности с. Бетюнь Намского улуса;
- исследовать методы заготовки силоса и сенажа с использованием современных средств и добавок для повышения качества кормов;
- оценить химический состав и питательную ценность полученных кормов, с целью определения их соответствия современным требованиям животноводства в местности с. Бетюнь Намского улуса;
- рассчитать питательную ценность кормов (валовая, обменная энергия, кормовая единица, переваримый протеин) с участков «Сайылык», «Аллараа бааына» в местности с. Бетюнь Намского улуса.

Объект исследования — однолетние кормовые культуры в производственных посевах при заготовке различных видов кормов.

Научная новизна — научно-обоснованные подходы к кормопроизводству в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия) являются важным шагом к улучшению агроэкономической ситуации в регионе. Оптимальное сочетание сенокосов, пастбищ и пахотных угодий, а также обогащение посевов кормовых культур с различными сроками созревания создают устойчивую и разнообразную кормовую базу. Современные технологии интенсивного кормопроизводства позволяют значительно увеличить заготовку сочных и грубых кормов, что улучшает рацион питания скота и целенаправленно влияет на продуктивность удоя молока с одной коровы.

Методика исследований. В 2024 г. проведено внедрение научно-обоснованных подходов кормопроизводства в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия) на примере хозяйства «ИП ГКФХ Попова Н.И.» с. Бетюнцы Намского улуса. Мероприятия по возделыванию кормовых культур были реализованы и выполнены в соответствии с Государственному заданию FWRS 2024-0026 и системой ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) за период с 2021 г. по 2025 г. [5]. Наблюдения и учеты проводились в соответствии с методическими рекомендациями ВНИИ кормов [6,7,8]. Химический состав кормов (сырая клетчатка, сырой жир, сырая зола и др.) проведен с использованием оборудования (анализатор ИК Spectra Star 2200) на базе ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН и гранта № П-8-ЯНИИСХ от 16.09.2024 г. Статистическая обработка данных проводилась с применением дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [9]. Метеорологические условия, в которых проводилась исследования, были взяты из данных Намской АГМС.

Взяты почвенные пробы на агрохимический анализ: (гумус по Тюрину) (модификация ЦИНАО) ГОСТ 26213-84, подвижный фосфор по ГОСТу 26209-89, обменный калий по ГОСТу 26208-84, рН — кислотность почвы потенциометрически по ГОСТу 26423-85. Анализы химического состава трав проведены; общий азот по Кьелдалю, сырая клетчатка по ГОСТу 3102.7-83, сырая зола — сухим озолением, сырой жир по ГОСТу 13496.15-85, фосфор по ГОСТу 26657-97.

Почвы участков представлены — мерзлотными пойменно-дерновыми. Основная обработка почвы началась с зяблевой осенней вспашки. Обработка почвы проведена по принятой технологии рекомендованной зональной системой

земледелия Якутии (2021). Непосредственно на месте были проведены обследования полей и составлен план посева кормовых и перспективных культур для заготовки силоса, рассчитана потребность семян. На участках общей площадью 50,9 га были высеваны четыре культуры: сорго суданковый гибрид «Навигатор», овес сорт Ровесник в чистом виде, смешанные посевы овса + вики яровой сорт Приобская 25, овса + гороха посевной сорт Ямальский. Использовался рядовой способ посева с междурядьем 15 см для овса и викоовсяной, гороховоовсяной смесей и 30 см для сорго-суданкового гибрида. Нормы высева семян составили: сорго-суданковый гибрид — 40 кг/га в чистом виде, овес — 200 кг/га в чистом виде и 150 кг/га в смеси, вики яровая — 120 кг/га в смеси, горох посевной — 70 кг/га в смеси. Заделка семян проводилась на глубину 5-8 см. Проводили полив установкой ДДН-10 четырехкратно с нормой 450-500 м³/га за вегетационный период в основные фазы роста и развития кормовых культур. Предшественник — чистый пар.

Результаты исследований. Полевые работы начались с закрытия влаги в почве в первую декаду мая (в два следа). Это агротехническое мероприятие является обязательным для поддержания высокого качества последующих работ. Без рыхления бесструктурные запылающие почвы Якутии твердеют при высыхании, что делает поверхность пашни глыбистой и местами не взрыхленной. Поэтому закрытие влаги с прикатыванием на всей площади является необходимым приемом. После закрытия влаги проводили предпосевную обработку, включая культивацию и прикатывание для уничтожения сорняков. Минеральные удобрения вносили в дозе 30 кг/га NPK на площадь 50,9 га.

Перед посевами были отобраны почвенные пробы для агрохимического анализа из участков «Аллараа бааына» и «Сайылык» хозяйства ИП ГКФХ «Попова Н.И.». Полученные данные показали, что почвы относятся к мерзлотным пойменным дерновым. Их морфологическое строение характеризуется дерновыми и гумусо-аккумулятивными горизонтами до 30 см и небольшими признаками оглеения. Глубина сезонного протаивания составляет 150-180 см, и эти почвы не реагируют на соляную кислоту по всему профилю [10].

Мерзлотные пойменные дерновые почвы низкой поймы, ежегодно заливаемые, обладают высоким содержанием гумуса и питательных элементов, способствуя развитию натуральных лугов с биологической урожайностью 50-58 ц/га. Почвы высоких участков менее гумусированы и продуктивны. Содержание поглощенных оснований высокое, преимущественно составляют обменный Ca (46-61%) и Mg (32-42%), а доля Na невысокая (5-10%). Это соотношение характерно для большинства аллювиальных почв. Верхние горизонты — песчаные, с нейтральной реакцией и отсутствием засоления. Эти почвы широко применяются для овощных и кормовых культур. На освоенных вариантах содержание гумуса и калия среднее, фосфора — высокое [10].

Описание морфологического строения типичной мерзлотной пойменной дерновой почвы: — Ad 0-2 см: буровато-серая, рыхлая дернина с блестящими песчаными вкраплениями; переход ясный. — A 2-10 см: серый, среднеуплотненный легкосуглинистый слой; густота корней трав. — B 10-60 см: буроватый, плотный опесчаненный суглинок; переход ясный. — BC 60-95 см: светло-серый, уплотненный, влажноватый песчаный слой, залегающий на мерзлоте [10].

В рамках исследования были проведены агрохимические анализы почвы на участках

«Сайылык» и «Аллараа бааына» в селе Бетюнцы Намского улуса. Целью оценки почвенных характеристик было определение содержания основных питательных веществ и их влияние на урожайность однолетних кормовых культур. Агрохимический состав почвы критически важен для управления сельскохозяйственными землями и их плодородия, включая параметры кислотности, гумуса, щелочности, хлоридов, фосфора, калия и общего азота.

В верхнем слое (0-10 см) почвы участка «Аллараа бааына» водный рН составляет 8,7, а солевой — 7,4. В слое 10-20 см водный рН снижается до 8,6, в то время как солевой рН остается на уровне 7,4, что указывает на слабощелочную среду, влияющую на доступность питательных веществ для растений. Содержание гумуса в верхнем слое составляет 3,13%, а в слое 10-20 см — 3,14%, что свидетельствует о способности почвы удерживать влагу и питательные вещества. Щелочность почвенного раствора составляет 0,57 мг/100 г для слоя 0-10 см и снижается до 0,56 мг/100 г для 10-20 см. Концентрация хлоридов составляет 0,56 мг/100 г в верхнем слое и 0,54 мг/100 г в нижнем, что указывает на низкий риск засоления. Содержание фосфора составляет 200 мг/кг в 0-10 см и 192 мг/кг в 10-20 см, калия — 270 мг/кг и 264 мг/кг, соответственно, что свидетельствует о хороших запасах этих элементов для роста растений. Общее содержание азота в слое 0-10 см составляет 0,39%, а в 10-20 см — 0,38%. Нитратный азот отмечен на уровне 0,15% и 0,14%. Эти данные указывают на оптимальные показатели почвы, что создает благоприятные условия для выращивания различных культур.

Образцы почвы из участка «Сайылык» на глубинах 0-10 см и 10-20 см также были исследованы. В верхнем слое рН водной вытяжки составил 8,7 (щелочной), солевой рН — 7,6, содержание гумуса — 2,78%. Щелочность составила 0,56 мг/100 г, хлориды — 0,52 мг/100 г, фосфор — 194 мг/кг, калий — 295 мг/кг, общий азот — 0,36%, нитратный азот — 0,17%. На глубине 10-20 см рН водной вытяжки увеличивается до 8,9, солевой — до 7,7. Содержание гумуса здесь составляет 3,13%, щелочность — 0,52 мг/100 г, хлориды — 0,41 мг/100 г, фосфор — 198 мг/кг, калий — 305 мг/кг, общий азот — 0,37%, нитратный азот — 0,10%. Эти данные подтверждают щелочные свойства почвы и значительное содержание гумуса, что важно для плодородия.

Сотрудниками ФГБУН ЯНИИСХ доставлены семена перспективных кормовых культур из Новосибирской области — овес сорт Ровесник, сорго-суданковый гибрид сорт Навигатор, вики яровая сорт Приобская 25, горох посевной Ямальский. В хозяйстве ИП ГКФХ Попова Надежда Ивановна работниками хозяйства проведены посевы кормовых культур на общей площади 50,9 га, (в I декаде июня), на площади 150 га проводили пар.

Погодные условия в вегетационный период 2024 года в Намском районе характеризовались острозасушливой погодой, что негативно сказалось на урожайности исследуемых кормовых культур: сорго-суданского гибрида, овса, викоовсяной и гороховоовсяной смеси. Весна началась рано и была теплой. Среднесуточная температура в мае составила +9,1°C, с максимальной температурой +11,4°C. Сумма осадков в мае составила всего 7,3 мм, что на 9,7 мм ниже среднесуточного значения (17 мм), создавая стрессовые условия для молодого роста. В июне среднедекадная температура повысилась до +19,3°C, максимальная достигла +22,3°C, однако осадки составили только 22,9 мм, что на 16,1 мм меньше нормы (39 мм), продолжая негативно влиять на развитие культур. Июль был



Таблица 1. Химический состав и питательная ценность однолетних кормовых культур
Table 1. Chemical composition and nutritional value of annual forage crops

Культура	Абсолютно-сухое вещество, %				
	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	сырая зола	БЭВ
Сорго — суданковый гибрид	25,6	3,0	35,6	9,9	25,7
Овес	17,2	2,9	31,3	6,6	38,1
Овес + вика яровая	25,4	3,6	29,4	8,5	28,6
Овес + горох	25,6	3,7	28,8	8,7	29,4

особенно критическим: среднемесячная температура составила +28,7°C, максимальная достигла +30,2°C. Количество осадков в первой половине июля составило 28,7 мм, что также ниже среднесезонных показателей (39 мм). Теплая и засушливая погода в этот период чрезмерно иссушила растения, негативно отразившись на их росте и урожайности. В августе ситуация не улучшилась: среднемесячная температура была +17,2°C, что выше среднего многолетнего значения (+15,0°C), но осадки составили лишь 9,2 мм, что на 25,8 мм меньше нормы (35 мм), усугубляя нехватку влаги.

Сорго-суданковый гибрид дает нежную облиственность до 30%, сочную зеленую массу, которая при 2-3-кратном скашивании может использоваться на корм животным с середины июля и до глубокой осени. Зеленая масса первого и второго укосов содержит до 10,5% протеина (в расчете на сухое вещество). Урожай зеленой массы — 47-60 т/га. Возделывание на сено предусматривает рядовой, на зеленый корм — широкорядный способ посева [11,12]. Сорго-суданковый гибрид, посеянный в первой декаде июня, показал высоту растений в среднем 120 см. За вегетационный период прирост составил 40 см, а урожайность зеленой массы достигла 17,4 т/га. Овес, посеянный в первую декаду июня, имел высоту растений в среднем 70 см, что также указывает на негативное влияние климатических условий. Прирост за вегетационный период составил 30 см, а урожайность зеленой массы составила до 10,0 т/га. Вика яровая (*Vicia sativa* L.) относится к семейству мотыльковых (*Leguminosae*), роду *Vicia*. Стебель тонкий, ребристый, четырехгранный, голый или опушенный в разной степени, лежащий, средняя длина хорошо ветвящихся стеблей составляет 50-60 см, но в зависимости от сорта и условий произрастания колеблется от 20 до 150 см [5]. Викоовсяная смесь, посеянная в первой декаде июня, показала высоту растений в среднем 60 см. Прирост этой культуры составил 25 см за вегетационный период, а урожайность зеленой массы составила 12,3 т/га.

Горох посевной — однолетнее или зимующее растение. Вид чрезвычайно полиморфный. Корень стержневой, глубоко проникающий в почву, более 1,5 м, с большим количеством боковых корней и мелких корешков, расположенных в верхнем слое почвы [13,14,15]. Прорастать семена гороха начинают при +2...+40°C, оптимальная температура прорастания семян 20-250С, а максимальная 350С. Всходы хорошо переносят кратковременные заморозки 5-70С [16,17]. Гороховая смесь, посеянная в первую декаду июня, имела высоту растений в среднем 55 см. Прирост составил 20 см за вегетационный период, а урожайность зеленой массы достигла 14,0 т/га.

В процессе исследования были внедрены современные методы заготовки силоса и сенажа, включая биологические консерванты, что улучшило сохранение питательных веществ. Использование консерванта *Bonsilage* снизило потери питательных веществ. Силос, составляя до 50% рациона крупного рогатого скота, является основой кормления и представляет собой надежный

способ сохранения сочных кормов. Ключевым моментом силосования является соблюдение технологии заготовки. Рекомендуется проводить уборку в оптимальные сроки для сохранения максимальной концентрации питательных веществ и необходимой влажности. Избыточная влажность может вызвать плесень, а недостаточная замедляет ферментацию. Идеальная влажность для силосования составляет 60-70%. Обеспечение анаэробных условий внутри силосной ямы или башни, что достигается плотной утрамбовкой и своевременным закрытием слоя пленкой. [17].

В 2024 г. хозяйстве ИП ГКФХ Попова Надежда Ивановна заготовлено силоса 530 тонн, валовый сбор зеленой массы составил 666 тонн, урожайность с 1 га составила 13 т/га. Качество силоса по результатам физико-химического исследования ГБУ РС (Якутия) «ЯРВИЛ» показывало, что: массовая доля протеина составляет 30,37%, сырой клетчатки 24,05%, сырой золы 7,56%, нитраты 309 мг/кг, рН составляет 4,5, что соответствует по зоотехническому нормативу высокого класса.

Взятые пробы силоса с местности «Сайылык» соответствуют нормативам: содержание протеина составляет 14,3%, сырой клетчатки — 29,09%, сырой золы — 10,44%, нитраты — 251 мг/кг, рН — 4,5. Сенаж отличается высокими питательными качествами и может эффективно заменять грубые и сочные корма в рационе скота. В ходе физико-химического анализа сенажа получены результаты: массовая доля протеина — 16,37%, сырой клетчатки — 37,37%, сырой золы — 8,56%, нитраты — 269 мг/кг, рН — 5,9.

Посевы кормовых культур проводились на площади 50,9 га, включая 10 га на участке «Аллара бааына» и 40,9 га на участке «Сайылык», где были посеяны сорго-суданковая трава, овес и яровая вика сорта Приобская 25 (первая декада июня). Всходы у овса появились через 9-12 дней, у яровой вика — 11-13 дней при среднемесячной температуре 7,6-12,2 °С. Высокая урожайность и засухоустойчивость делают овса одной из наиболее ценных однолетних кормовых культур.

Фаза вегетации однолетних кормовых культур существенно влияет на химический состав и питательную ценность, что нужно учитывать при сборе зеленой массы для производства кормов. С увеличением уровня онтогенеза кормовых растений быстрее накапливается сухое вещество, при этом содержание клетчатки растет, а уровень сырого протеина снижается, что уменьшает концентрацию питательных веществ.

Содержание сырого протеина в одновидовом овсе составило 17,2%, сырого жира — 2,9%, сырой клетчатки — 31,3% от абсолютно-сухого вещества. Смеси овса с викой и горохом показывают различия в питательной ценности в зависимости от бобового компонента; при посеве овса с викой сырой протеин составил 25,4%, сырой жир — 3,6%, сырой клетчатки — 29,4%. Содержание сырого протеина сорго-суданкового гибрида составило 25,6%, сырого жира — 3,0%, сырой клетчатки — 35,6%. Волокно, а при посеве овса с горохом — 25,6%, 3,7% и 28,8%, соответственно.

Таблица 2. Питательная ценность однолетних кормовых культур
Table 2. Nutritional value of annual forage crops

Культура	Содержание в 1 кг СВ			Содержание ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	корм. ед.	
Сорго — суданковый гибрид	18,8	8,5	0,58	233
Овес	18,7	9,0	0,65	132
Овес + вика яровая	18,9	9,4	0,71	191
Овес + горох	19,0	9,4	0,72	203

Питательная ценность однолетних кормовых трав играет ключевую роль в сельском хозяйстве. Эти травы обеспечивают широкий спектр питательных элементов, включая белки, углеводы, витамины и минералы. Бобовые, такие как горох и вика, богаты белком, что особенно полезно для молочных коров и молодняка. Злаковые травы обеспечивают энергетическую подпитку для всех животных. Чтобы максимально реализовать потенциал питательной ценности, важно учитывать факторы, влияющие на химический состав трав. Уборка кормовых культур на силос проводилась с 24 августа. Поздняя уборка снижает содержание протеина и увеличивает клетчатку, что уменьшает усвояемость. Исследованием установлено, что показатели содержания кормовых единиц и переваримого протеина на кг сухого вещества по изученным растениям изменялись незначительно (табл.2).

Содержание переваримого протеина в викоовсяной смеси составило 191 г, при этом обменная энергия — 9,4 МДж, валовая энергия — 18,9 МДж. У гороховяной смеси переваримый протеин составил 203 г, обменная энергия — 9,4 МДж, валовая энергия — 19,0 МДж на 1 кг сухого вещества. Оба варианта содержат схожее количество белка (25,4-25,6 г) и показатели кормовой единицы (0,71-0,72).

В ходе исследования были внедрены современные технологии заготовки кормов с использованием биологического консерванта *Bonsilage*, что значительно улучшило сохранение питательных веществ и повысило ценность кормов для животноводства. Он оптимизировал процессы ферментации, снижая потери питательных веществ и обеспечивая стабильные условия хранения кормов, что важно для сохранения баланса макро- и микроэлементов.

Анализ статистической отчетности 2023 года показал, что средний удой с одной дойной коровы составил 2800 литров в год. В результате во исполнение соглашения о предоставлении гранта № П-8-ЯНИИСХ от 16.09.2024 г. по реализации проекта НОЦ «Север» по научно-обоснованным подходам кормопроизводства в условиях рискованного земледелия удой молока увеличился до 3787 литров с одной дойной коровы. Это означает значительное повышение удоя молока на 35%, что свидетельствует о высокой эффективности разработанных решений. В 2024 г. ИП ГКФХ Попова Н.И. проведена осенняя зяблевая вспашка на площади 50,9 га.

Вывод. В результате проведенных исследований по кормопроизводству в условиях рискованного земледелия Республики Саха (Якутия) на примере хозяйства ИП ГКФХ Попова Надежда Ивановна были получены следующие выводы. Агрохимические анализы почвы на участках «Аллара бааына» и «Сайылык» показали сбалансированное содержание питательных веществ. В верхнем слое (0-10 см) участка «Аллара бааына» гумус составил 3,13%, подвижный фосфор — 200 мг/кг, обменный калий — 270 мг/кг, общий азот — 0,39%. На участке «Сайылык» в пределах 0-10 см гумус — 2,78%, фосфор — 194 мг/кг, калий — 295 мг/кг, что также указывает на хорошие условия для сельского хозяйства.



Погодные условия 2024 г. с остросушливым климатом оказали значительное влияние на урожайность кормовых культур. Средняя температура в мае составила +9,1°C, в июне — +19,3°C, а осадки в мае — всего 7,3 мм, на 9,7 мм меньше нормы, что создало стрессовые условия для растений. Сорго-суданковый гибрид достиг высоты 120 см и урожайности 17,4 т/га. Овёс, посеянный в первую декаду июня, имел высоту 70 см и урожайность 10,0 т/га. Викоовсяная смесь дала 12,3 т/га, горохоовсяная — 14,0 т/га. Эти данные подчеркивают значительное влияние климатических факторов на продуктивность однолетних кормовых культур.

При заготовке силоса было получено 530 тонн, валовый сбор зеленой массы составил 666 тонн с урожайностью 13 т/га. Качество силоса было высоким: масса протеина — 30,37%, сырой клетчатки — 24,05%, рН — 4,5. В 2023 году средний удой с одной коровы составил 2800 литров, который увеличился до 3787 литров в год после внедрения научно обоснованных подходов по гранту № П-8-ЯНИИСХ, что соответствует 35% приросту.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают, что использование научно обоснованных подходов, включая агрономические методы и биологические консерванты, улучшает качество кормов, увеличивает их питательную ценность и способствует повышению продуктивности животных и экономических результатов сельского хозяйства Республики Саха (Якутия).

Список источников

1. Дибирова Х.А. Цифровые инновации в кормопроизводстве молочного животноводства Северо-Запада России / Х.А. Дибирова, Н.В. Осипова // *Journal of Agriculture and Environment*. 2024. № 1 (41)
2. Владимиров Л.Н. Научные основы растениеводства Якутии / Л.Н. Владимиров, В.И. Алексеева, С.А. Павлова, Е.С. Пестерева // Современные проблемы и перспективы развития агрохимии, земледелия и смежных наук о плодородии почв и продуктивности полевых культур в Сибири Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2023. С. 52-56. DOI: 10.52686/9785604525050_77. EDN YVBZHVE.
3. Косолапов В.М. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: РАН, 2018. 132 с.
4. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 30 августа 2022 г. № 2580 «Об утверждении Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Республики Саха (Якутия)».

5. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2021-2025 годы : методическое пособие, гл. ред. Л.Н. Владимиров. — Белгород : Издательство Сангалова К.Ю., 2021. С. 201-241.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1983. С. 55-68.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1997. 156 с.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 2016. 67 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 347 с.
10. Десяткин Р.В. Почвы Якутии. 2009. Якутск, 64 с.
11. Слободняк Т. Технология возделывания и использования сорго // Общественно-политическая газета «Амурский Маяк». 2013. № 15 (15). С. 2.
12. Ковтунова Н.А. Рост и развитие сорго в засушливых условиях / Н.А. Ковтунова, Г.М. Ермолина, Е.А. Шишова, С.И. Горпиниченко, А.Е. Романюкин. Роль русских ученых в становлении и развитии дагестанской аграрной науки. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию доцента Арнаутовой Г.И. Махачкала: ФГБОУ ВО «ДаГГАУ». 2017. С.115-120.
13. Зотиков В.И., Цуканова З.Р., Молошонков А.А. Реализация биологического потенциала и особенности семеноводства современных сортов гороха посевного // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2 (30). С. 20-26.
14. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н. Изучение взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3. С. 3-7.
15. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Дмитриев А.М. Урожайности и параметры адаптивности сортов и линий гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях Республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 38-42.
16. Федотов В.С. Горох. М. 1960. 258 с.
17. Бондарев В.А., Косолапов В.М., Клименко В.П., Кричевский А.Н. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов. М.: ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2016. 212 с.

References

1. Dibirova X.A., Osipova N.V. (2024). *Cifrovyye innovatsii v kormoproizvodstve molochnogo zhivotnovodstva Severo-Zapada Rossii* [Digital Innovations in Feed Production for dairy farming in the Northwest of Russia]. *Journal of Agriculture and Environment*, no. 1 (41), pp.1-8. DOI: 10.23649/JAE.2024.41.4
2. Vladimirov L.N., Alekseeva V.I., Pavlova S.A., Pestereva E.S. (2023). Scientific foundations of crop production in Yakutia. Modern problems and prospects for the development of agrochemistry, agriculture and related sciences on soil fertility and field crop productivity in Siberia. 2023. Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, pp. 52-56. DOI: 10.52686/9785604525050_77. EDN YVBZHVE.
3. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. (2018). *Ratsional'noe prirodopol'zovanie i kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaystve Rossii* [Rational use of natural resources and feed production in agriculture in Russia]. Moscow, RAN, p.132. ISBN 978-5-906906-73-1.
4. Ukaz Glavy Respubliki Saxa (Yakutiya) 2022 № 2580 «Ob utverzhdenii Strategii v oblasti cifrovoy transformatsii otraslej e'konomiki, social'noj sfery i gosudarstvennogo upravleniya Respubliki Saxa (Yakutiya)» [On approval of the Strategy in the field of digital transformation of economic, social and Public Administration sectors of the Republic of Sakha (Yakutia)]
5. Sistema vedeniya sel'skogo khozyajstva v Respublike Saxa (Yakutiya) na period 2021-2025 gody' : metodicheskoe posobie, gl. red. L.N. Vladimirov. — Belgorod : Izdatel'stvo Sangalova K.Yu., 2021. S. 201-241.
6. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. M., 1983. S. 55-68.
7. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. M., 1997. 156 s.
8. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. M., 2016. 67 s.
9. Dospexov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1985. 347 s.
10. Desyatkin R.V. Pochvy Yakutii. 2009. Yakutsk, 64 s.
11. Slobodnyak T. Tekhnologiya vozdelvaniya i ispol'zovaniya sorgo // Obshchestvenno-politicheskaya gazeta «Amurskiy Mayak». 2013. № 15 (15). S. 2.
12. Kovtunova N.A. Rost i razvitiye sorgo v zasushlivykh usloviyakh / N.A. Kovtunova, G.M. Ermolina, E.A. Shishova, S.I. Gorpinichenko, A.E. Romanukin. Rol' russkikh uchenykh v stanovlenii i razvitiye dagestanskoy agrarnoy nauki. Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu docenta Arnautovoy G.I. Makhachkala: FGBOU VO «DagGAU». 2017. S.115-120.
13. Zotikov V.I., Tsukanova Z.R., Moloshonok A.A. Realizatsiya biologicheskogo potentsiala i osobennosti semenovodstva sovremennykh sortov gorokha posevnogo // Zernobobovyye i krupnyanye kul'tury. 2019. № 2 (30). S. 20-26.
14. Ashiev A.R., Xabibullin K.N. Izucheniye vzaimosvyazey urozhaynosti s morfobiologicheskimi priznakami kolektsionnykh obraztsov gorokha posevnogo // Zernovoye khozyaystvo Rossii. 2020. № 3. S. 3-7.
15. Davletov F.A., Gajnullina K.P., Dmitriev A.M. Urozhaynosti i parametry adaptivnosti sortov i liniy gorokha posevnogo (*Pisum sativum* L.) v usloviyakh Respubliki Bashkortostan // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1 (93). S. 38-42.
16. Fedotov V.S. Gorokh. M. 1960. 258 s.
17. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Klimenko V.P., Krichivskiy A.N. Prigotovleniye silosa i senazha s primeneniyem otechestvennykh biologicheskikh preparatov. M.: FGBNU VNIИ kormov im. V.R. Vilyamsa, 2016. 212 s.

4. Ukaz Glavy Respubliki Saxa (Yakutiya) 2022 № 2580 «Ob utverzhdenii Strategii v oblasti cifrovoy transformatsii otraslej e'konomiki, social'noj sfery i gosudarstvennogo upravleniya Respubliki Saxa (Yakutiya)» [On approval of the Strategy in the field of digital transformation of economic, social and Public Administration sectors of the Republic of Sakha (Yakutia)]
5. Sistema vedeniya sel'skogo khozyajstva v Respublike Saxa (Yakutiya) na period 2021-2025 gody' [The system of agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period 2021-2025]. Belgorod, Izdatel'stvo Sangalova K.Yu. 2021, p. 201-241.
6. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops], 1983, Moscow, pp. 55-68.
7. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops], 1997, Moscow, 156 p.
8. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops], 2007, Moscow, 67 p.
9. Dospexov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Field experience methodology], Moscow, Kolos, 347 p.
10. Desyatkin R.V., Okonishnikova M.V., Desyatkin A.R. (2009). *Pochvy Yakutii* [Soils of Yakutia], Yakutsk, 64 p/
11. Slobodnyak T. (2013). *Texnologiya vozdelvaniya i ispol'zovaniya sorgo* [Technology of cultivation and use of sorghum]. *Obshchestvenno-politicheskaya gazeta «Amurskiy Mayak»*, no. 15 (15), p. 2.
12. Kovtunova N.A., Ermolina G.M., Shishova E.A., Gorpinichenko S.I., Romanyukin A.E. (2017). *Rost i razvitiye sorgo v zasushlivykh usloviyakh* [Sorghum growth and development in arid conditions]. *Rol' russkikh uchenykh v stanovlenii i razvitiye dagestanskoy agrarnoy nauki. Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu docenta Arnautovoy G.I., Makhachkala, FGBOU VO «DagGAU*, pp.115-120.
13. Zotikov V.I., Tsukanova Z.R., Moloshonok A.A. (2019). *Realizatsiya biologicheskogo potentsiala i osobennosti semenovodstva sovremennykh sortov gorokha posevnogo* [Realization of biological potential and peculiarities of seed production of modern varieties of seed peas]. *Leguminous and cereal crops*, no.2 (30), pp. 20-26.
14. Ashiev A.R., Xabibullin K.N. (2020). *Izucheniye vzaimosvyazey urozhaynosti s morfobiologicheskimi priznakami kolektsionnykh obraztsov gorokha posevnogo* [Study of the interrelationships of yield with morphobiological characteristics of collection samples of seed peas]. *Russian grain industry*, no. 3, pp. 3-7.
15. Davletov F.A., Gajnullina K.P., Dmitriev A.M. (2022). *Urozhajnost' i parametry adaptivnosti sortov i liniy gorokha posevnogo (Pisum sativum L.) v usloviyakh Respubliki Bashkortostan* [Productivity and adaptability parameters of varieties and lines of seed peas (*Pisum sativum* L.) in the conditions of the Republic of Bashkortostan]. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, no. 1 (93), pp. 38-42.
16. Fedotov V.S. (1960). *Gorokh* [Peas], Moscow, 258 p.
17. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Klimenko V.P., Krichivskiy A.N. (2016). *Prigotovleniye silosa i senazha s primeneniyem otechestvennykh biologicheskikh preparatov* [Preparation of silage and haylage using domestic biological preparations], Moscow, FGBNU VNIИ kormov im. V.R. Vilyamsa, 212 p.

Информация об авторах:

Жиркова Наталья Николаевна, научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2042-8728>, SPIN-код: 9397-0794, AuthorID: 818142, zhirkova.jinni@yandex.ru

Павлова Сахаяна Афанасьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5485-4330>, SPIN-код: 3562-8812, AuthorID: 764489, sachayana@mail.ru

Пестерева Елена Семеновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6097-7740>, SPIN-код: 8070-8516, AuthorID: 764490, lena79pestereva@mail.ru

Захарова Галина Егоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормопроизводства, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7109-680X>, SPIN-код: 2644-8544, AuthorID: 764483, galina61zaxarova@mail.ru

Information about the authors:

Natalia N. Zhirkova, researcher at the laboratory of feed production, Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2042-8728>, SPIN code: 9397-0794, AuthorID: 818142, zhirkova.jinni@yandex.ru

Sachayana A. Pavlova, doctor of agricultural sciences, associate professor, chief researcher at the laboratory of feed production, Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5485-4330>, SPIN code: 3562-8812, AuthorID: 764489, sachayana@mail.ru

Elena S. Pestereva, candidate of agricultural sciences, associate professor, leading researcher at the laboratory of feed production, Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6097-7740>, SPIN code: 8070-8516, AuthorID: 764490, lena79pestereva@mail.ru

Galina E. Zaxarova, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the laboratory of feed production, Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7109-680X>, SPIN code: 2644-8544, AuthorID: 764483, galina61zaxarova@mail.ru





Научная статья
УДК 631.559:633.1:631.89
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_488

БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ

Г.М. Брескина, Н.П. Масютенко, Н.А. Чуян, А.А. Дюкарева

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения влияния агробιοтехнологий на продуктивность культур в звене зернопропашного севооборота: кукуруза (на зеленый корм) — люпин — ячмень. Работа выполнена в 2022-2024 гг. на черноземе типичном Курской области. На вариантах с применением агробιοтехнологий использовали микробиологические препараты (МБП) на основе почвенного гриба *Trichoderma longibrachiatum* и на основе консорциума бактерий рода *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Azotobacter*, *Bacillus*, которыми инокулировали семена, почву, посеvy и побочную продукцию. Варианты опыта: контроль (общепринятая технология); измельченная побочная продукция (ПП) культуры; ПП + 10 кг д.в. N на 1 т ПП (N); ПП + известь 1,5 т/га; ПП + МБП (агробιοтехнология-1); ПП + МБП + N (агробιοтехнология-2); ПП + МБП + известь 1,5 т/га (агробιοтехнология-3). Полевые опыты проводили согласно методике Госсортоиспытания. В зависимости от тепло- и влагообеспеченности разложение целлюлозы возрастает в 2-4 раза при применении микробиологических препаратов по сравнению с контролем. Самым эффективным является вариант совместного внесения биопрепаратов с минеральными азотными удобрениями. Применение соломистых остатков в качестве органического удобрения без инокулянтов приводит к появлению устойчивого фитотоксичного эффекта. При постоянном внесении растительных остатков со второго года в звене зернопропашного севооборота наблюдается снижение продуктивности культур. Продуктивность звена зернопропашного севооборота имеет прямую связь с токсичностью почвы ($R^2=0,62$). Применение агробιοтехнологий значительно увеличивает продуктивность звена севооборота. Максимальное увеличение продуктивности до 3,1 тыс. зерн. ед./га по отношению к общепринятой технологии дала агробιοтехнология-1.

Ключевые слова: агробιοтехнология, целлюлолитическая активность, токсичность, продуктивность, кукуруза, люпин, ячмень

Благодарности: работа подготовлена по теме государственного задания № FGZU-2022-0001.

Original article

BIOLOGICAL CONDITION OF SOIL AND PRODUCTIVITY OF A LINK GRAIN-PLOWING CROP ROTATION UNDER APPLICATION OF AGRO-BIOTECHNOLOGIES

G.M. Breskina, N.P. Masyutenko, N.A. Chuyan, A.A. Dyukareva

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. The research was conducted to study the impact of agro-biotechnology on crop productivity in the link of grain-plowing crop rotation: corn (for green fodder) — lupine — barley. The work was carried out in 2022-2024 on typical chernozem of Kursk region. Microbiological preparations (MBP) based on the soil fungus *Trichoderma longibrachiatum* and on the consortium of bacteria of the genus *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Azotobacter*, *Bacillus*, which were inoculated seeds, soil, crops and by-products, were used on variants with the use of agro-biotechnology. Experiment variants: control (conventional technology); chopped by-products (BP) of the crop; BP + 10 kg d.w. N per 1 t of BP (N); BP + lime 1,5 t/ha; BP + IBP (agrobiotechnology-1); BP + IBP + N (agrobiotechnology-2); BP + IBP + lime 1,5 t/ha (agrobiotechnology-3). Field experiments were conducted according to the methodology of the State Variety Testing Center. Depending on heat and moisture availability, cellulose decomposition increases 2-4 times with the application of microbiological preparations compared to the control. The most effective is the variant of joint application of biopreparations with mineral nitrogen fertilizers. The use of straw residues as an organic fertilizer without inoculants leads to the appearance of a stable phytotoxic effect. At constant application of crop residues from the second year in the grain-slash crop rotation link there is a decrease in crop productivity. Productivity of a link of grain-plowing crop rotation has a close direct relationship with soil toxicity ($R^2=0,62$). The application of agro-biotechnology significantly increases the productivity of the crop rotation link. The maximum increase in productivity up to 3.1 thousand grain units/ha in relation to the conventional technology gave agro-biotechnology-1.

Keywords: agro-biotechnology, cellulolytic activity, toxicity, productivity, corn, lupine, barley

Acknowledgments: the work was prepared on the topic of the State Assignment No. FGZU-2022-0001.

Введение. В настоящее время в агроэко-системах запасы органического вещества в основном пополняются за счет пожнивных растительных остатков [1, 2]. Низкая скорость разложения соломы и накопление ее биомассы в верхнем почвенном слое почвы являются основными сдерживающими факторами при использовании растительных остатков как органических удобрений [3, 4].

Ежегодное внесение соломистых остатков в почву в качестве органических удобрений может приводить к появлению устойчивого фитотоксичного эффекта [5, 6]. Применение биопрепаратов-деструкторов усиливает минерализацию соломистых остатков [7, 8], в резуль-

тате чего почва обогащается питательными элементами [9].

Обработка вегетирующих растений микробиологическими препаратами положительно влияет на рост и развитие растений [1-12]. Эффективность биопрепаратов определяется способностью микроорганизмов образовывать симбиозы с высшими растениями [13].

Однако некоторые ученые отмечают отсутствие устойчивого положительного результата при использовании биопрепаратов. Так, в работах [14, 15] говорится, что после обработки посевов микробиологическими препаратами не наблюдалось увеличение роста растений по отношению к контролю, что объясняется

низкой концентрацией микроорганизмов в рабочем растворе. В период применения микробиологических препаратов необходимо учитывать тепло- и влагообеспеченность почвы [16].

Растущий интерес у сельхозпроизводителей к микробиологическим препаратам и расширяющийся ассортимент требуют проведения более углубленного изучения влияния биопрепаратов на экологическое состояние почвы и продуктивность культур в севообороте. Наиболее информативными считаются биологические показатели почв, такие как целлюлолитическая активность почвы и фитотоксичность [17].



Цель работы — изучить влияние агробиотехнологий с использованием микробиологических препаратов на биологическое состояние почвы и продуктивность культур.

Условия и методика исследований. Результаты по влиянию агробиотехнологий на биологическое состояние почвы и продуктивность культур получены в 2022-2024 гг. на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Медвенский район Курской области, с. Панино), в качестве уравнительного посева использовали озимую пшеницу. В звене зернопропашного севооборота возделывали: кукуруза на зеленый корм — люпин белый — ячмень яровой. В опыте применяли микробиологические препараты Трихоплант, СК (содержит почвенный гриб и споры *Trichoderma longibrachiatum* (штамм GF 2/6)) и Биогор-Ж (консорциума бактерий рода *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Azotobacter*, *Bacillus*).

В качестве азотных минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, кальцийсодержащего компонента — известковую муку.

На всех вариантах опыта после уборки предшествующих культур всю измельченную побочную продукцию использовали в качестве удобрения путем поверхностной заделки их в почву в осенний период, кроме контроля, где послеуборочные остатки были удалены с поля — общепринятая технология для нашего региона.

На вариантах с применением агробиотехнологий использовали микробиологические препараты (МБП), которыми обрабатывали семена (Трихоплант 2 л/т + Биогор-Ж 1 л/т), почву перед посевом (Трихоплант 5 л/га + Биогор-Ж 2 л/га), посевы 2 раза за вегетационный период (Трихоплант 2 л/га + Биогор-Ж 1 л/га) и измельченную побочную продукцию (Трихоплант 5 л/га + Биогор-Ж 2 л/га). Технология возделывания изучаемых культур зональная, за исключением применения компонентов опыта. Варианты опыта: 1. контроль (общепринятая технология); 2. измельченная побочная продукция (ПП) сельскохозяйственной культуры; 3. ПП + 10 кг д.в. N на 1 т ПП (N) — технология поверхностного компостирования [18]; 4. ПП + известь 1,5 т/га; 5. ПП + МБП или агробиотехнология-1; 6. ПП + МБП + N или агробиотехнология-2; 7. ПП + МБП + известь 1,5 т/га или агробиотехнология-3. Размер делянки — 240 м² (40x6), учетная площадь — 152 м² (38x4), повторность — 3-кратная.

Обработку почвы и побочной продукции культур микробиологическими препаратами проводили опрыскивателем ОП-2000/24. За день до посева семена культур обрабатывали микробиологическими препаратами при помощи ранцевого опрыскивателя и подсушивали в течение суток в затемненном помещении.

Внесение аммиачной селитры осуществляли навесным разбрасывателем РН-0,8 перед заделкой послеуборочных остатков, известь — разбрасывателем РУ-06. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10-12 см. Через 30-40 дней после этого проводили основную отвальную обработку почвы под зерновые культуры на глубину 20-22 см и под кукурузу на зеленый корм на глубину 25-27 см.

Почва опытного поля — чернозем типичный малогумусный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке опыта в пахотном слое почвы среднее содержание гумуса (по Тюрину) составляло 4,98±0,15%. Реакция почвенной среды нейтральная или близкая к нейтральной (рНсол — 6,3-6,5). Содержание обменного кальция составляло 22,0-23,3 мг-экв./100 г почвы, подвижных (по Чирикову) форм фосфора и калия — 8,8-12,0 и 9,7-11,2 мг/100 г почвы соответственно, общего азота (по Кьельдалю) — 0,22-0,23%, обменного аммония (по методу ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) — 10,9-13,2 мг/100 г почвы, нитратного азота (по методу Гранвальд-Ляжу) — 4,8-5,1 мг/100 г почвы.

Учет урожая люпина белого и ярового ячменя осуществляли вручную с метровых учетных площадок в 3-кратной повторности, учет урожая зеленой массы кукурузы (с початками) проводили вручную в период молочно-восковой спелости, согласно действующей методике учета урожайности пропашных культур с площади 10 м² по Доспехову [19].

Определение фитотоксичности проводили в почвенных образцах, отобранных из слоя почвы 0-20 см 4 раза за вегетационный период (1 срок — перед посевом сельскохозяйственных культур; 2 срок — через месяц после посева культуры; 3 срок — после уборки сельскохозяйственных культур; 4 срок — после внесения побочной продукции на удобрение с выдержкой более 30 дней) в 5-кратной повторности — по международному стандарту ISO 11269-2:2012, с применением растительного тест-объекта. В чашки Петри высевали по 100 семян редиса посевного (*Raphanus sativus* L.) и на 3 суток определяли энергию прорастания семян по ГО-Сту 12038-84, расчет индекса токсичности (ИТФ) и оценку токсичности проводили по шкале, предложенной Кабириным Р.Р. с соавторами [20]. Для оценки целлюлолитической активности почв используют аппликационный метод [21]. В слой почвы 0-20 см помещали полосы льняной ткани, закрепленные на полиэтиленовой пленке, 2 раза за вегетационный период (1 срок — от периода всходов до полной биологической спе-

лости культуры; 2 срок — после внесения растительных остатков на удобрение и выдержки их в почве 30-48 дней) в 3-кратной повторности.

Погодные условия значительно различались по годам. Так, гидротермический коэффициент Т.Г. Селянинова (ГТК), который рассчитывали по данным агрометеорологической станции «Курск» (месторасположение: широта — 51.77°, долгота — 36.17°, высота над уровнем моря — 247 м), показал: 2022 г. — с недостаточным увлажнением (ГТК=0,91), 2023 г. — достаточного увлажнения (ГТК = 1,3), а 2024 г. — засушливый (ГТК = 0,72).

Результаты исследований. Применение агробиотехнологий положительно влияет на целлюлолитическую активность почвы независимо от культуры, возделываемой в опыте, и периода проведения исследований.

В период активной вегетации кукурузы наблюдалась тенденция увеличения эффективности применения микробиологических препаратов от комплексного их использования с минеральными удобрениями или известью. Так, наибольшее количество целлюлозы разложилось при применении агробиотехнологии-3 (58%), что выше контроля на 26,51% при НСР₀₅=10,33% (табл. 1). Использование технологии поверхностного компостирования растительных остатков позволило минерализовать 41,76% целлюлозы, что значимо ниже агробиотехнологии-2 и агробиотехнологии-3 на 11,41 и 16,3% соответственно.

После применения пожнивных растительных остатков кукурузы на удобрение наибольшая активность целлюлолитических микроорганизмов выявлена на варианте совместного использования микробиологических препаратов и минерального азота. Интенсивность разложения хлопчатобумажного полотна на данном варианте была выше в 3,4 раза по сравнению с контролем и вариантом 2, где использовались растительные остатки без инокулянтов. Агробиотехнология-1 и технология поверхностного компостирования растительных остатков равнозначно увеличивали разложение целлюлозы в 2 раза по отношению к контролю.

В период активной вегетации люпина интенсивность разложения варьировала от 24,54% на контроле до 68,48% при применении агробиотехнологии-2. При применении только микробиологических препаратов разлагалось 63,48% хлопчатобумажного полотна, что значимо выше на 38,78%. При комплексном использовании биопрепаратов с известью или агробиотехнологии-2 наблюдалось ослабление микробиологической активности по сравнению с агробиотехнологией-1. Так, в варианте 7

Таблица 1. Целлюлолитическая активность почвы в звене зернопропашного севооборота при применении агробиотехнологий, %
Table 1. Cellulolytic activity of soil in the grain-plowing crop rotation under the application of agro-biotechnologies, %

Вариант	Кукуруза (2022 г.)		Люпин (2023 г.)		Ячмень (2024 г.)	
	с 15 мая по 7 сентября	с 9 сентября по 14 октября	с 29 апреля по 29 августа	с 1 октября по 1 ноября	с 22 апреля по 31 июля	с 2 сентября по 20 октября
1. Контроль (общепринятая технология)	31,55	3,76	24,54	4,91	17,12	1,27
2. Измельченная побочная продукция (ПП)	29,02	3,79	25,90	4,75	16,92	0,92
3. ПП +10 кг д.в. N на 1 т ПП (технология поверхностного компостирования растительных остатков)	41,76	7,45	48,56	8,48	26,15	4,59
4. ПП + известь 1,5 т/га	57,65	6,65	48,64	6,06	22,56	2,13
5. ПП+МБП* (агробиотехнология-1)	50,20	7,82	63,32	9,48	23,94	2,74
6. ПП+МБП*+ 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агробиотехнология-2)	53,17	12,70	68,48	11,48	22,69	2,51
7. ПП+МБП*+известь 1,5 т/га (агробиотехнология-3)	58,06	9,15	50,91	7,88	25,49	1,71
НСР ₀₅	10,33	1,14	4,28	3,10	7,92	0,97



минерализовалось 50,91% целлюлозы, что значимо ниже на 12,41% варианта 5, при этом по сравнению с контролем рассматриваемый показатель выше в 2 раза.

После заделки растительных остатков люпина на удобрение применение агротехнологии-2 позволило разложить наибольшее количество целлюлозы (11,48%) по сравнению со всеми вариантами опыта, при этом наибольшая разница выявлена с вариантом 2, где использовались растительные остатки без инокулянтов (6,73%). Применение технологии поверхностного компостирования усиливало разложение целлюлозы в 1,7 раза по сравнению с контрольным вариантом, при этом эффективность данной технологии была несколько ниже агротехнологии-1 и агротехнологии-2.

В период возделывания ячменя интенсивность разложения целлюлозы была самой низкой по сравнению с предыдущими годами, что связано с неблагоприятными гидротермическими условиями года ($ГТК = 0,72$), но даже в засушливый год применяемые агротехнологии увеличивали разложение целлюлозы по сравнению с контролем. Так, использование микробиологических препаратов с известью усиливало разложение хлопчатобумажного полотна на 8,37% по сравнению с общепринятой технологией. Применение технологии поверхностного компостирования растительных остатков (вариант 3) позволило минерализовать 26,15% целлюлозы, что значимо выше контроля на 9,03% и варианта с растительными остатками без инокулянтов на 9,23% при $НСР_{05} = 7,92\%$.

После заделки растительных остатков ячменя на удобрение значимое разложение целлюлозы выявлено только при применении агротехнологии-1 и агротехнологии-2, где разложилось 2,74 и 2,51% от исходного веса. Самым эффективным был вариант с применением азотных удобрений, где разложилось 4,59% целлюлозы, что выше контроля на 3,32%.

Следовательно, применение микробиологических препаратов усиливает минерализацию целлюлозы по сравнению с контролем, при этом эффективность их возрастает от применения азотных удобрений или извести в зависимости от биологических особенностей возделываемой культуры в опыте.

При минерализации растительных остатков образуются химические соединения различной

природы, некоторые из них могут обладать фитотоксичными свойствами, которые негативно влияют на продуктивность культур [22].

До посева кукурузы низкий уровень токсичности проявился на варианте с внесением растительных остатков без инокулянтов ($ИТФ = 0,72$), при использовании азотных удобрений, применяемых для усиления минерализации растительных остатков ($ИТФ = 0,90$), и на контроле ($ИТФ = 0,90$). Низкая токсичность с мая по август сохранялась на контрольном варианте и при использовании соломы озимой пшеницы на удобрение без инокулянтов (табл. 2).

При этом на варианте 2 индекс токсичности оцениваемого фактора был несколько ниже контрольного варианта, что свидетельствует о тенденции к проявлению большего токсичного эффекта. На варианте 3 в течение роста и развития кукурузы фитотоксический эффект больше не проявился.

Эффект стимуляции изучаемого фактора ($ИТФ > 1,10$) был выявлен к периоду уборки кукурузы только на вариантах применения биопрепаратов как с азотными удобрениями, так и отдельно. На всех остальных вариантах опыта в посевах кукурузы независимо от срока проведения исследования индекс токсичности оцениваемого фактора соответствовал норме.

После уборки кукурузы на зеленый корм и заделки ее стерни с различными компонентами наблюдалось отсутствие токсичного эффекта. На варианте с азотными удобрениями индекс токсичности составлял 1,02 (класс токсичности — норма), при этом наблюдается тенденция улучшения здоровья почвы по сравнению с периодом уборки культуры, когда индекс токсичности равнялся 0,94.

Применение биопрепаратов для ускорения разложения стеблей и корней кукурузы как отдельно (агротехнология-1), так и с минеральными удобрениями (агротехнология-2) поддерживало состояние почвы в норме.

Таким образом, через 36 дней после применения растительных остатков кукурузы на удобрение с различными компонентами не появляется токсических эффект. Здоровье почвы может ухудшиться только использование чистых пожнивных остатков кукурузы на удобрение.

До посева люпина в 2023 г. только на 2 вариантах выявлена низкая токсичность. Это вариант 1 — контроль и вариант 2 — растительные

остатки. На варианте с растительными остатками низкая токсичность сохранялась в течение всего периода исследования. При применении агротехнологий через месяц после посева культуры проявился стимулирующий эффект, и положительный результат сохранялся до полной биологической спелости культуры (табл. 3).

После уборки люпина на всех вариантах без микробиологических препаратов индекс токсичности находился в норме, а на вариантах с применением агротехнологий проявилась стимуляция.

Максимальное положительное действие инокулянтов выявлено на варианте совместного применения микробиологических препаратов с азотными удобрениями в период вегетации культуры, где индекс токсичности увеличился с 0,98 до 1,29 и проявился стимулирующий эффект. После внесения растительных остатков люпина на удобрения без инокулянтов и выдержки их в течение 30 дней проявилось угнетающее воздействие на рост и развитие тест-культуры. Суммарный индекс токсичности составлял 0,90 и характеризовался как IV класс — низкая токсичность. На контрольном варианте, где были убраны растительные остатки культуры, индекс оцениваемого фактора равнялся 0,91 или V класс — норма. Аналогичные результаты получены и на варианте с азотными удобрениями и с известью.

Применение микробиологических препаратов, как отдельно, так и в комплексе с известью, при обработке соломистых остатков люпина белого привели к появлению стимулирующего эффекта. Индекс токсичности был выше значения 1,10. Вариант совместного использования микробиологических препаратов и азотных удобрений с пожнивными растительными остатками люпина (агротехнология-2) оказался самым эффективным, так как индекс токсичности на данном варианте был самым высоким (1,18) — V класс — стимуляция.

В целом за вегетационный период в посевах люпина белого складывалась более безопасная экологическая обстановка. На рассматриваемых вариантах опыта реже наблюдался токсический эффект по сравнению с предыдущим годом. Это, возможно, связано с биологическими особенностями люпина белого. Таким образом, применяемые микробиологические препараты

Таблица 2. Изменение индекса токсичности фактора (ИТФ) в посевах кукурузы
Table 2. Changes in the toxicity factor index (ITF) in maize crops

Вариант	До посева кукурузы		Через месяц после посева кукурузы		После уборки кукурузы		После разложения растительных остатков в течение 36 суток	
	ИТФ	оценка токсичности	ИТФ	оценка токсичности	ИТФ	оценка токсичности	ИТФ	оценка токсичности
1. Контроль (общепринятая технология)	0,90	IV низкая токсичность	0,90	IV низкая токсичность	0,87	IV низкая токсичность	0,91	V норма
2. Измельченная побочная продукция (ПП)	0,72	IV низкая токсичность	0,74	IV низкая токсичность	0,82	IV низкая токсичность	0,78	IV низкая токсичность
3. ПП +10 кг д.в. N на 1 т ПП (технология поверхностного компостирования растительных остатков)	0,90	IV низкая токсичность	0,98	V норма	0,94	V норма	1,02	V норма
4. ПП + известь 1,5 т/га	0,91	V норма	0,97	V норма	1,08	V норма	0,91	V норма
5. ПП+МБП* (агротехнология-1)	0,96	V норма	1,04	V норма	1,12	VI стимуляция	0,92	V норма
6. ПП+МБП*+ 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агротехнология-2)	0,98	V норма	1,05	V норма	1,11	VI стимуляция	1,02	V норма
7. ПП+МБП*+известь 1,5 т/га (агротехнология-3)	0,99	V норма	1,06	V норма	1,04	V норма	0,92	V норма



с растительными остатками при возделывании люпина способствуют оздоровлению почвы, а для более эффективного результата необходимо их периодическое применение в течение вегетации культуры.

До посева ярового ячменя наибольший положительный результат получен при применении агробиотехнология-2 при совместном использовании микробиологических препаратов с минеральным азотом (табл. 4).

До посева ячменя в 2024 г. низкая токсичность выявлена на контроле и варианте с растительными остатками, где значение рассматриваемого показателя было меньше значения нормы. В течение всего периода исследования на данных вариантах выявлена низкая токсичность (IV класс) и ИТФ в среднем составлял 0,85. Исключение составил контрольный вариант, где через месяц после посева ячменя индекс токсичности почвы составлял 0,91

и характеризовался как V класс — норма. Следовательно, применение растительных остатков в качестве органического удобрения в посевах ячменя может приводить к устойчивому токсичному эффекту. Применение агробиотехнологий в период активного роста культуры способствовало оздоровлению почвы, и данный положительный эффект сохранялся до периода полной биологической спелости ячменя. Индекс токсичности оцениваемого фактора на данных вариантах (5, 6 и 7) был выше значения 1,14 и характеризовался как VI класс — стимуляция. Через 48 суток после заделки соломы ячменя на удобрение произошло понижение показателя до значения 0,83, что характеризуется как низкая токсичность (IV класс). На вариантах с агробиотехнологией-2 и агробиотехнологией-3 применение микробиологических препаратов с минеральными удобрениями или известью позволило создать также стимулирующий

эффект в росте и развитии тестовой культуры в период максимальной биологической активности. В последующие периоды исследования на варианте 7 наблюдался токсичный эффект, а на варианте 6 состояние здоровья почвы было в норме, так как ИТФ был выше значения 0,9. На всех остальных вариантах в период активной вегетации состояние индекса токсичности находилось в норме, а к периоду уборки и после компостирования соломы ячменя в течение 48 дней индекс токсичности понижался, что привело к низкой токсичности (IV класс).

Низкая степень разложения целлюлозы и проявление фитотоксичного эффекта на варианте 2, где применялись в качестве органического удобрения растительные остатки без инокулянтов, не способствовали увеличению продуктивности люпина и ячменя, что вызвало низкую продуктивность звена севооборота по агробиотехнологиям.

Таблица 3. Изменение индекса токсичности фактора (ИТФ) в посевах люпина
Table 3. Change of toxicity factor index (ITF) in lupine crops

Вариант	До посева культуры		Через месяц после посева культуры		После уборки люпина белого		После разложения растительных остатков в течение 30 суток	
	ИТФ	класс токсичности	ИТФ	класс токсичности	ИТФ	класс токсичности	ИТФ	класс токсичности
1. Контроль (общепринятая технология)	0,90	IV класс низкая токсичность	0,91	V класс норма	0,94	V класс норма	0,91	V класс норма
2. Измельченная побочная продукция (ПП)	0,84	IV класс низкая токсичность	0,88	IV класс низкая токсичность	0,92	V класс норма	0,90	IV класс низкая токсичность
3. ПП +10 кг д.в. N на 1 т ПП (технология поверхностного компостирования растительных остатков)	0,93	V класс норма	0,92	V класс норма	0,98	V класс норма	0,91	V класс норма
4. ПП + известь 1,5 т/га	0,92	V класс норма	1,05	V класс норма	1,07	V класс норма	0,94	V класс норма
5. ПП+МБП* (агробиотехнология-1)	0,99	V класс норма	1,18	VI класс стимуляция	1,24	VI класс стимуляция	1,14	VI класс стимуляция
6. ПП+МБП*+ 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агробиотехнология-2)	0,98	V класс норма	1,17	VI класс стимуляция	1,29	VI класс стимуляция	1,18	VI класс стимуляция
7. ПП+МБП*+известь 1,5 т/га (агробиотехнология-3)	0,97	V класс норма	0,11	VI класс стимуляция	1,14	VI класс стимуляция	1,11	VI класс стимуляция

Таблица 4. Изменение индекса токсичности фактора (ИТФ) в посевах ячменя
Table 4. Changes in the toxicity factor index (ITF) in barley crops

Вариант	До посева культуры		Через месяц после посева культуры		После уборки ярового ячменя		После разложения растительных остатков в течение 48 суток	
	ИТФ	класс токсичности	ИТФ	класс токсичности	ИТФ	класс токсичности	ИТФ	класс токсичности
1. Контроль (общепринятая технология)	0,89	IV класс низкая токсичность	0,91	V класс норма	0,87	IV класс низкая токсичность	0,86	IV класс низкая токсичность
2. Измельченная побочная продукция (ПП)	0,82	IV класс низкая токсичность	0,89	IV класс низкая токсичность	0,85	IV класс низкая токсичность	0,88	IV класс низкая токсичность
3. ПП +10 кг д.в. N на 1 т ПП (технология поверхностного компостирования растительных остатков)	0,95	V класс норма	1,09	V класс норма	0,89	IV класс низкая токсичность	0,97	V класс норма
4. ПП + известь 1,5 т/га	0,92	V класс норма	0,91	V класс норма	0,90	IV класс низкая токсичность	0,83	IV класс низкая токсичность
5. ПП+МБП* (агробиотехнология-1)	0,99	V класс норма	1,15	VI класс стимуляция	0,89	IV класс низкая токсичность	0,83	IV класс низкая токсичность
6. ПП+МБП*+ 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агробиотехнология-2)	1,06	V класс норма	1,16	VI класс стимуляция	0,91	V класс норма	0,91	V класс норма
7. ПП+МБП*+известь 1,5 т/га (агробиотехнология-3)	0,92	V класс норма	1,14	VI класс стимуляция	0,91	V класс норма	0,84	IV класс низкая токсичность



Таблица 5. Продуктивность звена зернопропашного севооборота (кукуруза на зеленый корм — люпин — ячмень) в зависимости от применения агробиотехнологий
Table 5. Productivity of grain-plowing crop rotation links (corn for green fodder — lupine — barley) depending on the application of agro-biotechnologies

Вариант	Продуктивность, тыс. зерн. ед./га				Прибавка, %
	кукуруза на зеленый корм	люпин	ячмень	звено севооборота	
1. Контроль (общепринятая технология)	38,34	2,28	2,75	43,37	-
2. Измельченная побочная продукция (ПП)	39,12	2,27	2,32	43,78	0,9
3. ПП+10 кг д.в. N на 1 т ПП (технология поверхностного компостирования растительных остатков)	40,87	2,51	3,05	46,43	7,1
4. ПП + известь 1,5 т/га	38,61	2,85	3,86	45,32	4,5
5. ПП+МБП* (агробиотехнология-1)	40,55	3,30	2,57	46,42	7,0
6. ПП+МБП*+ 10 кг д.в. N на 1 т ПП (агробиотехнология-2)	41,11	2,58	2,79	46,27	6,7
7. ПП+МБП*+известь 1,5 т/га (агробиотехнология-3)	40,21	2,37	3,23	45,81	5,6
НСР ₀₅	0,96	0,54	0,56	0,69	-

Наибольшая продуктивность кукурузы, возделываемой на зеленый корм (41,11 тыс. зерн. ед./га), получена при применении микробиологических препаратов с азотными удобрениями (агробиотехнология-2), люпина белого — при использовании только биопрепаратов (агробиотехнология-1) (3,30 тыс. зерн.ед./га), что значительно выше общепринятой технологии на 2,77 и на 1,02 тыс. зерн.ед./га соответственно (табл. 5).

Для ячменя при применении агробиотехнологий самым эффективным оказался прием совместного использования микробиологических препаратов с известью, где рассматриваемый показатель составлял 3,23 тыс. зерн. ед./га при высоких показателях биологической активности, что в 1,2 раза выше, чем на контроле. Это объясняется тем, что ячмень является очень чувствительной культурой к кислотности почвы.

Применение микробиологических препаратов способствовало не только оздоровлению почвы, но и положительно влияло на продуктивность звена зернопропашного севооборота. Максимальная продуктивность (46,42 тыс. зерн. ед./га) выявлена при применении агробиотехнологии-1, она превышает таковую при общепринятой технологии на 3,05 тыс. зерн. ед./га (7%) при НСР₀₅=0,69 тыс. зерн. ед./га.

При использовании технологии поверхностного компостирования растительных остатков с азотными удобрениями продуктивность составила 46,43 тыс. зерн. ед./га и была на одном уровне с агробиотехнологией-1, где применялись микробиологические препараты.

Математическая обработка изучаемых показателей свидетельствует о прямой тесной зависимости ($R^2=0,6238$) продуктивности звена севооборота от фитотоксичности. Из уравнения регрессии ($y = -22,599x^2 + 54,941x + 13,528$) следует, что максимальная продуктивность культур получается при уровне токсичности 1,2 единицы (VI класс — стимуляция). При повышении или понижении уровня токсичности выше или ниже данного значения происходит снижение продуктивности звена зернопропашного севооборота.

Выводы. 1. Использование микробиологических препаратов усиливает минерализацию целлюлозы в 2-4 раза по отношению к контролю в зависимости от культуры и периода исследования.

2. Применение агробиотехнологий способствует оздоровлению почвы, а в период активного роста культур проявляется стимулирующий эффект, где ИТФ \geq 1,0.

3. Применение микробиологических препаратов, как отдельно, так и совместно с известью или азотными удобрениями, существенно увеличивает продуктивность звена зернопропашного севооборота в среднем на 6,4% по отношению к контрольному варианту.

Список источников

- Савченко Е.С., Лукин С.В. Управление режимом органического вещества почвы при биологизации земледелия // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2024. № 6. С. 61-65. doi: 10.31857/S2500208224060147
- Русакова И.В. Изменение содержания общего и легкоразлагаемого органического вещества в дерново-подзолистой почве при длительном применении соломы // Агрехимия. 2022. № 10. С. 28-37. doi: 10.31857/S000218812210009X
- Дедов А.В., Крюков Г.М. Влияние приемов биологизации и основной обработки на накопление и химический состав растительных остатков в пахотном слое почвы при выращивании сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17. № 2 (81). С. 12-22. doi: 10.53914/issn2071-2243_2024_2_12
- Wang, Y.J., Wang, Nihui, Huang G.Q. (2022). How do rural households accept straw returning in Northeast China? *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 182, p. 106287. doi: 10.1016/j.resconrec.2022.106287
- Брескина Г.М., Масютенко Н.П., Чуян Н.А. Биопрепараты как средство восстановления здоровья черноземных почв // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (58). С. 25-31. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-25-31
- Брескина Г.М., Чуян Н.А. Влияние биопрепаратов и азотных удобрений на фитотоксичность чернозема типичного при применении побочной продукции на удобрение // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (385). С. 57-61.
- Масютенко Н.П., Панкова Т.И., Кузнецов А.В., Масютенко М.Н., Брескина Г.М., Чуян Н.А. Влияние биопрепаратов на разложение растительных остатков сельскохозяйственных культур в черноземе типичном // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. № 2 (59). С. 108-118. doi: 10.18470/1992-1098-2021-2-108-118
- Baljeet, S.S., Dhand, D., Mandal, N.K., Kumar, R., Sharma, D., Sadh, P.K., Jabbarova, D., Duhan, J.S. (2024). Microbial contributions to sustainable paddy straw utilization for economic gain and environmental conservation. *Current Research in Microbial Sciences*, vol. 7, p. 100264. doi.org/10.1016/j.crmicr.2024.100264. Available at: https://www.sciencedirect.com/journal/current-research-in-microbial-sciences (accessed: 15.12.2024).
- Gao, X., Liu, W., Li, X., Zhang, W., Bu, Sh., Wang, A. (2023). A novel fungal agent for straw returning to enhance

straw decomposition and nutrients release. *Environmental technology and innovation*, vol. 30, p. 103064. doi: 10.1016/j.eti.2023.103064

10. Завалин А.А., Накаряков А.М. Эффективность применения биопрепаратов в посеве озимой пшеницы на светло-серой лесной почве // Земледелие. 2021. № 1. С. 27-30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10107

11. Пусенкова Л.И., Гарипова С.Р., Кузина Е.В., Хасанова Г.Р., Шакирзянов А.Х. Эффективность обработки семян и растений яровой пшеницы и гороха посевного микробиологическими препаратами в модельных и полевых опытах // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 12. С. 33-37. doi: 10.53859/02352451_2021_35_12_33

12. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Карго Д., Фраму-ду Т. Эффективность микробиологических препаратов при возделывании ячменя // Земледелие. 2022. № 7. С. 40-44. doi: 10.24411/0044-3913-2022-7-40-43

13. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Сельскохозяйственная микробиология и симбиогенетика: синтез классических идей и конструирование высокопродуктивных агроценозов (Обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 5. С. 821-831. doi: 10.15389/agrobology.2022.5.821rus

14. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Стариков П.А. Влияние микробной инокуляции семян на биоконтроль корневых гнилей, биометрию растений и урожайность яровой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2024. № 1 (37). С. 187-197. doi: 10.5281/zenodo.10930956

15. Бирюков Е.В. Возможность применения биопрепарата Триходермин в качестве микробиологического удобрения в условиях Тамбовской области // Вопросы современной науки и практики. 2008. № 1 (11). Т. 1. С. 84-92.

16. Лысов А.К., Наумова Н.И., Корнилов Т.В., Краснобаева И.Л. Влияние дисперсности распыла и экстремальных погодных условий на эффективность применения биопрепаратов // Агрехимический вестник. 2024. № 5. С. 71-74. doi: 10.24412/1029-2551-2024-5-012

17. Никитин Д.А., Семенов М.В., Чернов Т.И., Ксенофонтова Н.А., Железова А.Д., Иванова Е.А., Хитров Н.Б., Степанов А.Л. Микробиологические индикаторы экологических функций почв (обзор) // Почвоведение. 2022. № 2. С. 228-243. doi: 10.31857/S0032180X22020095

18. Еремина Ф.Ф., Машенко С.С., Чуян Н.А., Федорченко А.Е., Ермакова А.А. Технология поверхностного компостирования растительных остатков // Достижения науки и техники АПК. 2005. № 1. С. 18-20.

19. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.

20. Кабилов Р.Р., Сагитова А.Р., Суханова Н.В. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории // Экология. 1997. № 6. С. 408-411.



21. Мишустин Е.В., Востров И.П., Петрова А.Н. Методика определения целлюлозоразрушающей активности почвы. М.: Наука, 1987. 375 с.

22. Fu, B., Chen, L., Huang, H., Qu, P., Wei, Z. (2021). Impacts of crop residues on soil health: a review. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, vol. 33, no. 1, pp. 164-173. doi: 10.1080/26395940.2021.1948354

References

1. Savchenko, E.S., Lukin, S.V. (2024). Upravlenie rezhimom organicheskogo veshchestva pochvy pri biologizatsii zemledeliya [Management of soil organic matter regime in biologization of agriculture]. *Vestnik Rossijskoi sel'skokhozyajstvennoy nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 6, pp. 61-65. doi: 10.31857/S2500208224060147

2. Rusakova, I.V. (2022). Izmenenie soderzhaniya obshchego i legkorazlagaeomogo organicheskogo veshchestva v derno-podzolistoi pochve pri dlitel'nom primeneni solomy [Change in the content of total and easily degradable organic matter in sod-podzolic soil with continuous application of straw]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 28-37. doi: 10.31857/S000218812210009X

3. Dedov, A.V., Kryukov, G.M. (2024). Vliyanie priemov biologizatsii i osnovnoi obrabotki na nakoplenie i khimicheskii sostav rastitel'nykh ostatkov v pakhotnom sloe pochvy pri vyrashchivanii sakharnoi svekly v usloviyakh lesostepi TSCHR [Influence of biologization practices and basic soil treatment on the accumulation and chemical composition of plant residues in the surface soil at sugar beet cultivating in the forest-steppe conditions of the Central Chernozem region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], vol. 17, no 2 (81), pp. 12-22. doi: 10.53914/issn2071-2243_2024_2_12

4. Wang, Y.J., Wang, Naihui, Huang, G.Q. (2022). How do rural households accept straw returning in Northeast China? *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 182, p. 106287. doi: 10.1016/j.resconrec.2022.106287

5. Breskina, G.M., Masyutenko, N.P., Chuyan, N.A. (2022). Biopreparaty kak sredstvo vosstanovleniya zdorov'ya chernozemnykh pochv [Biological products as a means of restoration of black soil health]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyajstvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], no. 2 (58), pp. 25-31. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-25-31

6. Breskina, G.M., Chuyan, N.A. (2022). Vliyanie biopreparatov i azotnykh udobrenii na fitotoksichnost' chernozema tipichnogo pri primeneni pobochnoi produktsii na udobrenie [The effect of biological preparations and nitrogen fertilizers on the phytotoxicity of typical chernozem soil when applying by-products for fertilizer]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyajstvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (385), pp. 57-61.

7. Masyutenko, N.P., Pankova, T.I., Kuznetsov, A.V., Masyutenko, M.N., Breskina, G.M., Chuyan, N.A. (2021). Vliyanie biopreparatov na razlozhenie rastitel'nykh ostatkov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v chernozeme tipichnom [Effect of biopreparations on the decomposition of plant residues of crops in typical chernozem]. *Yug Rossii: ehkologiya, razvitiye* [South of Russia: ecology, development], vol. 16, no. 2 (59), pp. 108-118. doi: 10.18470/1992-1098-2021-2-108-118

8. Baljeet, S.S., Dhanda, D., Mandal, N.K., Kumar, R., Sharma, D., Sath, P.K., Jabbarova, D., Duhan, J.S. (2024). Microbial contributions to sustainable paddy straw utilization for economic gain and environmental conservation. *Current Research in Microbial Sciences*, vol. 7, p. 100264. doi: 10.1016/j.crmicr.2024.100264. Available at: <https://www.sciencedirect.com/journal/current-research-in-microbial-sciences> (accessed: 15.12.2024).

9. Gao, X., Liu, W., Li, X., Zhang, W., Bu, Sh., Wang, A. (2023). A novel fungal agent for straw returning to enhance straw decomposition and nutrients release. *Environmental technology and innovation*, vol. 30, p. 103064. doi: 10.1016/j.eti.2023.103064

10. Zavalin, A.A., Nakaryakov, A.M. (2021). Ehfektivnost' primeneniya biopreparatov v poseve ozimoi pshenitsy na svetlo-seroi lesnoi pochve [Drugs efficiency in winter wheat crops on light grey forest soil]. *Zemledelie*, no 1, pp. 27-30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10107

11. Pusenkova, L.I., Garipova, S.R., Kuzina, E.V., Khasanova, G.R., Shakirzyanov, A.Kh. (2021). Ehfektivnost' obrabotki semyan i rastenii yarovoi pshenitsy i gorokha posevnogo mikrobiologicheskimi preparatami v model'nykh i polevykh opytakh [Efficiency of treatment of seeds and plants of spring wheat and pea with microbiological preparations in model and field experiments]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 35, no. 12, pp. 33-37. doi: 10.53859/02352451_2021_35_12_33

12. Korzhov, S.I., Trofimova, T.A., Kargbo, D., Framudu, T. (2022). Ehfektivnost' mikrobiologicheskikh preparatov pri vozdelevanii yachmenya [Efficiency of microbiological preparations in barley growing]. *Zemledelie*, no 7, pp. 40-44. doi: 10.24412/0044-3913-2022-7-40-43

13. Provorov, N.A., Tikhonovich, I.A. (2022). Sel'skokhozyajstvennaya mikrobiologiya i simbiogenetika: sintez klassicheskikh idei i konstruirovaniye vysokoproduktivnykh agrosenzov (Obzor) [Agricultural microbiology and symbiogenetics: synthesis of classical ideas and construction of highly productive agroseneses (Review)]. *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 57, no. 5, pp. 821-831. doi: 10.15389/agrobiolog.2022.5.821rus

14. Sheshegova, T.K., Shchekleina, L.M., Starikov, P.A. (2024). Vliyanie mikrobnoi inokulyatsii semyan na biokontrol' kornevyykh gnilei, biometriyu rastenii i urozhainost' yarovoi pshenitsy [Effect of microbial inoculation of seeds on root rot biocontrol, biometrical parameters and yield of spring wheat]. *Tavrichskii vestnik agrarnoi nauki* [Taurida herald of the agrarian sciences], no. 1 (37), pp. 187-197. doi: 10.5281/zenodo.10930956

15. Biryukov, E.V. (2008). Vozmozhnost' primeneniya biopreparatov Trikhodermin v kachestve mikrobiologicheskogo udobreniya v usloviyakh Tambovskoi oblasti [The possibility of using Trichodermin biopreparation as a microbiological fertilizer in the conditions of the Tambov region]. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki* [Problems of contemporary science and practice], vol. 1, no. 1 (11), pp. 84-92.

16. Lysov, A.K., Naumova, N.I., Kornilov, T.V., Krasnobayeva, I.L. (2024). Vliyanie dispersnosti raspyla i ehkstremaal'nykh pogodnykh uslovii na ehfektivnost' primeneniya biopreparatov [Influence of spray dispersion and extreme weather conditions on efficiency of biopreparation's application]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 5, pp. 71-74. doi: 10.24412/1029-2551-2024-5-012

17. Nikitin, D.A., Semenov, M.V., Chernov, T.I., Ksenofontova, N.A., Zhelezova, A.D., Ivanova, E.A., Khitrov, N.B., Stepanov, A.L. (2022). Mikrobiologicheskije indikatory ehkologicheskikh funktsii pochv (obzor) [Microbiological indicators of soil ecological functions (a review)]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 2, pp. 228-243. doi: 10.31857/S0032180X22020095

18. Eremina, R.F., Mashchenko, S.S., Chuyan, N.A., Fedorchenko, A.E., Ermakova, A.A. (2005). Tekhnologiya poverkhnostnogo kompostirovaniya rastitel'nykh ostatkov [Technology for surface composting of crop residues]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 1, pp. 18-20.

19. Dospikhov, B.A., Vasil'ev, I.P., Tulikov, A.M. (1987). *Praktikum po zemledel'iyu* [Workshop on farming]. Moscow, Agropromizdat Publ., 383 p.

20. Kabirov, R.R., Sagitova, A.R., Sukhanova, N.V. (1997). Razrabotka i ispol'zovanie mnogokomponentnoi test-sistemy dlya otsenki toksichnosti pochvennogo pokrova gorodskoi territorii [Development and use of a multicomponent test system for evaluating the toxicity of soil in an urban territory]. *Ehkologiya* [Ecology], no. 6, pp. 408-411.

21. Mishustin, E.V., Vostrov, I.P., Petrova, A.N. (1987). Metodika opredeleniya tsellyulozorazrushayushchei aktivnosti pochvy [Methodology for determination of cellulose-degrading activity of soil]. Moscow, Nauka Publ., 375 p.

22. Fu, B., Chen, L., Huang, H., Qu, P., Wei, Z. (2021). Impacts of crop residues on soil health: a review. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, vol. 33, no. 1, pp. 164-173. doi: 10.1080/26395940.2021.1948354

Информация об авторах:

Брескина Галина Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агропочвоведения и экологии почв, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2381-312X>, Researcher ID: ABG-3137-2021, SPIN-код: 9458-5775, breskina-galina@yandex.ru

Масютенко Нина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агропочвоведения и экологии почв, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8348-0609>, Scopus ID: 6505667734, SPIN-код: 8007-8718, vninp@mail.ru

Чуян Наталия Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агропочвоведения и экологии почв, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4212-3143>, Researcher ID: ABG-3309-2021, SPIN-код: 4082-7179, natalia-chuyan@yandex.ru

Дюкарева Анастасия Андреевна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории агропочвоведения и экологии почв, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0347-3260>, SPIN-код: 5332-4657, ok.anan@yandex.ru

Information about the authors:

Galina M. Breskina, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural soil science and soil ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2381-312X>, Researcher ID: ABG-3137-2021, SPIN-code: 9458-5775, breskina-galina@yandex.ru

Nina P. Masyutenko, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher of the laboratory of agricultural soil science and soil ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8348-0609>, Scopus ID: 6505667734, SPIN-code: 8007-8718, vninp@mail.ru

Natalia A. Chuyan, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural soil science and soil ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4212-3143>, Researcher ID: ABG-3309-2021, SPIN-code: 4082-7179, natalia-chuyan@yandex.ru

Anastasia A. Dyukareva, postgraduate student, junior researcher of the laboratory of agricultural soil science and soil ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0347-3260>, SPIN-code: 5332-4657, ok.anan@yandex.ru





Научная статья

УДК 339.54.012

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_494

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.А. Аксенов, Г.А. Трунин, М.С. Фабриков, М.С. Лисятников, Е.С. Прусов, С.И. Рощина.

Владимирский государственный университет, Владимир, Россия

Аннотация. Настоящая статья представляет собой всесторонний анализ тенденций развития производства сахарной свеклы и семян подсолнечника в Российской Федерации с акцентом на изменения произошедшие за последние два десятилетия. В исследовании рассматривается динамика посевных площадей, урожайности, объемов производства и экспорта указанных культур, что позволяет выявить основные тренды их развития в аграрном секторе страны. Анализируются факторы, оказывающие влияние на рост и развитие этих секторов сельского хозяйства, среди которых выделяются климатические условия, внедрение современных агротехнических методов, уровень государственной поддержки и международная торговая политика. Также уделяется особое внимание структурным изменениям в производстве и потреблении сахарной свеклы и семян подсолнечника как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Отдельное место в работе занимает рассмотрение подпрограмм «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» и «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации», которые играют ключевую роль в обеспечении устойчивого роста отрасли. Эти программы направлены на улучшение генетического потенциала растений, повышение качества семян и адаптацию сортов к различным природно-климатическим условиям регионов страны. Кроме того, исследование затрагивает вопросы эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения, влияния научно-технического прогресса на производительность труда в сельском хозяйстве и адаптации аграриев к новым вызовам, связанным с изменением климата и глобализацией рынков. На основании проведенного анализа формулируются прогнозы относительно будущего развития производства сахарной свеклы и семян подсолнечника в России, а также предлагаются практические рекомендации для повышения конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции на мировых рынках.

Ключевые слова: сахарная свекла, семена подсолнечника, подпрограммы развития, постановление правительства, тенденции

Благодарности: работа подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию (наименование темы научного исследования «Разработка и реализация стратегии развития внешнеэкономических связей сельского хозяйства и агропромышленного комплекса Российской Федерации с учетом санкционных ограничений и новых приоритетов экономического сотрудничества с зарубежными странами»; код научной темы, присвоенной учредителем — FZUN-2024-0007).

Original article

ANALYSIS OF DEVELOPMENT TRENDS IN SUGAR BEET AND SUNFLOWER SEED PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

I.A. Aksenov, G.A. Trunin, M.S. Fabrikov, M.S. Lisyatnikov, E.S. Prusov, S.I. Roshchina.

Vladimir State University, Vladimir, Russia

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of trends in the development of sugar beet and sunflower seed production in the Russian Federation, with an emphasis on changes that have occurred over the past two decades. The study examines the dynamics of sown areas, yields, production volumes and exports of these crops, which helps identify the main trends in their development in the country's agricultural sector. The factors influencing the growth and development of these agricultural sectors are analyzed, including climatic conditions, the introduction of modern agricultural methods, the level of government support and international trade policy. Particular attention is also paid to structural changes in the production and consumption of sugar beet and sunflower seeds in both the domestic and foreign markets. A special place in the work is occupied by the consideration of the subprograms «Development of breeding and seed production of sugar beet in the Russian Federation» and «Development of breeding and seed production of oil crops in the Russian Federation», which play a key role in ensuring sustainable growth of the industry. These programs are aimed at improving the genetic potential of plants, increasing the quality of seeds and adapting varieties to various natural and climatic conditions of the country's regions. In addition, the study addresses issues of the efficiency of agricultural land use, the impact of scientific and technological progress on labor productivity in agriculture and the adaptation of farmers to new challenges associated with climate change and market globalization. Based on the analysis, forecasts are made regarding the future development of sugar beet and sunflower seed production in Russia, and practical recommendations are offered to increase the competitiveness of domestic agricultural products in world markets. Research years — 1992-2024.

Keywords: sugar beet, sunflower seeds, development subprograms, government decree, trends

Acknowledgments: the work was prepared based on the results of research carried out at the expense of the federal budget on a state assignment (the name of the scientific research topic is «Development and implementation of a strategy for the development of foreign economic relations of agriculture and the agro-industrial complex of the Russian Federation, taking into account sanctions restrictions and new priorities of economic cooperation with foreign countries»; code scientific topic assigned by the founder — FZUN-2024-0007).

Введение. Цель исследования заключается в выявлении тенденций развития производства сахарной свеклы и семян подсолнечника в Российской Федерации.

Годы исследования — 1992-2024 гг.

Материалы и методы исследования. Теоретической и информационной базой исследова-

ния стали работы известных специалистов по проблемам развития агропромышленного комплекса В.Г. Басарева [2], В.Н. Кузьмина [7], ученых в области прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур Ю.П. Бондаренко [3], В.И. Векленко [4, 5], Д.С. Гаврин [6], И.И. Бартнев [6], А.П. Соколова [8], А.А. Воро-

пай [8], ученых в области прогнозирования урожайности семян подсолнечника

В исследовании широко использовались аналитические материалы и статистические данные Федеральной таможенной службы, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, базы данных ФАО Стат.



Методологическую основу исследования составили общенаучные и частнонаучные методы познания. При проведении исследования использовались диалектический и системный подходы к познанию явлений.

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики Российской Федерации, обеспечивая продовольственную безопасность страны и способствуя развитию сельских территорий. В этой связи производство таких важных сельскохозяйственных культур, как сахарная свекла и семена подсолнечника, играет важную роль не только в обеспечении внутреннего рынка, но и в формировании экспортного потенциала страны.

Результаты исследования. В Постановлении Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» систематизированы основные концепции планомерного импортозамещения иностранных компонентов, необходимых для полного цикла производства продукции агропромышленного сектора российского государства. Комплексный подход выражается не только в определении закрытого перечня задач и целей, но и профили-

рующей инициации подпрограмм, обладающих узкоотраслевой направленностью [2, 7].

В рамках нашего исследования рассмотрим:
1. Подпрограмму «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации».

2. Подпрограмму «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации».

1. Подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации».

Основная задача — первичный вывод на внутренний рынок конкурентоспособных гибридов сахарной свеклы. Однако фактическая проблема заключается в отсутствии достаточного уровня сформированности научно-производственной базы по исследованию данного вида селекции.

Как следует из содержания Приложения № 2 к Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2030 гг. — «Целевые индикаторы Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 года» (далее — Приложение № 2) Целевые индикаторы развития сельского хозяйства), план по увеличению доли присутствия

отечественных селекционных и генетических разработок по отношению к общему объёму отраслевого рынка составляет: 2018 г. — нет данных; 2019 г. — нет данных; 2020 г. — нет данных; 2021 г. — 2,97%; 2022 г. — 1,8%; 2023 г. — 2,5%; 2024 г. — 3%; 2025 г. — 4%; 2026 г. — 6%; 2027 г. — 9%; 2028 г. — 11%; 2029 г. — 15%; 2030 г. — 50%.

С целью статического изучения сельскохозяйственного рынка по странам-производителям сахарной свеклы, используя данные ФАО, нами были получены следующие результаты:

Представленные рис. 1 — 4 показывают о изменённом характере превалирующих показателей стран на международном рынке производства сахарной свеклы. Однако для наиболее наглядной демонстрации полученных результатов и последующего цифрового оперирования данными, по нашему мнению, следует свести показатели в общую табл. 1.

Из полученных данных нельзя не отметить волнообразный характер объёмов производства сахарной свеклы Российской Федерации. Несмотря на сельскохозяйственный потенциал российского государства, взаимозависимость внутринациональных политических, социальных и экономических показателей находятся в тесном переплетении друг с другом [3].

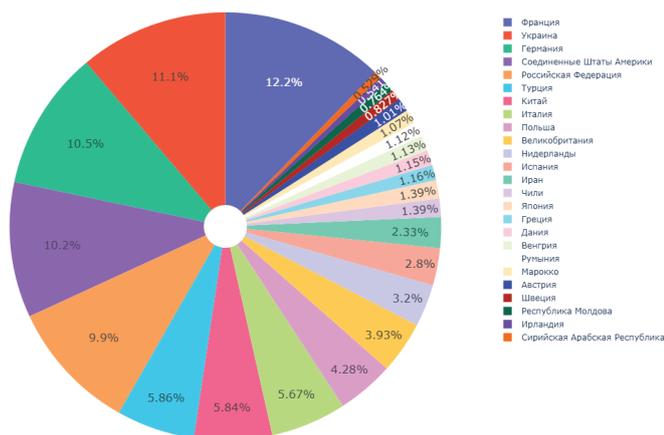


Рисунок 1. Производство сахарной свеклы по странам, 1992 г.
Источник: Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [9]
Figure 1. Sugar beet production by country, 1992
Source: Compiled by the authors based on FAO statistics [9]

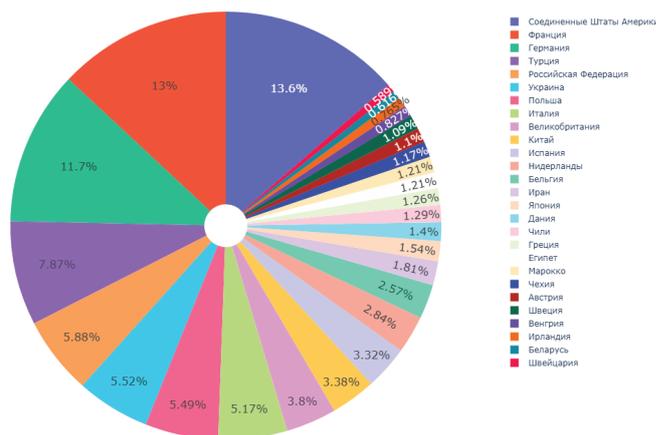


Рисунок 2. Производство сахарной свеклы по странам, 2000 г.
Источник: Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [9]
Figure 2. Sugar beet production by country, 2000
Source: Compiled by the authors based on FAO statistics [9]

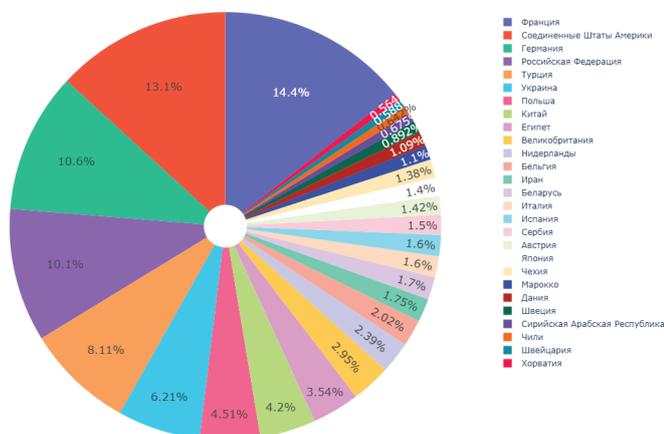


Рисунок 3. Производство сахарной свеклы по странам, 2010 г.
Источник: Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [9]
Figure 3. Sugar beet production by country, 2010
Source: Compiled by the authors based on FAO statistics [9]

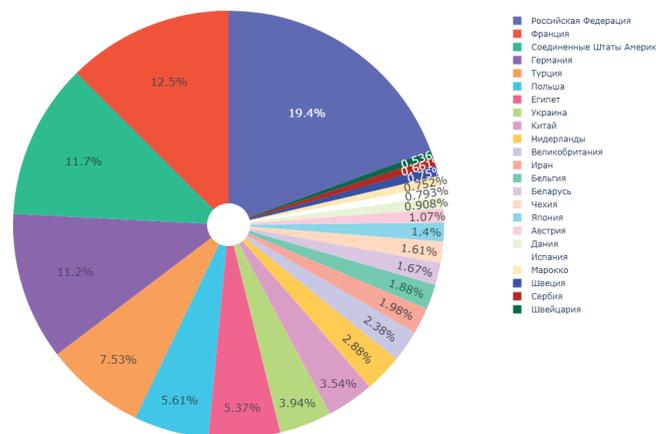


Рисунок 4. Производство сахарной свеклы по странам, 2022 г.
Источник: Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [9]
Figure 4. Sugar beet production by country, 2022
Source: Compiled by the authors based on FAO statistics [9]



Таблица 1. Объёмы производства стран-лидеров сахарной свеклы
Table 1. Production volumes of leading sugar beet producing countries

Основные страны	млн. тонн			
	1992 год	2000 год	2010 год	2022 год
Франция	31,53	31,12	31,87	31,50
Украина	28,78	13,20	13,75	9,94
Германия	27,15	27,87	23,43	28,20
Соединенные Штаты Америки	26,44	32,54	29,06	29,55
Российская Федерация	25,55	14,05	22,26	48,91
Турция	15,13	18,82	17,94	19,00
Китай	15,07	8,07	9,30	8,93
Италия	14,63	12,37	3,55	1,11
Польша	11,05	13,13	9,97	14,15
Великобритания	10,15	9,08	6,53	6,02
Нидерланды	8,25	6,80	5,28	7,26
Испания	7,23	7,93	3,53	2,00
Иран	6,01	4,33	3,87	5,00
Чили	3,59	3,09	1,42	0,68
Япония	3,58	3,67	3,09	3,55
Греция	3,00	3,01	0,89	0,00
Дания	2,97	3,34	2,41	2,29
Венгрия	2,93	1,98	0,82	0,47
Румыния	2,90	0,67	0,84	0,28
Марокко	2,75	2,88	2,44	1,90
Австрия	2,61	2,63	3,13	2,71
Швеция	2,14	2,60	1,97	1,89
Беларусь	1,12	1,47	3,77	4,23
Бельгия	нет данных	6,15	4,46	4,74
Египет	0,74	2,89	7,84	13,56
Сербия	нет данных	нет данных	3,32	1,67
Чехия	нет данных	2,81	3,06	4,06

Таблица 2. Доля страны в общемировом объёме производства сахарной свеклы
Table 2. Share countries in the global sugar beet production

Страна	Доля в мировом производстве сахарной свеклы, %			
	1992 год	2000 год	2010 год	2022 год
Франция	12.21	13.02	14.40	12.48
Украина	11.15	5.52	6.21	3.94
Германия	10.52	11.66	10.59	11.17
Соединенные Штаты Америки	10.24	13.61	13.13	11.71
Российская Федерация	9.90	5.88	10.06	19.38
Турция	5.86	7.87	8.11	7.53
Китай	5.84	3.38	4.20	3.54
Италия	5.67	5.17	1.60	-
Польша	4.28	5.49	4.51	5.61
Великобритания	3.93	3.80	2.95	2.38
Нидерланды	3.20	2.84	2.39	2.88
Испания	2.80	3.32	1.60	0.79
Иран	2.33	1.81	1.75	1.98
Чили	1.39	1.29	0.64	-
Япония	1.39	1.54	1.40	1.40
Греция	1.16	1.26	-	-
Дания	1.15	1.40	1.09	0.91
Венгрия	1.13	0.83	-	-
Румыния	1.12	-	-	-
Марокко	1.07	1.21	1.10	0.75
Австрия	1.01	1.10	1.42	1.07
Швеция	0.83	1.09	0.89	0.75
Беларусь	-	0.62	1.70	1.67
Бельгия	-	2.57	2.02	1.88
Египет	-	1.21	3.54	5.37
Сербия	-	-	1.50	0.66
Чехия	-	1.17	1.38	1.61

Проявление деструктивных либо дестабилизирующих предпосылок в одной сфере жизни общества в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе оказывает негативное влияние на целостное состояние национальной безопасности, в частности производственной. Например, положительное влияние внутригосударственной экономической устойчивости на производственные значения допустимо, по нашему мнению, проследить в Арабской Республике Египет — темп роста с 1992 г. по 2022 г. составил 1 722,35%, и в Республике Беларусь — темп роста за тот же временной промежуток — 277,55%. При этом понимание объёмов производства делает возможным расчёт доли каждого государства в производстве сахарной свеклы (табл. 2).

Из приведенных и доступных на сегодняшний день статистических данных следует, что в контексте нескольких десятилетий у Российской Федерации проявляется планомерный рост показателей. Детализированное изучение рынка, а именно количества уборных площадей (рис. 5), показало неочевидную положительную тенденцию. Во временном промежутке с 1992 г. по 2022 г. у российского государства происходит сокращение уборных площадей сахарной свеклы с 1,33 млн га до 1 млн га. При этом совокупный анализ данных (рис. 5 и табл. 1) указывают на существенный производственный прирост в аналогичный период времени с 25,55 млн тонн до 48,91 млн тонн, т.е. на 91,44%.

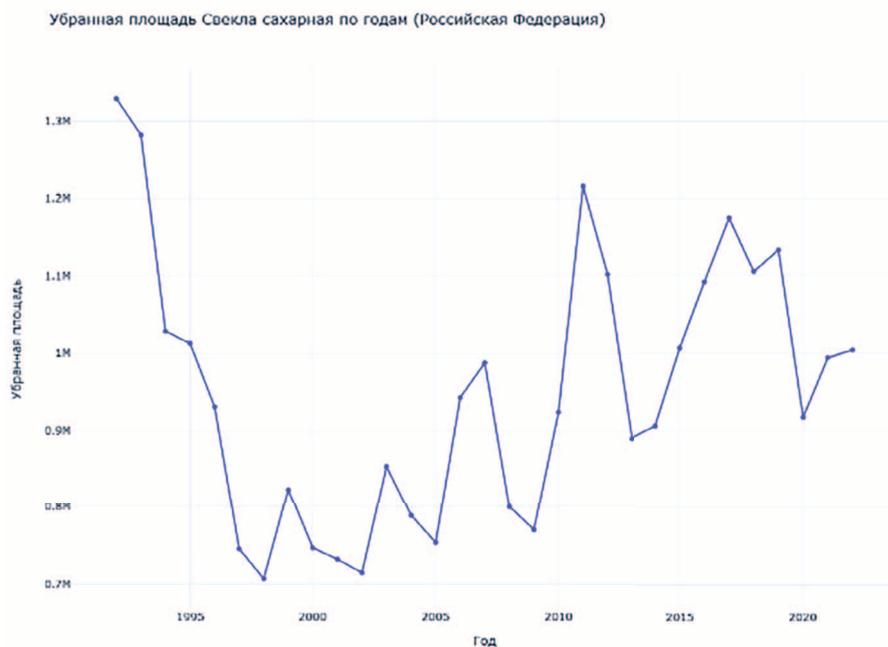


Рисунок 5. Уборная площадь (свекла сахарная) по годам — Российская Федерация
Figure 5. Harvested area (sugar beet) by year — Russian Federation



Попытки обоснования полученных результатов выразили потребность в совокупном их рассмотрении с содержанием подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации», а именно обозначенных ранее целевых индикаторов. Планомерный рост, по нашему мнению, обусловлен не только успешной импортозамещающей деятельностью по использованию отечественных селекционных и генетических разработок, но и систематическим внедрением современного технологического оборудования, в частности на базе интеграционного сопряжения с иностранными государствами, и компьютеризованных систем, адаптированных к сельскохозяйственным культурам и климатическим условиям их возращивания.

Понимание особенностей культуры — сахарная свекла, по нашему мнению, является не только актуальным для внутреннего потребления, но и для технического использования (например, сырьё для сахарной промышленности). Несмотря на попытки геополитического и геоэкономического давления (ограничений) со стороны сторонников однополярного мира, формирование устойчивого внутригосударственного сельскохозяйственного фундамента, выступающего гарантом продовольственной безопасности и независимости, позволит выйти не только на самообеспечение общества, но и обеспечит удовлетворение экспортных потребностей стратегических партнёров.

– Подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации».

Основная задача — создание и размножение новых сортов либо гибридов масличных культур отечественной селекции (подсолнечник, соя, рапс, лён и другие) в объёме, требуемом для промышленного производства с целью самообеспечения и экспорта продукции. Исходя из показателей Приложения № 2: Целевые индикаторы развития сельского хозяйства: 2018 г. — нет данных; 2019 г. — нет данных; 2020 г. — нет данных; 2021 г. — 43,4%; 2022 г. — 41,3%; 2023 г. — 45,3%; 2024 г. — 48%; 2025 г. — 52%; 2026 г. — 56%; 2027 г. — 60%; 2028 г. — 65%; 2029 г. — 70%; 2030 г. — 75%. Прослеживается тенденция к позиционированию Российской Федерацией масличных культур, как одной из конкурентоспособных отраслей агропромышленного сектора. С одной стороны, допустимо предположить, что данную направленность определило наше географическое положение и необходимые климатические условия для возращивания данных сельскохозяйственных культур. С другой, Россия, являясь правопреемницей СССР, унаследовала агропромышленный базис, который при условии его модернизации и расширения способен вывести государство на уровень самообеспечения и последующего экспортирования продукции за рубеж [5, 6].

Способность достижения указанных показателей в краткосрочной, среднесрочной и даль-

несрочной перспективе означает разумное распределение производственных ресурсов, использование не только внутринационального потенциала, но и результатов положительной синергии от интеграционного взаимодействия с иностранными государствами. Понимая, что рамки настоящего исследования не способны вместить статистические данные по всем видам масличных культур, приведём результаты исследований в отношении семян подсолнечника, как одних из наиболее перспективных экспортных направлений России (рис. 6-9).

Представленные рис. 6 — 9 демонстрируют выраженную тенденцию к сохранению лидирующих показателей Российской Федерацией по производству данных культур в течении десятилетий. Рассмотрим показатели производства семян подсолнечника более подробно (табл. 3).

Из приведённых данных следует, что с точки зрения развития производственного потенциала (семена подсолнечника), Российская Федерация находится в планомерном росте. Волнообразного характера в отличие от сахарной свеклы не выявлено. При этом нельзя не отметить резкие экспонентные тенденции у иностранных государств-партнёров. Объединённая Республика Танзания и Республика Казахстан во временном промежутке с 1992 г. по 2022 г. увеличили объёмы производства. Рост составил 3733% — Объединённая Республика Танзания, 1225,6% — Республика Казахстан.

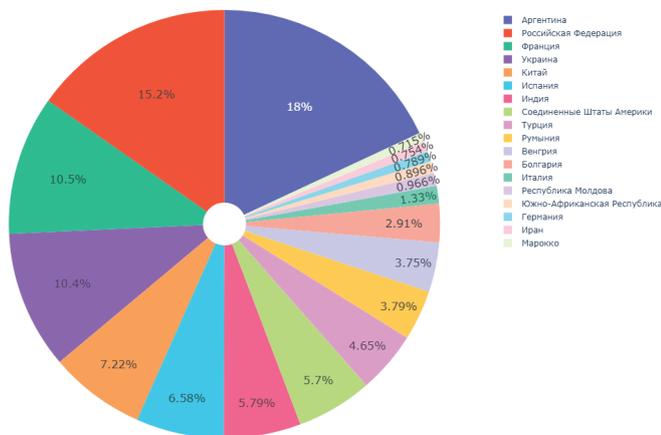


Рисунок 6. Производство семян подсолнечника по странам, 1992 г.
Figure 6. Sunflower seed production by country, 1992

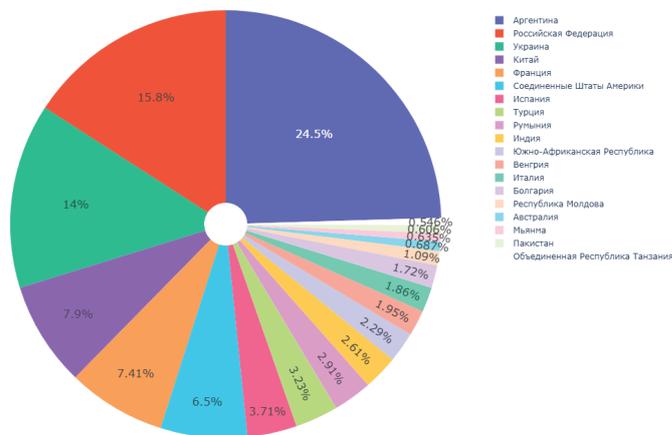


Рисунок 7. Производство семян подсолнечника по странам, 2000 г.
Figure 7. Sunflower seed production by country, 2000

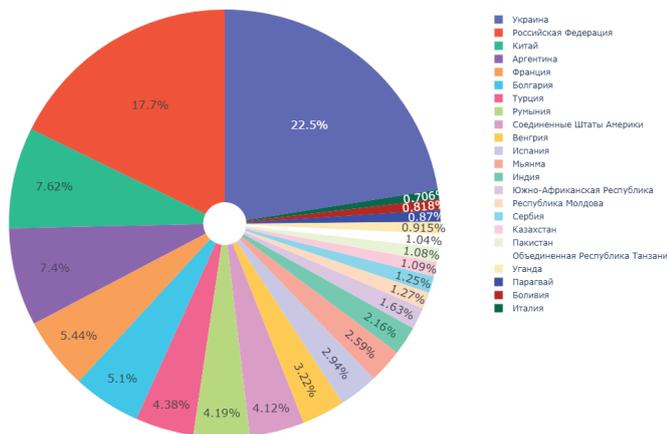


Рисунок 8. Производство семян подсолнечника по странам, 2010 г.
Figure 8. Sunflower seed production by country, 2010

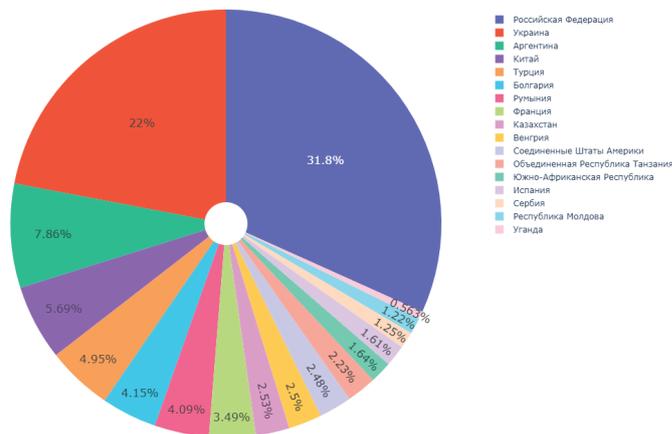


Рисунок 9. Производство семян подсолнечника по странам, 2022 г.
Figure 9. Sunflower seed production by country, 2022



Таблица 3. Объемы производства стран-лидеров семян подсолнечника
Table 3. Production volumes of leading sunflower seed producing countries

Основные страны	тонн			
	1992 г.	2000 г.	2010 г.	2022 г.
Аргентина	3,68	6,07	2,23	4,05
Российская Федерация	3,11	3,92	5,34	16,36
Франция	2,14	1,83	1,64	1,80
Украина	2,13	3,46	6,77	11,33
Китай	1,47	1,95	2,30	2,93
Испания	1,34	0,92	0,89	0,83
Индия	1,18	0,65	0,65	0,25
Соединенные Штаты Америки	1,16	1,61	1,24	1,28
Турция	0,95	0,80	1,32	2,55
Румыния	0,77	0,72	1,26	2,11
Венгрия	0,76	0,48	0,97	1,29
Болгария	0,59	0,43	1,54	2,14
Италия	0,27	0,46	0,21	0,27
Республика Молдова	0,20	0,27	0,38	0,63
Южно-Африканская Республика	0,18	0,57	0,49	0,85
Казахстан	0,10	0,10	0,33	1,30
Мьянма	0,09	0,16	0,78	0,21
Объединенная Республика Танзания	0,03	0,14	0,31	1,15
Пакистан	0,06	0,15	0,33	0,08
Сербия	нет данных	нет данных	0,38	0,64

Таблица 4. Доля стран в общемировом объеме производства семян подсолнечника и сырого подсолнечного масла
Table 4. Share of countries in the global production volume of sunflower seeds and crude sunflower oil

Основные страны	Доля в мировом производстве, %			
	1992 г.	2000 г.	2010 г.	2022 г.
Аргентина	18,01	24,53	7,40	7,86
Российская Федерация	15,23	15,84	17,73	31,76
Франция	10,50	7,41	5,44	3,49
Украина	10,42	13,97	22,46	21,99
Китай	7,22	7,90	7,62	5,69
Испания	6,58	3,71	2,94	1,61
Индия	5,79	2,61	2,16	Нет данных
Соединенные Штаты Америки	5,70	6,50	4,12	2,48
Турция	4,65	3,23	4,38	4,95
Румыния	3,79	2,91	4,19	4,09
Венгрия	3,75	1,95	3,22	2,50
Болгария	2,91	1,72	5,10	4,15
Италия	1,33	1,86	0,71	Нет данных
Республика Молдова	0,97	1,09	1,27	1,22
Южно-Африканская Республика	0,90	2,29	1,63	1,64
Казахстан	Нет данных	Нет данных	1,09	2,53
Мьянма	Нет данных	0,63	2,59	Нет данных
Объединенная Республика Танзания	Нет данных	0,55	1,04	2,23
Пакистан	Нет данных	0,61	1,08	Нет данных
Сербия	Нет данных	Нет данных	1,25	1,25

На основе полученных данных, по нашему мнению, считается возможным определить долю стран в общемировом объеме производства семян подсолнечника и сырого подсолнечного масла (табл. 4).

Из приведенных данных следует, что со стороны Российской Федерации происходит планомерное увеличение общемировой доли производства семян подсолнечника и сырого

подсолнечного масла [8]. Подобная тенденция, по нашему мнению, является логичным следствием, например, выраженного увеличения уборных площадей семян подсолнечника и приростом площадей на 217,83%, а производства на 426,16% (рис. 9).

Обсуждение. На основе анализа постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Феде-

ральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» и подпрограмм «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» и «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации» можно отразить, что российское государство систематизировало:

Во-первых, критически важные компоненты сельского хозяйства, требующие временного импортозамещения, ввиду необходимости поддержания темпов функционирования и роста агропромышленного комплекса [4]. К числу которых, в частности, были отнесены: восполнение кормовых аминокислот, за исключением лизина и метионина, которые имеют локальное производство; ввоз с территории государств-партнёров нетелей с целью восполнения недостающего поголовья; укрупнение, восполнение и обновление современной сельскохозяйственной техники и прочее.

Во-вторых, экспортный потенциал по отдельным позициям (например, подсолнечное масло).

В-третьих, направления подготовки кадрового потенциала в области сельского хозяйства.

В-четвёртых, необходимость генетических исследований по развитию селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур и т.д.

Общее видение проблем, связанных с недостаточным уровнем самообеспечения требуемыми компонентами для производства, в частности сельскохозяйственной продукции, сформировало необходимость более выраженного проявления интеграционных процессов [1]. Однако, учитывая опыт межгосударственного взаимодействия в ЕАЭС, допустимо

Уборная площадь Семена подсолнечника по годам (Российская Федерация)

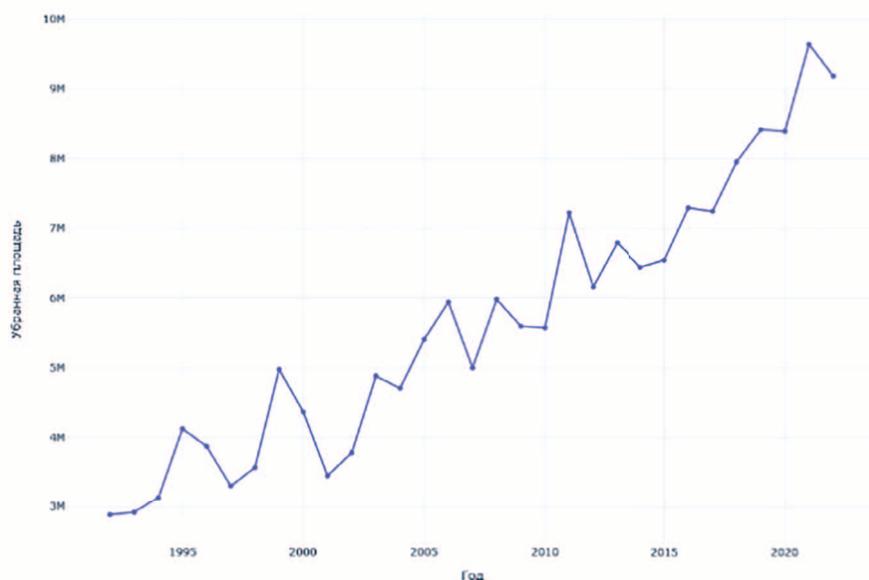


Рисунок 9. Уборная площадь (семена подсолнечника) по годам — Российская Федерация
Figure 9. Harvested area (sunflower seeds) by year — Russian Federation



утверждать, что Россия находится в попытках обретения баланса между обеспечением национальной безопасности и необходимостью интеграционной деятельности.

Заключение. Исследуя способность достижения показателей, указанных в Постановлении Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы, и сопоставляя плановые и фактические данные, используя доступную статистику ФАО, мы пришли к следующим выводам:

- Во-первых, достижение результатов федеральной программы, исходя из выявленных тенденций, реализуемо.
- Во-вторых, произведённый анализ сегментарных показателей производства продукции агропромышленного комплекса, с одной стороны, позволил выявить гипотетическую возможность достижения продовольственной независимости, а с другой, определил перспективные направления экспортной деятельности Российской Федерации.

Безусловно, совокупность мероприятий, направленных на снижение зависимости от импортозамещения, формирование собственных источников производства компонентов для создания конечного продукта агропромышленного комплекса — это верный вектор развития российского государства, который отвечает геополитическим и геоэкономическим вызовам, стоящим перед страной. Однако, по нашему мнению, стратегия выстраивания краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных перспектив, в разрезе экспортной деятельности агропромышленного сектора, должна строиться на определении стратегическим партнёров, с учётом мировой практики смещения государственных ориентиров при изменении полярности.

Список источников

1. Агропромышленный комплекс Евразийского экономического союза: контекст продовольственной безопасности / И.А. Аксенов, Г.А. Трунин, М.С. Фабриков [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 6(402). С. 728-731. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_6_728.
2. Басарева В.Г. Интеллектуальная деятельность в Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы / В.Г. Басарева // Никоновские чтения. 2023. № 28. С. 71-75.
3. Бондаренко Ю.П. Тенденции и перспективы расширения производства семян подсолнечника в региональном пространстве России // Региональные агроистемы: экономика и социология. 2024. № 2. С. 4-14.
4. Векленко В.И. Региональные тенденции и прогнозирование урожайности семян подсолнечника // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 107-114.
5. Векленко В.И. Тенденции развития и устойчивости производства сахарной свеклы в ведущих странах и регионах РФ // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 114-122.
6. Гаврин Д.С. Тенденции климатических изменений вегетационного периода в ЦЧР и их значение для семеноводства сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2021. № 5. С. 22-26. DOI: 10.25802/SB.2021.32.53.004. EDN FJUSQF.
7. Кузьмин, В. Н. Определение показателей Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы // Техника и оборудование для села. 2022. № 11(305). С. 44-48. DOI: 10.33267/2072-9642-2022-11-44-48.
8. Соколова А.П. Состояние российского рынка семян подсолнечника // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107. С. 1568-1578.
9. ФАО. 2022. FAO publications catalogue 2022. Rome. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (дата обращения: 10.01.2025)

References

1. Aksenov I.A., Trunin G.A., Fabrikov M.S., et al. (2024). *Agropromyshlennyy kompleks Yevraziyskogo ekonomicheskogo soyuza: kontekst prodovol'stvennoy bezopasnosti* [Agricultural complex of the Eurasian Economic Union: The context of food security]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyajstvennyy zhurnal*, no. 6(402), pp. 728-731.

industrial complex of the Eurasian Economic Union: The context of food security]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyajstvennyy zhurnal*, no. 6(402), pp. 728-731.

2. Basareva V.G. (2023). *Intellektual'naya deyatel'nost' v Federal'noy nauchno-tekhnicheskoy programme razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2017-2030 gody* [Intellectual activity in the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030]. *Nikonov Readings*, no. 28, pp. 71-75.

3. Bondarenko Yu.P. (2024). *Tendentsii i perspektivy rasshireniya proizvodstva semyan podsolnechnika v regional'nom prostranstve Rossii* [Trends and prospects for expanding sunflower seed production in the regional space of Russia]. *Regional agrosystems: economics and sociology*, no. 2, pp. 4-14.

4. Veklenko V.I. (2022). *Regional'nyye tendentsii i prognozirovaniye urozhaynosti semyan podsolnechnika* [Regional trends and forecasting of sunflower seed yield]. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, no. 3, pp. 107-114.

5. Veklenko V.I. (2022). *Tendentsii razvitiya i ustoychivosti proizvodstva sakharnoy svekly v vedushchikh stranakh i regionakh RF* [Trends in the development and sustainability of sugar beet production in leading countries and regions of the Russian Federation]. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, no. 2, pp. 114-122.

6. Gavrin D.S. & Bartenev I.I. (2021). *Tendentsii klimaticheskikh izmeneniy vegetatsionnogo perioda v TSCHR i ikh znacheniyе dlya semenovodstva sakharnoy svekly* [Trends in climate changes during the growing season in the Central Chernozem Region and their significance for sugar beet seed production]. *Sugar Beet*, no. 5, pp. 22-26.

7. Kuzmin V.N. (2022). *Opredeleniye pokazateley Federal'noy nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2017-2030 gody* [Determination of indicators of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030]. *Technique and equipment for the village*, no. 11(305), pp. 44-48.

8. Sokolova A.P. & Voropai A.A. (2015). *Sostoyaniye rossiyskogo rynka semyan podsolnechnika* [The state of the Russian sunflower seed market]. *Polythematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*, no. 107, pp. 1568-1578.

9. ФАО. 2022. FAO publications catalogue 2022. Rome. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (accessed: 10.01.2025)

Информация об авторах:

Аксенов Илья Антонович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственного права и управления таможенной деятельностью, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0541-327X>, il_aks@mail.ru

Трунин Григорий Александрович, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового права и таможенной деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0035-0903>, Trunin_gr@mail.ru

Фабриков Максим Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по экономике и развитию инфраструктуры, заведующий кафедрой технологического и экономического образования, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-7063-7529>, fabrikoff@mail.ru

Лисятников Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии функциональных и конструкционных материалов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5262-6609>, mlisyatnikov@mail.ru

Прусов Евгений Сергеевич, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры строительные конструкции, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4189-877X>, eprusov@mail.ru

Рощина Светлана Ивановна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой строительные конструкции, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0356-1383>, rsi3@mail.ru

Information about authors:

Ilya I. Aksenov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of state law and customs management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0541-327X>, il_aks@mail.ru

Grigory A. Trunin, candidate of economic sciences, associate professor of the department of financial law and customs activities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0035-0903>, trunin_gr@mail.ru

Maxim S. Fabrikov, candidate of pedagogical sciences, associate professor, vice-rector for economics and infrastructure development, head of the department of technological and economic education, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-7063-7529>, fabrikoff@mail.ru

Mikhail S. Lisyatnikov, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of technology of functional and structural materials, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5262-6609>, mlisyatnikov@mail.ru

Evgeniy S. Prusov, doctor of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of building structures, Vladimir State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4189-877X>, eprusov@mail.ru

Svetlana I. Roshchina, doctor of technical sciences, professor, head of the department of building structures, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0356-1383>, rsi3@mail.ru





АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Научная статья

УДК 338.436

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_500

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-АНАЛИТИКИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ УРАЛА

В.В. Сулимин¹, В.В. Шведов¹, Е.А. Колобов^{1,2,3}, Н.С. Борзунова²

¹Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

²Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

³Арамилская городская больница, Арамил, Свердловская область, Россия

Аннотация. В условиях стремительной цифровой трансформации агропромышленного комплекса растет роль интернет-технологий и веб-аналитических сервисов в поиске и оценке перспективных направлений развития. Настоящая статья посвящена выявлению наиболее актуальных трендов в сельском хозяйстве Урала с помощью инструментов веб-аналитики, позволяющих собирать и обобщать данные о пользовательских запросах, сезонности спроса и динамике изменения интереса к органическому, экологически чистым и инновационным технологиям в аграрной сфере. Авторы рассматривают возможности платформы Яндекс.Wordstat как доступных средств анализа, позволяющих получить первичную статистику о состоянии рынка и потребностях конечных пользователей. Сельское хозяйство Урала, отличающееся разнообразием климатических условий и широким спектром культур, становится все более привлекательным для внедрения органических методов производства и освоения современных цифровых технологий. Использование веб-аналитики способно выявлять закономерности и точки роста, среди которых особый интерес вызывают органическое земледелие, экологически чистые продукты, био-фермы и развитие агротуризма. В статье также освещаются аспекты сертификации органической продукции и возможности сокращения разрыва между производителями и конечными покупателями. В работе подчеркивается, что интеграция веб-аналитических методов дает более полную картину рынка, учитывая как сезонные колебания, так и общие тенденции цифровизации. Предложенный подход может быть адаптирован для различных регионов и направлений агропромышленного комплекса, способствуя повышению эффективности и конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства.

Ключевые слова: веб-аналитика, сельское хозяйство, Урал, органические продукты, цифровизация, органическое земледелие, перспективные направления

Original article

APPLICATION OF WEB ANALYTICS TO IDENTIFY PROMISING DIRECTIONS IN AGRICULTURE IN THE URALS

V.V. Sulimin¹, V.V. Shvedov¹, E.A. Kolobov^{1,2,3}, N.S. Borzunova²

¹Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

²Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

³Aramil City Hospital, Aramil, Sverdlovsk region, Russia

Abstract. In the context of rapid digital transformation of the agro-industrial complex, the role of Internet technologies and web analytics services in searching for and assessing promising areas of development is growing. This article is devoted to identifying the most relevant trends in Ural agriculture using web analytics tools that allow collecting and summarizing data on user requests, seasonality of demand, and the dynamics of interest in organic, environmentally friendly, and innovative technologies in the agricultural sector. The authors consider the capabilities of platform Яндекс.Wordstat as accessible analysis tools that allow obtaining primary statistics on the state of the market and the needs of end users. Ural agriculture, characterized by a variety of climatic conditions and a wide range of crops, is becoming increasingly attractive for the introduction of organic production methods and the development of modern digital technologies. The use of web analytics can identify patterns and growth points, among which organic farming, environmentally friendly products, bio-farms, and the development of agritourism are of particular interest. The article also covers aspects of organic certification and the possibilities of reducing the gap between producers and end consumers. The work emphasizes that the integration of web analytical methods provides a more complete picture of the market, taking into account both seasonal fluctuations and general digitalization trends. The proposed approach can be adapted to various regions and areas of the agro-industrial complex, contributing to increased efficiency and competitiveness of domestic agriculture.

Keywords: web analytics, agriculture, Urals, organic products, digitalization, organic farming, promising areas

Постановка проблемы. Агропромышленный комплекс России в последние годы переживает серию преобразований, вызванных сочетанием экономических, технологических и социальных факторов. Среди ключевых тенденций можно выделить усиление роли органического производства, рост запросов на экологически чистые продукты и стремление к более рациональному использованию природных ресурсов. Урал, как один из наиболее многопрофильных регионов в сельскохозяйственном отношении, обладает значительным потенциалом развития данных направлений. Местное сельское хозяйство характеризуется широким

спектром выращиваемых культур, наличием как крупных агрохолдингов, так и малых фермерских хозяйств, а также активным поиском новых моделей взаимодействия между производителями и потребителями.

Важным фактором, определяющим эффективное развитие отрасли, становится цифровизация. Новейшие информационные технологии все глубже проникают в сельское хозяйство, предлагая решения для оптимизации производственных процессов, улучшения качества продукции и упрощения коммуникативных связей. При этом веб-аналитика занимает особое место: она позволяет анализировать большие массивы

данных, отражающих интересы потребителей, сезонные колебания спроса и тенденции поиска информации о конкретных товарах или услугах. Современные веб-аналитические инструменты становятся доступными даже для небольших хозяйств, что способствует их интеграции в повседневную практику.

Органическое земледелие на Урале является одним из наиболее обсуждаемых направлений, поскольку сочетает в себе экологические преимущества, инновационную составляющую и потенциальную выгоду для местных сообществ. Переход от традиционной системы выращивания к органической требует изменения подхода



к удобрениям, системам защиты растений и принципам хранения продукции, однако результаты могут привести к увеличению конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. К тому же повышение спроса на органическую продукцию свидетельствует о том, что потребители все чаще обращают внимание на качество и безопасность товаров. Это открывает фермерам новые возможности по формированию устойчивого бренда и укреплению позиций в нише экологически чистого сельского хозяйства.

В то же время покупатели хотят не просто приобретать «органику», но и понимать, в каких условиях она была произведена. Именно здесь цифровые каналы коммуникации (социальные сети, корпоративные сайты, онлайн-агрегаторы) играют роль связующего звена между производителями и конечными пользователями. Прозрачность и доступность информации о происхождении продукции становятся конкурентным преимуществом, а сервисы веб-аналитики помогают понять, как формируется этот спрос, каковы предпочтения аудитории и какие факторы влияют на выбор в пользу экологически чистых товаров.

Отдельное направление, набирающее популярность, — это био-фермы и агротуризм. Для Урала, обладающего живописными ландшафтами и самобытной культурой, открываются возможности использования фермерских хозяйств не только для производства, но и для привлечения туристов. Веб-аналитика позволяет исследовать интерес потенциальных гостей, выявлять запросы на определенные виды отдыха (например, дегустации, мастер-классы, экотуры) и адаптировать предложение в соответствии с этими данными.

Сертификация органической продукции — еще один важный аспект, в котором может проявляться сила веб-аналитики. С одной стороны, наличие официальных сертификатов дает фермерам доступ к более требовательной и платежеспособной аудитории, а с другой — потребители получают подтверждение качества продукта. Анализ поисковых запросов по теме сертификации позволяет выявить, насколько широко население осведомлено о таких документах и какие вопросы вызывают трудности или сомнения. Соответственно, органы управления сельским хозяйством могут использовать эти данные для планирования просветительских кампаний, разработки методических рекомендаций и оказания поддержки в получении сертификатов.

В конечном счете использование веб-аналитики в сельском хозяйстве Урала способно стать катализатором процессов модернизации и устойчивого роста. Систематический сбор данных о поисковых запросах, трендах и тематических интересах дает возможность принимать более точные управленческие решения. Сельскохозяйственные предприятия, осваивающие аналитику, могут повышать эффективность сбыта, разрабатывать востребованные продукты и прогнозировать изменения рынка. Научная актуальность исследования данной темы обусловлена возрастанием роли цифровых инструментов в аграрном секторе, а практическая ценность заключается в возможности тиражирования данного опыта на другие регионы и сферы АПК.

Библиографический анализ проблемы. Анализ научных публикаций по теме цифровизации и внедрения информационно-коммуникационных технологий в аграрном секторе показывает, что многие авторы подчеркивают необходимость комплексного подхода к развитию отрасли. Одним из важных направлений трансформации аграрного сектора является активное внедрение информационно-коммуникационных технологий. По мнению Аварского Н.Д.

и Тарана В.В., цифровые инструменты позволяют автоматизировать процессы управления хозяйствами, улучшить логистику и анализ данных, а также обеспечить оперативное реагирование на рыночные изменения [1]. В схожем ключе рассматривает проблему Федоров А.Д., утверждая, что цифровизация сельского хозяйства способствует росту его эффективности и расширению каналов сбыта продукции. Он подчеркивает, что использование технологий анализа данных позволяет прогнозировать урожайность, снижать издержки и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [10].

Добровлянин В.Д. и Антинескул Е.А. анализируют текущий уровень цифровизации сельского хозяйства в России и приходят к выводу, что большинство агропредприятий все еще не обладают необходимыми компетенциями и ресурсами для полноценного внедрения цифровых решений [5]. Они указывают на необходимость государственной поддержки и создания образовательных программ для фермеров. Субаева А.К. и соавторы выделяют три ключевых направления цифровизации АПК: развитие систем точного земледелия, внедрение автоматизированных решений для мониторинга состояния почв и сельхозкультур, а также использование цифровых платформ для торговли и управления агробизнесом [9]. В свою очередь, Назаров Д.М. и коллеги приводят пример цифровизации сельского хозяйства на примере Румынии, отмечая, что успех данного процесса напрямую зависит от уровня государственной поддержки и инвестиционной привлекательности отрасли [6]. Авторы считают, что без внедрения цифровых решений сельскохозяйственные предприятия рискуют снизить свою конкурентоспособность.

Огнивцев С.Б. рассматривает цифровизацию агропрмышленного комплекса не только с точки зрения автоматизации процессов, но и как экономическую необходимость. Он отмечает, что цифровые технологии создают новые модели взаимодействия между производителями, переработчиками и конечными потребителями [7]. Важную роль в трансформации сельского хозяйства играют аграрно-пищевые технологии, разрабатываемые с учетом новых научных достижений. Горлов И.Ф., Мосолова Н.И. и Суркова С.А. подчеркивают, что в условиях глобальных изменений климата и повышения требований к экологической безопасности аграрной продукции критически важно внедрение инновационных методов производства [4]. Рада А.О. и соавторы рассматривают цифровые технологии как инструмент повышения эффективности АПК, указывая, что одним из перспективных направлений является разработка методик оценки эффективности их внедрения [8]. Они подчеркивают, что для обеспечения максимального эффекта от цифровизации необходимо создание интегрированных систем анализа и управления сельскохозяйственными предприятиями. Проблемы управления цифровой трансформацией сельского хозяйства рассматривает Воронин Б.А. совместно с Митиным А.Н. и Пичугиным О.А. Авторы приходят к выводу, что цифровизация требует комплексного подхода, включающего разработку стратегий на уровне государства и частного сектора [3]. Они подчеркивают, что помимо технологических барьеров значительное влияние на процесс оказывает недостаток квалификации кадров. Богданчиков И.Ю. исследует перспективы сельского хозяйства будущего, выделяя такие ключевые тенденции, как роботизация, использование беспилотных летательных аппаратов и биоинженерные решения [2]. По его мнению, цифровые технологии способны кардинально изменить отрасль, однако для их

успешного внедрения требуется развитие соответствующей инфраструктуры и модернизация существующих агропредприятий.

Таким образом, на основе различных источников можно сделать вывод о многогранности и комплексности проблематики. Научное сообщество сходит во мнении, что успешная цифровизация, включая веб-аналитику, органически связана с модернизацией оборудования, обучением кадров и формированием новой цифровой культуры в АПК. Только при условии системного подхода удастся обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства, включая регион Урала, с его специфическими климатическими и социально-экономическими особенностями.

Методология и методы исследования.

В основу исследования легла методика анализа с помощью инструментов веб-аналитики, направленная на выявление и интерпретацию динамики пользовательских запросов в сфере сельского хозяйства Урала. На первом этапе были определены ключевые направления АПК (органическое земледелие, экологически чистые продукты, органические удобрения, сертификация и другие), после чего из системы онлайн-аналитики Яндекс.Wordstat собраны статистические данные по ряду целевых запросов.

Для обеспечения сопоставимости результатов применялось несколько критериев выбора поисковых фраз:

1. Тематическая релевантность — фразы напрямую связаны с сельским хозяйством (например, «органическое земледелие Урал»).
2. Локальная привязка — все запросы фильтровались по региону «Урал» или по отдельным областям, входящим в его состав.
3. Стабильность вхождений — ключевые слова выбирались с учетом постоянства интереса к ним на протяжении нескольких месяцев.

Собранные данные классифицировались в таблицах по признаку «направление — период — частота запросов». Затем применялся сравнительный анализ, позволяющий определить наиболее востребованные темы, выявить сезонные колебания и оценить резкие всплески интереса.

Завершающим этапом работы стала систематизация и обобщение результатов в сводных таблицах по месяцам и ключевым словам, чтобы сравнить динамику за несколько периодов. Такой подход дал возможность выделить направления АПК Урала, которые демонстрируют позитивную динамику и могут считаться перспективными. Одновременно оценивались потенциальные риски: отсутствие сертификации, нехватка знаний о технологии органического производства и неравномерный спрос в течение года.

Таким образом, комплексная методика основана на сочетании веб-аналитических инструментов, статистического анализа и экспертной оценки, что позволяет получить максимально объективные результаты и сформировать рекомендации по развитию сельского хозяйства Урала с опорой на актуальные цифровые тенденции.

Результаты и обсуждение. Для проведения исследования был выбран инструмент Яндекс.Wordstat — система, позволяющая получить статистику поисковых запросов пользователей по заданным ключевым фразам и региональным фильтрам. В частности, с его помощью были собраны данные по запросам, связанным с такими направлениями, как «органическое сельское хозяйство», «органическое земледелие», «экологически чистые продукты», «органические продукты», «сертификация органической продукции», «органические удобрения применение», «био ферма», «органическое животноводство» и «развитие органического сельского хозяйства». Сбор





данных осуществлялся за период с февраля 2023 г. по январь 2025 г.

После экспорта информации данные были систематизированы в две сводные таблицы. Таблица 1 отражает суммарные показатели частотности по девяти ключевым запросам, а таблица 2 — динамику изменения частотности запросов по месяцам.

Для простоты восприятия опишем алгоритм анализа на примере запроса «органическое сельское хозяйство» (рис. 1). В сервисе Яндекс.Wordstat наберем соответствующий запрос и укажем регион «Урал».

На рисунке 1 представлен топ запросов по нашему ключевому слову, далее перейдем на вклад-

ку «похожие» и увидим, какие похожие запросы делают пользователи, когда ищут информацию об органическом сельском хозяйстве (рис. 2).

Далее проанализируем динамику этого запроса в период с февраля 2023 г. по январь 2025 г. (рис. 3). Мы видим, что интерес к этому направлению начал появляться только в 2024 г.

Далее проанализируем по такому же принципу все запросы и выявим закономерности. Ниже представлена сводная таблица 1, которая суммирует данные по 9 основным запросам. Таблица демонстрирует как абсолютное количество поисковых запросов, так и примеры смежных фраз, и краткие комментарии относительно выявленных трендов.

Сводная таблица 2 позволяет выявить сезонные колебания и пиковые периоды активности, отражающие влияние аграрных циклов и внешних информационных факторов.

Анализ сводной таблицы 2 по основным запросам показал, что наиболее массовый запрос связан с «органическими продуктами», который набирает 3540 запросов, что свидетельствует о высоком уровне интереса конечных потребителей к качественной и безопасной продукции. Значительный интерес также наблюдается по запросу «экологически чистые продукты» (281 запрос), что подтверждает растущую популярность здорового питания. Запросы, связанные с «органическим земледелием» и «органическим сельским хозяйством», демонстрируют умеренную активность (256 и 117 запросов соответственно), что характерно для специалистов и фермеров, интересующихся переходом на экологичные технологии.

Динамика поисковых запросов демонстрирует явную сезонность: весной и осенью наблюдается повышение активности по большинству направлений. Например, запрос «органическое сельское хозяйство» достиг пиковых значений в апреле 2024 г. (604 запроса) и ноябре 2024 г. (1304 запроса). Аналогичные закономерности отмечаются и по запросу «органические удобрения применение» — весной значения достигают пиков, что обусловлено подготовкой и проведением посевных работ. В то же время запрос «органические продукты» демонстрирует рост в зимний период, что может быть связано с повышенной покупательной активностью потребителей в условиях холодного времени года. Эти данные позволяют утверждать, что цифровой интерес аудитории к органическим технологиям в сельском хозяйстве коррелирует с реальными аграрными циклами и внешними информационными факторами, такими как отраслевые конференции, выставки и публикации в СМИ. Рост активности по узконаправленным запросам, таким как «сертификация органической продукции» (хотя и на низком уровне), указывает на наличие информационного разрыва, требующего дополнительных разъяснительных мероприятий и образовательных программ для производителей (табл. 3).

Практические рекомендации и выводы. Наибольшее количество поисковых запросов связано с конечным потреблением, а не с методами производства. Это подтверждает, что рынок органической продукции ориентирован, в первую очередь, на розничного покупателя. Четко прослеживаются пики активности весной и осенью, что требует соответствующего подхода к маркетингу. Отмечены скачки поисковой активности, совпадающие с аграрными мероприятиями, субсидиями и медийными публикациями. Сертификация, органическое животноводство и био фермы пока остаются узкоспециализированными направлениями с ограниченным числом запросов. Данные веб-аналитики позволяют прогнозировать потребительский интерес и адаптировать стратегии бизнеса.

Исходя из этого:

1. Производителям и ритейлерам необходимо адаптировать маркетинговые стратегии, усиливая продвижение в периоды максимального потребления (осень-зима).
2. Для повышения доверия к продукции целесообразно акцентировать внимание на сертификацию, предоставляя покупателям подтверждающие документы.
3. Продвижение органических удобрений и семян целесообразно проводить в феврале-апреле, перед началом посевных работ.
4. Продажи и рекламу органических продуктов следует активизировать с октября, ориентируясь на зимний рост спроса.

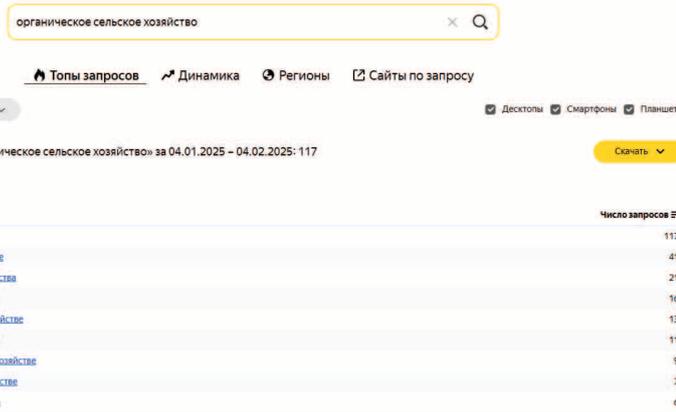


Рисунок 1. Пример анализа запроса «органическое сельское хозяйство» в Яндекс.Wordstat на Урале
Figure 1. Example of the analysis of the query “organic agriculture” in Yandex.Wordstat in the Urals

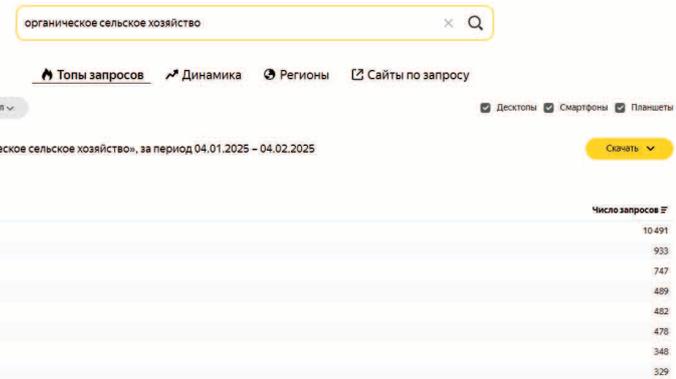


Рисунок 2. Пример анализа похожих запросов на «органическое сельское хозяйство» в Яндекс.Wordstat на Урале
Figure 2. Example of analysis of similar queries for “organic agriculture” in Yandex.Wordstat in the Urals

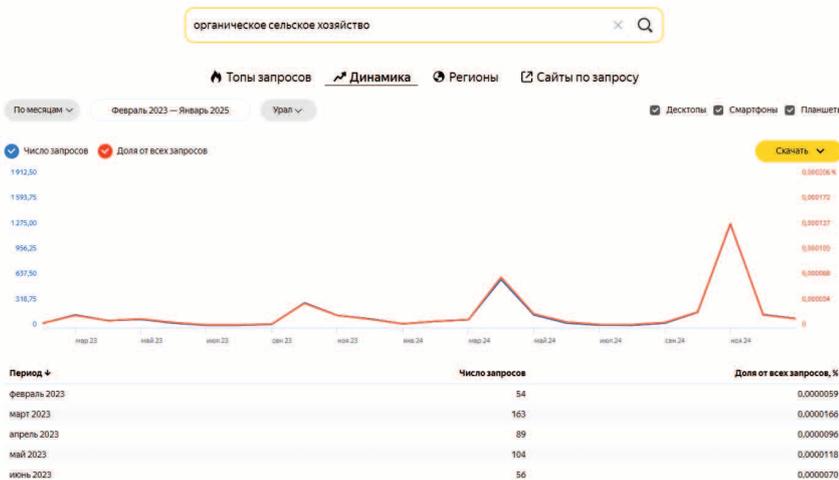


Рисунок 3. Динамика запроса «органическое сельское хозяйство» в Яндекс.Wordstat
Figure 3. Dynamics of the query “organic agriculture” in Yandex.Wordstat



Таблица 1. Анализ трендов по выбранным поисковым запросам
Table 1. Analysis of trends for selected search queries

№	Основной запрос	Частота	Примеры популярных подзапросов	Комментарии / тренды
1	Органическое сельское хозяйство	117	«развитие органического сельского хозяйства» (21); «органическое сельское хозяйство в мире» (16); «органические удобрения в сельском хозяйстве» (13)	Отражает общий интерес к органическому производству, включая международный опыт и применение органических удобрений.
2	Органическое земледелие	256	«органическое земледелие фото» (30); «севооборот в органическом земледелии» (9); «принципы органического земледелия» (5)	Подчеркивает практическую направленность, технологии выращивания, образовательные инициативы и обмен опытом между производителями.
3	Экологически чистые продукты	281	«экологически чистые продукты питания» (32); «магазин экологически чистых продуктов» (21); «какие продукты экологически чистые» (14)	Ориентирован на конечного потребителя, выявляя спрос на безопасные и качественные продукты, а также географическую специфику в холодное время года.
4	Органические продукты	3540	«органические вещества в продуктах» (1510); «органический продукт реакции» (1236); «органические продукты питания» (163)	Самый массовый блок, где доминирует интерес как к химико-образовательным аспектам, так и к розничному спросу на органические товары.
5	Сертификация органической продукции	9	«сертификация производства органической продукции» (3); «добровольная сертификация органической продукции» (1)	Нишевый запрос, однако стратегически важный для производителей, свидетельствующий о необходимости подтверждения статуса продукции.
6	Органические удобрения применение	39	«удобрения минеральные органические применение» (11); «технология применения органических удобрений» (2)	Демонстрирует сезонность применения органических удобрений, что особенно актуально весной, когда начинается посевной сезон.
7	Био ферма	52	«био ферма Челябинск» (25); «био ферма Екатеринбург» (25);	Указывает на локальный интерес к экологичным хозяйствам, особенно в крупных городах Урала.
8	Органическое животноводство	48	«органические отходы животноводства» (24); «органическое животноводство ГОСТ» (2); «основы органического животноводства» (2)	Отражает спрос на переработку отходов и нормативное регулирование в сфере органического животноводства.
9	Развитие органического сельского хозяйства	21	Уточняющий запрос; интегрируется в общую тематику развития	Указывает на стратегический интерес к общему развитию отрасли, особенно в периоды значимых информационных поводов.

Таблица 2. Анализ динамики количества запросов по выбранным ключевым фразам за период с февраля 2023 г. по январь 2025 г.
Table 2. Analysis of the dynamics of the number of requests for selected key phrases for the period from February 2023 to January 2025

Период / Ключевое слово	«органическое сельское хозяйство»	«органическое земледелие»	«экологически чистые продукты»	«органические продукты»	«сертификация органической продукции»	«органические удобрения применение»	«био ферма»	«органическое животноводство»	«развитие органического сельского хозяйства»
Февраль 2023	54	205	347	2226	0	44	67	27	5
Март 2023	163	384	376	2485	2	69	108	36	11
Апрель 2023	89	229	258	2212	3	84	89	28	3
Май 2023	104	226	269	2175	2	86	84	11	1
Июнь 2023	56	139	142	705	1	50	74	20	3
Июль 2023	29	107	56	369	2	11	60	13	0
Август 2023	29	124	64	386	2	1	76	9	0
Сентябрь 2023	42	115	144	894	1	23	76	26	9
Октябрь 2023	314	133	168	2417	8	35	99	13	10
Ноябрь 2023	155	244	192	1772	7	24	67	21	9
Декабрь 2023	111	234	319	2526	10	44	79	37	15
Январь 2024	49	276	193	2000	9	23	49	14	5
Февраль 2024	79	205	230	2877	3	38	47	22	5
Март 2024	100	262	209	2691	6	63	55	9	32
Апрель 2024	604	195	203	3318	6	67	68	16	254
Май 2024	160	254	206	3089	5	72	72	26	32
Июнь 2024	56	166	96	819	4	59	75	19	8
Июль 2024	31	114	43	400	1	17	38	23	2
Август 2024	29	108	45	268	3	15	51	41	10
Сентябрь 2024	55	178	87	933	3	15	78	20	8
Октябрь 2024	192	274	187	1980	12	47	102	74	22
Ноябрь 2024	1304	192	295	2810	10	72	76	36	13
Декабрь 2024	166	253	374	3239	9	62	82	71	19
Январь 2025	116	255	231	3237	9	35	57	48	19

- Участвовать в отраслевых мероприятиях и организовывать пресс-релизы в преддверии выставок и госпрограмм.
- Проводить образовательные мероприятия для фермеров, включая вебинары и тренинги по органическому сельскому хозяйству.
- Расширять просветительские программы, объясняя выгоды органического животноводства и сертификации продукции.
- Развивать агротуризм как способ популяризации био ферм и органического хозяйствования.
- Производителям органической продукции следует внедрять мониторинг поисковых запросов для корректировки стратегии продаж и маркетинга.
- Использовать данные Wordstat для выявления новых тенденций и адаптации товарного ассортимента под запросы потребителей. Проведенное исследование показало, что веб-аналитика является эффективным инструментом выявления перспективных направлений в сельском хозяйстве, а ее использование в аграрном секторе может способствовать принятию обоснованных решений на уровне фермерских хозяйств, предприятий и государственных программ поддержки. Данные, полученные с использованием Яндекс.Wordstat, позволили выявить ключевые тенденции спроса на органическую продукцию, оценить динамику интереса к различным аспектам органического сельского хозяйства, а также определить сезонные колебания в поисковой активности.

Результаты анализа демонстрируют, что в Уральском регионе наблюдается устойчивый рост интереса к органическим продуктам и экологически чистому питанию. Это подтверждается значительной частотностью соответствующих поисковых запросов, особенно в осенне-зимний период, когда потребительский спрос на подобную продукцию возрастает. Однако, несмотря на растущую популярность органического производства, информационный запрос на сертификацию и технологические аспекты органического земледелия остается ограниченным. Это свидетельствует либо о низкой осведомленности производителей о возможностях сертификации, либо о сложности процесса получения сертификатов, что требует дополнительного изучения и разработки мер поддержки.

Анализ динамики запросов также выявил зависимость между поисковой активностью и сезонными циклами сельского хозяйства. Весной и осенью наблюдается рост интереса к таким темам, как органическое земледелие, удобрения и развитие сельского хозяйства, что соответствует периодам посевных работ и подготовки к зимнему сезону. В то же время в летний период наблюдается спад интереса, вероятно, из-за занятости фермеров в полевых работах.

Таким образом, интеграция веб-аналитических инструментов в планирование сельскохозяйственной деятельности может способствовать более точному прогнозированию рыночных тенденций, адаптации маркетинговых стратегий и повышению уровня информированности фермеров о возможностях органического производства.

Список источников

- Аварский Н.Д., Таран В.В. Актуальные вопросы развития информационно-коммуникационных и интернет-технологий на аграрном рынке // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 4. С. 42-50. EDN YNGIIZ
- Богданчиков И.Ю. Сельское хозяйство будущего // Вестник Совета молодых ученых Рязанского госу-





Таблица 3. Динамика выявленных ключевых направлений
Table 3. Dynamics of the identified key areas

Выявленное направление	Описание и ключевые особенности направления
Органическое сельское хозяйство и земледелие	<ul style="list-style-type: none"> • Колебания от 29 до 1304 запросов в месяц. • Весенний и осенний всплески совпадают с аграрными циклами. • Летний спад (июнь-август) вероятно связан с занятостью фермеров на полевых работах. • Информационные поводы (госпрограммы, выставки) могут оказывать влияние на скачки интереса.
Экологически чистые и органические продукты	<ul style="list-style-type: none"> • Максимальный интерес фиксируется зимой (декабрь-февраль). • Летний спад (40-60 запросов) связан с доступностью свежих продуктов в частных хозяйствах. • Всплески в декабре и январе обусловлены праздничными закупками и тенденцией к здоровому питанию в начале года.
Сертификация органической продукции	<ul style="list-style-type: none"> • В среднем 5-10 запросов в месяц, что указывает на узкоспециализированный характер темы. • Рост осенью (октябрь-декабрь) может быть связан с подготовкой хозяйств к сертификации перед зимними продажами. • Низкая активность по теме указывает на информационный разрыв среди производителей.
Органические удобрения	<ul style="list-style-type: none"> • Пик весной (март-май), что соответствует началу посевного сезона. • Низкий спрос летом, затем умеренный рост осенью (подготовка почвы к следующему сезону). • Требуется активное продвижение информации о преимуществах органических удобрений среди фермеров.
Био фермы и органическое животноводство	<ul style="list-style-type: none"> • Стабильный спрос в пределах 50-100 запросов в месяц. • Осенние всплески могут быть связаны с активным продвижением фермерских хозяйств и агротуризма. • В октябре-декабре увеличивается интерес к органической мясной и молочной продукции.

дарственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. № 2 (13). С. 24-28. EDN ZZKQW

3. Воронин Б.А., Митин А.Н., Пичугин О.А. Управление процессами цифровизации сельского хозяйства России // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 86-95. doi: 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241. EDN OTJXF

4. Горлов И.Ф., Мосолова Н.И., Суркова С.А. Основные направления по разработке аграрно-пищевых технологий // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 2 (6). С. 7-8. doi: 10.31208/2618-7353-2019-6-7-8. EDN WDVIGE

5. Добровлянн В.Д., Антинескул Е.А. Цифровизация сельского хозяйства: текущий уровень цифровизации в Российской Федерации и перспективы дальнейшего развития // Цифровые модели и решения. 2022. Т. 1. № 2. С. 5. doi: 10.29141/2782-4934-2022-1-2-5. EDN ZNXFGS

6. Назаров Д.М., Кондратенко И.С., Сулимин В.В., Шведов В.В. Цифровизация сельского хозяйства на примере Румынии // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 6 (390). С. 622-624. doi: 10.55186/25876740_2022_65_6_622. EDN KEQEIC

7. Огневцев С.Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 2. С. 77-80. doi: 10.24411/2587-6740-2019-12034. EDN ZDMXQT

8. Рада А.О., Федуллова Е.А., Косинский П.Д. Разработка методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 3. С. 495-504. doi: 10.21603/2074-9414-2019-3-495-504. EDN WUGOXA

9. Субаева А.К., Калимуллин М.Н., Низамутдинов М.М. и др. Анализ и тенденции развития сельского хозяйства в условиях цифровизации // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1 (65). С. 135-141. doi: 10.12737/2073-0462-2022-135-141. EDN AEOBKR

10. Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Слинько О.В. Состояние и перспективы цифровизации сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 9. С. 43-48. EDN VMMBOE

References

1. Avarskii, N.D., Taran, V.V. (2017). Aktual'nye voprosy razvitiya informatsionno-kommunikatsionnykh i internet-tehnologii na agrarnom rynke [Topical issues of the development of information and communication technologies in the agricultural market]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 42-50. EDN YNGILZ

2. Bogdanchikov, I.Yu. (2021). Sel'skoe khozyaistvo budushchego [Agriculture of the future]. *Vestnik Soveta molydykh uchennykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva* [Bulletin of the Council of young scientists of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev], no. 2 (13), pp. 24-28. EDN ZZKQW

3. Voronin, B.A., Mitin, A.N., Pichugin, O.A. (2019). Upravlenie processami tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva Rossii [Management of digitalization processes in Russian agriculture]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Ural], no. 4 (183), pp. 86-95. doi: 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241. EDN OTJXF

4. Gorlov, I.F., Mosolova, N.I., Surkova, S.A. (2019). Osnovnye napravleniya po razrabotke agrarno-pishchevykh tekhnologii [Key directions for the development of agro-food technologies]. *Agrarno-pishchevye innovatsii* [Agrarian and food innovations], no. 2 (6), pp. 7-8. doi: 10.31208/2618-7353-2019-6-7-8. EDN WDVIGE

5. Dobrovlyanin, V.D., Antineskul, E.A. (2022). Tsifrovizatsiya sel'skogo khozyaistva: tekushchii uroven' tsifrovizatsii v Rossiiskoi Federatsii i perspektivy dal'neishego razvitiya [Digitalization of agriculture: current level of digitalization in the Russian Federation and prospects for further development]. *Tsifrovye modeli i resheniya* [Digital models and solutions], vol. 1, no. 2, p. 5. doi: 10.29141/2782-4934-2022-1-2-5. EDN ZNXFGS

6. Nazarov, D.M., Kondratenko, I.S., Sulimin, V.V., Shvedov, V.V. (2022). Tsifrovizatsiya sel'skogo khozyaistva na primere Rumynii [Digitalization of agriculture on the example of Romania]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (390), pp. 622-624. doi: 10.55186/25876740_2022_65_6_622. EDN KEQEIC

7. Ognitsev, S.B. (2019). Tsifrovizatsiya ehkonomiki i ehkonomika tsifrovizatsii APK [Digitalization of the economy and the economy of digitalization of the agro-industrial complex]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 77-80. doi: 10.24411/2587-6740-2019-12034. EDN ZDMXQT

8. Rada, A.O., Fedulova, E.A., Kosinskii, P.D. (2019). Razrabotka metodiki otsenki ehkektivnosti vnedreniya tsifrovyykh tekhnologii v agropromyshlennom komplekse [Development of a methodology for assessing the effectiveness of digital technologies in the agro-industrial complex]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food processing: techniques and technology], vol. 49, no. 3, pp. 495-504. doi: 10.21603/2074-9414-2019-3-495-504. EDN WUGOXA

9. Subaeva, A.K., Kalimullin, M.N., Nizamutdinov, M.M. i dr. (2022). Analiz i tendentsii razvitiya sel'skogo khozyaistva v usloviyakh tsifrovizatsii [Analysis and trends in the development of agriculture in the context of digitalization]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], vol. 17, no. 1 (65), pp. 135-141. doi: 10.12737/2073-0462-2022-135-141. EDN AEOBKR

10. Fedorov, A.D., Kondrat'eva, O.V., Slin'ko, O.V. (2018). Sostoyanie i perspektivy tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva [The state and prospects of digitalization of agriculture]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and equipment for rural area], no. 9, pp. 43-48. EDN VMMBOE

Информация об авторах:

- Сулимин Владимир Власович**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2694-4352>, Scopus ID: 57211159839, SPIN-код: 6479-9500, ctig.usue@mail.ru
- Шведов Владислав Витальевич**, кандидат исторических наук, доцент, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2130-3273>, Scopus ID: 57211157742, SPIN-код: 8368-8969, shvedoff@mail.ru
- Колобов Егор Андреевич**, магистрант Уральского государственного экономического университета, ассистент Уральского государственного медицинского университета, главный врач Арамилской городской больницы, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-6625-0001>, kolobov.egor@mail.ru
- Борзунова Наталья Сергеевна**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент Уральского государственного медицинского университета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4538-4656>, SPIN-код: 3443-2870, masyaborzunova@yandex.ru

Information about the authors:

- Vladimir V. Sulimin**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of public and municipal administration, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2694-4352>, Scopus ID: 57211159839, SPIN-code: 6479-9500, ctig.usue@mail.ru
- Vladislav V. Shvedov**, candidate of historical sciences, associate professor, associate professor of the department of public and municipal administration, Ural State University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2130-3273>, Scopus ID: 57211157742, SPIN-code: 8368-8969, shvedoff@mail.ru
- Egor A. Kolobov**, master's student of the Ural State University of Economics, assistant of the Ural State Medical University, chief physician of the Aramil City Hospital, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-6625-0001>, kolobov.egor@mail.ru
- Natalya S. Borzunova**, candidate of medical sciences, associate professor, associate professor of the Ural State Medical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4538-4656>, SPIN-code: 3443-2870, masyaborzunova@yandex.ru



Научная статья
УДК 336.71, 339.7, 330.1
doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_505

ФИНАНСИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: ВОЗМОЖНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Н.Е. Бровкина¹, А.О. Солдатова², Е.П. Терновская¹

¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

²Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы рынка сельскохозяйственного кредитования, связанные с сезонностью и высокими рисками сельскохозяйственного производства, сложностью определения кредитоспособности малых сельскохозяйственных производителей и фермерских хозяйств, стремительным сокращением количества важнейших участников рынка — кредитных сельскохозяйственных кооперативов, диспропорциями, дороговизной и недостаточностью внешнего финансирования. В результате проведенного анализа предложены дифференцированный подход к финансированию участников рынка сельскохозяйственного производства, а также использование DeFi-платформ, применение принципов проектного финансирования для перспективных инвестиций в сельское хозяйство и эмиссия так называемых «катастрофических облигаций» в целях снижения рисков сельскохозяйственных производителей.

Ключевые слова: сельское хозяйство, АПК, сельскохозяйственные кооперативы, сельскохозяйственные банки, Россельхозбанк, проектное финансирование, DeFi, зерновые токены, катастрофические облигации

Original article

FINANCING AGRICULTURAL PRODUCTION: POSSIBILITIES AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

N.E. Brovkina¹, A.O. Soldatova², E.P. Ternovskaya¹

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

²National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russia

Abstract. The article considers the problems of the agricultural lending market associated with the seasonality and high risks of agricultural production, the difficulty of determining the creditworthiness of small agricultural producers and farms, the rapid reduction in the number of the most important market participants — agricultural credit cooperatives, imbalances, high costs and insufficient external financing. As a result of the analysis, a differentiated approach to financing agricultural production market participants is proposed, as well as the use of DeFi platforms, the application of project financing principles for promising investments in agriculture and the issue of so-called "catastrophic bonds" in order to reduce the risks of agricultural producers.

Keywords: agriculture, agro-industrial complex, agricultural cooperatives, agricultural banks, Rosselkhozbank, project financing, DeFi, grain tokens, catastrophe bonds

Актуальность темы. Являясь одной из стратегических отраслей экономики, сельскохозяйственное производство обладает значительным внутренним и экспортным потенциалом, способным обеспечивать заметный вклад в рост ВВП. Несмотря на уникальные природные ресурсы, которыми располагает страна: 9% мировой продуктивной пашни, 20% мировых запасов воды, сельскохозяйственное производство остается рискованным и низкоэффективным, что сдерживает рост инвестиций в отрасль. В настоящее время доля кредита в финансировании сельскохозяйственного производства, наряду с лесным хозяйством и охотой, в структуре кредитов национального банковского сектора составляет около 4%, что явно не отвечает потребностям развития одной из важнейших стратегических отраслей экономики. Необходимость исследования факторов, сдерживающих развитие кредитования и других источников финансирования сельскохозяйственного производства, обуславливает потребность в выявлении тенденций развития сельскохозяйственного кредитования и поиске адекватных потребностям современной экономики новых источников финансирования.

Цель статьи состоит в разработке направлений развития финансирования сельскохозяйственного производства на основе выявленных тенденций и переосмысления подходов

к кредитованию и финансированию сельскохозяйственного производства с учетом современных вызовов.

Объектом исследования являются отношения между кредиторами и различными типами заемщиков на рынке сельскохозяйственного производства; **предметом** — перспективные источники финансовой и кредитной поддержки сельскохозяйственного производства с целью обеспечения продовольственной и экономической безопасности страны.

В качестве **методологической базы** применены методы статистического, сравнительного анализа, экспертных оценок.

Результаты исследования. Разработан комплекс мероприятий, отвечающий современным вызовам и обеспечивающий дальнейшее развитие источников финансирования национального сельскохозяйственного производства на основе дифференцированного подхода к участникам рынка в зависимости от типа хозяйства, инвестиционной привлекательности и роли в решении проблемы продовольственной безопасности страны.

Введение. Сельскохозяйственное производство характеризуется значительными отраслевыми особенностями, что находит отражение в источниках формирования ресурсов сельскохозяйственных организаций. Прежде всего, сельскохозяйственное производство в России

является отраслью с выраженной сезонностью и в силу географического положения страны характеризуется высокими рисками. В связи с этим кругооборот основного и оборотного капитала сельскохозяйственных организаций, применение рабочей силы также отличаются неравномерностью и сезонностью. Расходы на сельскохозяйственное производство возмещаются только за счет доходов в течение непродолжительного периода времени — реализации сельскохозяйственной продукции. В остальные периоды сельскохозяйственным предприятиям для поддержания и развития производства требуются дополнительные средства, в частности банковский кредит. Однако природные и другие риски, с которыми в совокупности приходится сталкиваться сельскохозяйственным организациям, удерживают многие кредитные организации от кредитования сельскохозяйственных производителей.

Между тем развитие аграрного сектора оказывает существенное влияние на решение задачи импортозамещения, предоставляя источники сырья для отечественной легкой промышленности, с одной стороны, предъявляя спрос на продукцию смежных отраслей — производство сельскохозяйственной техники, удобрений, посадочного материала, товаров для поддержания инфраструктуры в сельской местности, с другой. Поэтому финансовая поддержка



агропромышленного сектора может способствовать обеспечению устойчивых темпов экономического роста и повышению качества жизни российского населения.

Источники финансирования сельского хозяйства и инструменты государственной финансовой поддержки во многом зависят от субъектов экономических отношений, специфика которых определяет объемы необходимых финансовых ресурсов и формы их доведения до заемщиков. В этой связи целесообразно исследовать современную структуру участников сельскохозяйственного рынка и тенденции ее изменения в последние годы.

Рынок сельскохозяйственного кредитования: специфика участников. Среди участников рынка сельскохозяйственного кредитования, прежде всего, следует выделить кредиторов и заемщиков.

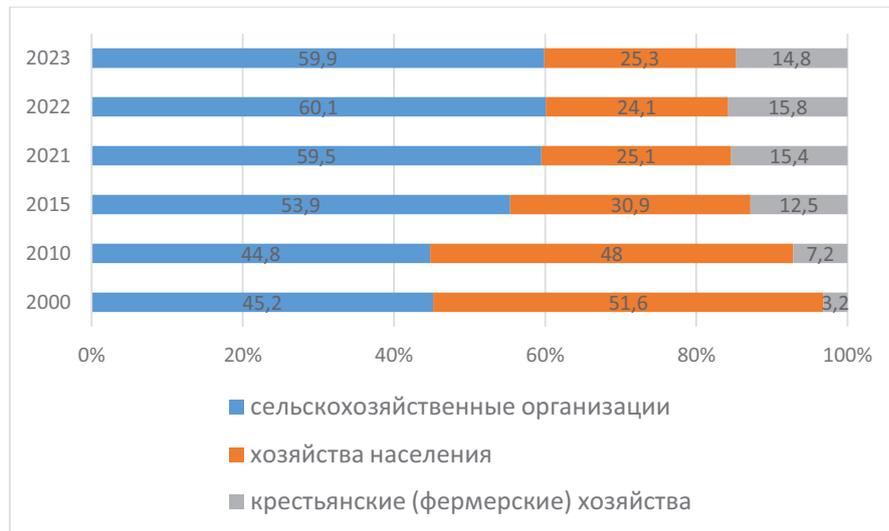
К кредиторам в большинстве стран относятся: – коммерческие банки, которые чаще всего ориентированы на потребности в заемных средствах крупных сельскохозяйственных производителей;

– сельскохозяйственные банки в ряде стран — это специализированные кредитные организации с участием государства, под контролем которых реализуются льготные программы сельскохозяйственного кредитования. В России к сельскохозяйственным банкам относят Россельхозбанк, однако, эта системообразующая кредитная организация позиционирует себя и развивается как универсальный коммерческий банк;

– кооперативные банки, работающие во многих странах для финансирования индивидуальных производителей, малых и средних сельскохозяйственных предприятий. Принцип организации кооперативного банка, как известно, состоит в том, что заемщики банка одновременно являются и его собственниками. Кооперативные банки развиваются, отвечая потребностям малых и средних сельскохозяйственных организаций. В России такой тип кредитной организации отсутствует;

– сельскохозяйственные кредитные кооперативы. Федеральным законом РФ от 18 июля 2009 г. № 190-ФЗ «О кредитной кооперации» установлены правовые, экономические и организационные основы создания и деятельности кредитных потребительских кооперативов различных видов, их ассоциаций и иных объединений. Кредитный потребительский кооператив (кредитный кооператив) — добровольное объединение физических или юридических лиц на основе членства по территориальному, профессиональному или иному принципу в целях удовлетворения финансовых потребностей его пайщиков. Аккумулируя свободные денежные средства юридических и физических лиц в сельской местности, сельские кредитные кооперативы помогают развитию фермерских, личных подсобных хозяйств, содействуя наращиванию сельскохозяйственного производства на основе личной и частной собственности.

Заемщиками на сельскохозяйственном рынке являются как крупные современные агрохолдинги и сельскохозяйственные организации,



Источник: составлено авторами на основе [1]

Рисунок 1. Структура производства продукции сельского хозяйства в России по категориям хозяйств, % к общему объему¹

Figure 1. Structure of agricultural production in Russia by farm category, % of total volume¹

Таблица 1. Задолженность по кредитам юридическим лицам — резидентам и индивидуальным предпринимателям в сельском хозяйстве и смежных отраслях, млрд руб.²

Table 1. Debt on loans to legal entities — residents and individual entrepreneurs in agriculture and related industries, billion rubles²

Показатель	01.02. 2019	01.01. 2020	01.01. 2021	01.01. 2022	01.01. 2023	01.01. 2024	01.01. 2025
Всего по экономике	25728,7	27586,3	30610,6	36264,3	46005,3	57531,1	69775,2
Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях	1710,8	1967,6	2277,6	2461,0	2768,0	2649,4	2780,0
В % к общей сумме	6,6	7,1	7,4	6,8	6,0	4,6	4,0
Производство машин и оборудования для сельского и лесного хозяйства	9,043	8,621	8,537	10,895	14,871	12,629	22,226
В % к общей сумме	0,03	0,03	0,028	0,03	0,032	0,022	0,032

Источник: составлено авторами на основе [2]

представляющие преобладающий тип организации сельскохозяйственного производства, так и малые, и средние сельскохозяйственные предприятия, а также семейные фермерские хозяйства (рис. 1).

Сложившаяся тенденция концентрации сельскохозяйственного производства, отмечаемая рядом исследователей, на наш взгляд, не может быть оценена однозначно, учитывая изменения в структуре производимой продукции и возможности выбора основными участниками аграрного рынка источников финансирования своей деятельности.

Тенденции развития кредитования сельскохозяйственных организаций в России. На протяжении последних 15 лет происходило усиление внимания к формированию источников финансирования развития агропромышленной сферы российской экономики, что нашло свое отражение:

- в последовательном наращивании объемов кредитования сельского хозяйства;
- в усилении роли государственного банка с соответствующей специализацией — Россельхозбанка, который стал основным проводником политики государства по стимули-

рованию развития отечественного сельского хозяйства;

- в разработке государственной политики финансового обеспечения развития аграрного сектора с участием ведущих коммерческих банков России.

Так, в период с 2018 по 2025 гг. наблюдался постепенный рост кредитования отрасли, хотя удельный вес кредитов в общем их объеме по экономике изменился незначительно, а в последние годы даже снизился (табл. 1), при недостаточном финансировании отраслей, производящих технику для нужд АПК.

Так, кредиты, предоставленные предприятиям, обеспечивающим потребности сельскохозяйственных предприятий в технике и оборудовании, продолжают составлять крайне низкую долю в общем объеме кредитования экономики. В результате техническая оснащенность аграрного сектора остается на недостаточном уровне [3].

Положительными результатами расширения финансовой поддержки аграрного сектора стали высокие темпы производства зерновых культур (основными производителями которых являются сельскохозяйственные предприятия)

¹ Сельское хозяйство в России, 2023 // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2023.pdf (дата обращения: 20.04.2025).

² Банк России: официальный сайт. URL: <https://cbr.ru/statistics/table/?tableId=302-05> (дата обращения: 24.04.2025).



и укрепление экспортного потенциала России на этом рынке. Так, в период с 2010 по 2024 гг. включительно сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства увеличивали производство продукции при снижении ее объемов в личных хозяйствах населения (ориентированных в большей мере на производство продукции животноводства) (рис. 2).

Зерновые культуры стали основными статьями сельскохозяйственного экспорта России: в 2024 г. доля страны на мировом рынке составила 12,9% (второе место в мире). Однако позиции России на международном экспортном рынке зерна значительно сильнее, чем положение на рынке производителей. Если в среднем в мире в 2023-2024 гг. на экспорт было направлено 18% произведенного зерна, то Россия экспортирует 49% урожая, что связано не только с высоким урожаем, но относительно низким потреблением зерна внутри страны [1].

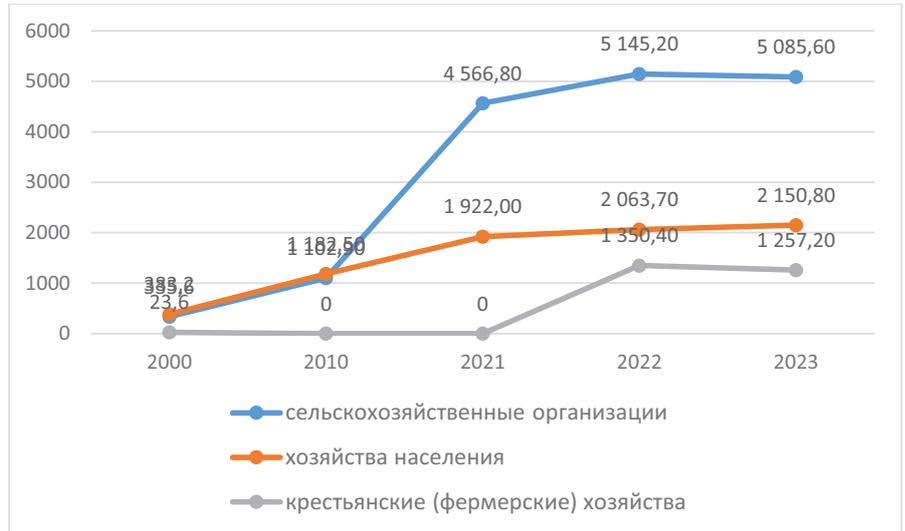
В свою очередь, узконаправленная ориентация производителей на экспорт приводит к сокращению посевных площадей под другие культуры (особенно кормовые, необходимые для развития животноводства), истощению почвы и деформации структуры отрасли. Такая тенденция наблюдается на протяжении достаточно длительного времени (рис. 3) и может, наряду с недостаточностью финансового обеспечения многоотраслевой структуры сельского хозяйства, привести к усилению зависимости от негативной динамики ценовых факторов на мировом рынке, а также неблагоприятных изменений в политике стран-импортеров, направленных на ограничение поставок российского продовольствия на их рынок.

Данный фактор необходимо учитывать при разработке кредитной политики банков в отраслевом аспекте, а государству — при разработке целевых инструментов стимулирования оптимальной структуры производства, прежде всего, в сельскохозяйственных организациях [4].

Следующим фактором, определяющим возможности банковского кредитования сельского хозяйства, является **уровень ставок по кредитам** в сопоставлении с финансовыми возможностями заемщиков. Основными особенностями здесь можно считать:

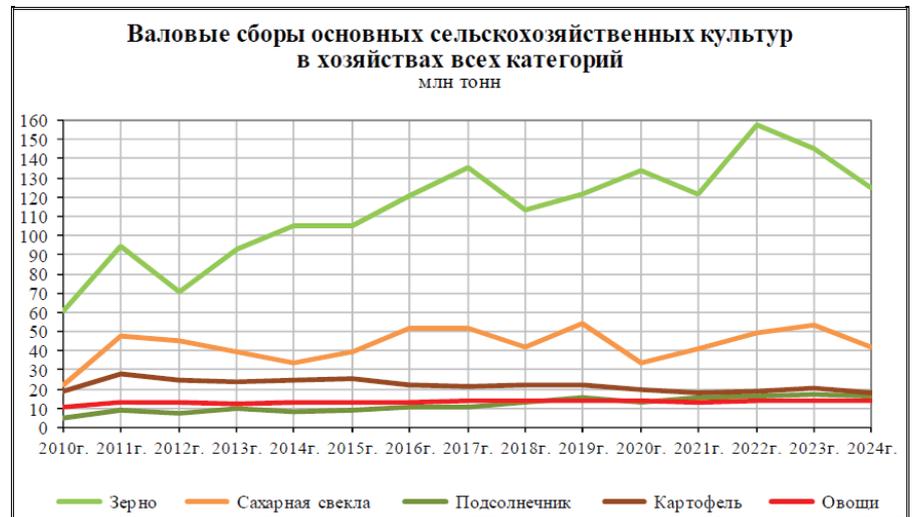
- существенную дифференциацию рентабельности производства в разных сельскохозяйственных отраслях (рис. 4);
- влияние льготных программ кредитования на доступность банковского кредита.

Так, по мнению экспертов Чувашского государственного аграрного университета⁶, граница значения показателя рентабельности растениеводства, при достижении которой появляется объективная возможность обеспечения непрерывного и качественного развития соответствующих предприятий, проходит по уровню в 40%. Такой уровень был достигнут в сфере растениеводства только в 2022 г., причем во многом благодаря не только благоприятной конъюнктуре на мировых рынках, но и программам субсидирования ставок по кредитам. В отраслях животноводства уровень рентабельности гораздо



Источник: составлено авторами на основе [1]

Рисунок 2. Темпы роста сельскохозяйственной продукции в 2000-2024 гг. по категориям хозяйств, млрд руб.³
Figure 2. Growth rates of agricultural production in 2000-2024 by farm category, billion rubles³



Источник: [1]

Рисунок 3. Динамика производства сельскохозяйственных культур в 2010-2024 гг.⁴
Figure 3. Dynamics of agricultural production in 2010-2024⁴



Источник: составлено авторами на основе [1]

Рисунок 4. Рентабельность продукции в растениеводстве и животноводстве в 2015-2022 гг., %⁵
Figure 4. Profitability of production in crop production and livestock farming in 2015-2022, %⁵

³ Российский экономический ежегодник, 2024 // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegovodnik_2024.pdf (дата обращения: 21.04.2025).

⁴ Социально-экономическое развитие России, 2024, № 12 // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-12-2024.pdf> (дата обращения: 21.04.2025).

⁵ Сельское хозяйство в России, 2023 // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2023.pdf (дата обращения: 20.04.2025).

⁶ <https://agrarayanauka.ru/sovremennoe-sostoyanie-i-problemy-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-rf-v-kontekste-ekonomicheskoy-bezopasnosti> (дата обращения: 20.04.2025).





ниже, и это обстоятельство является серьезным препятствием для получения финансирования за счет ресурсов коммерческих банков. Оптимальной представляется организация производства замкнутого цикла — с использованием части зерна на нужды животноводческих ферм, глубокой переработкой их продукции и повышением урожайности зерновых культур при использовании органических удобрений.

Эффективность деятельности сельхозпроизводителей, в свою очередь, определяется уровнем их технической вооруженности и возможностями осуществлять инвестиции в основные средства производства (табл. 2).

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, сохраняются негативные изменения в технологическом уровне сельскохозяйственных предприятий, что требует расширения финансирования их инвестиционных потребностей, в том числе с привлечением комплекса современных финансовых инструментов кредитного рынка и рынка капиталов.

Большую роль в кредитовании сельского хозяйства играют программы льготного кредитования, в реализации которых на протяжении последних лет участвовали ведущие российские банки — всего было определено 40 уполномоченных банков, включая Сбербанк, ВТБ, Россельхозбанк, Альфа-банк, Райффайзенбанк.

Так, кредитный портфель ВТБ в сегменте среднего и малого бизнеса по программе льготного кредитования аграриев по итогам 2024 г. вырос на 8% и на 1 января 2025 г. составил 253,4 млрд руб. Сбербанк принял решения о финансировании сезонных работ на сумму более 300 млрд руб., объем одобренных заявок по льготным программам в 2024 г. достиг 100 млрд руб., а коммерческих кредитов было выдано на сумму 184 млрд руб., и планируется существенно увеличить их выдачу с ориентацией на рыночные ставки и сохранение высокого качества корпоративного кредитного портфеля.

Особое место на рынке кредитования аграрного сектора занимает Россельхозбанк, доля которого особенно значительна в сегменте финансирования сезонных работ (рис. 5).

На долю краткосрочных кредитов в 2023 г. пришлось 66,2% всего объема выдач, на долю долгосрочных — соответственно 33,8%. При этом объем долгосрочного кредитования вырос почти вдвое (на 97%) по сравнению с 2022 г., когда на фоне изменившейся геополитической ситуации и высоких ставок клиентский спрос снизился. Банк также кредитовал смежные отрасли, что отражает отраслевая структура его кредитного портфеля (рис. 6).

В 2024 г. Россельхозбанк в полном объеме выполнял задачу по финансированию агропромышленного сектора. Выдача льготных кредитов АПК Россельхозбанком превысила уровень 2023 г. на 30% и составила 732,3 млрд руб. Кредитный портфель АПК в 2024 г. увеличился на 15,6% и превысил 2,47 трлн руб.

В то же время эксперты отмечают следующие особенности банковского сельскохозяйственного кредитования в 2023-2024 гг.:

- существенное влияние льготных программ кредитования на стоимость кредитных ресурсов. Так, в 2024 г. средневзвешенные процентные ставки по кредитам на срок до года организациям сельского и лесного хозяй-

Таблица 2. Основные показатели технической оснащенности сельскохозяйственных предприятий
Table 2. Main indicators of technical equipment of agricultural enterprises

Показатель	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2022 г.	2023 г.
Степень износа основных фондов, %	42,9	33,5	38,0	42,4	45,8	47,7
Инвестиции в основной капитал, млн долл. в ценах 2005 г.	4943,9	8729,2	6724,8	5078,4	5543,9	1 247,6*
Доля инвестиций в основной капитал в общем их объеме в целом по экономике, %	3,96	3,34	3,70	3,58	3,55	3,67
Количество тракторов в распоряжении предприятий, тыс. шт.	480,3	310,3	233,6	203,6	196,7	н/д
Культиваторы, тыс. шт.	175,5	119,8	93,2	81,2	77,5	н/д

*Включая лесное хозяйство, млрд руб.

Источник: составлено авторами по данным [1]

№ п/п	Вид деятельности Банка на рынке кредитования АПК	Рыночная доля Банка 31.12.2021, в процентах	Рыночная доля Банка 31.12.2022, в процентах	Рыночная доля Банка 31.12.2023, в процентах
1	Кредитование АПК	33,4	32,4	32,1
2	Финансирование сезонных работ	70,1	65,7	68,3
3	Льготное кредитование АПК	38,2	37	36,8

Источник: [5]

Рисунок 5. Доля Россельхозбанка на соответствующем сегменте рынка
Figure 5. Share of Rosselkhozbank in the relevant market segment⁷



Источник: [5]

Рисунок 6. Структура кредитов Россельхозбанка, предоставленных предприятиям АПК⁸
Figure 6. Structure of Rosselkhozbank loans provided to agricultural enterprises⁸

ства, рыболовства и рыбоводства составили 20,1% (23,79% в целом по экономике). Банками было выдано кредитов на сумму более 1,544 трлн руб., а доля льготных займов, по разным оценкам, составила около 35-40% от общего объема кредитования АПК. Очевидно, что в таких условиях потенциал кредитования в значительной степени определяется условиями программ льготного кредитования;

- объем кредитования продолжает составлять незначительную долю в общей сумме кредитов бизнесу (что объясняется жесткими условиями кредитования на рыночных условиях), а размер средств господдержки недостаточен для удовлетворения потребностей всех заемщиков, что вынуждало Минсельхоз РФ периодически приостанавливать действие государственных программ;
- в последние годы имело место ужесточение условий кредитования банками, оценивающими сельское хозяйство как высокорискованное, требование ими при выдаче ссуды залога земельных участков, будущего

урожая, техники, что ограничивает доступ к кредитам для крестьянско-фермерских хозяйств, приводит к отказам банка от предоставления им кредита без объяснения причин или отказам в льготной ставке с предложением взять кредит под коммерческую ставку, заплатить комиссию за выдачу ссуды. В результате только ограниченное число мелких сельхозпроизводителей, которые имеют договоры с крупными покупателями и переработчиками продукции на авансирование посевных работ, могут получить деньги на закупку всех необходимых средств производства и заранее закрепить цену реализации продукции, в том числе с использованием такого инструмента, как форвардные контракты под поставки будущего урожая;

- недоступность необходимого финансирования для мелких производителей при невозможности оптимизировать расходы без потери качества продукции создают предпосылки для увеличения концентрации аграрного производства при поглощении мелких компаний и укрупнении холдингов АПК;

⁷ Годовой отчет Россельхозбанка за 2023 г. URL: <https://www.rshb.ru/about/reports-conclusion/annual>, свободный (дата обращения: 20.04.2025).

⁸ Там же



– отмечаются также недостатки государственной политики поддержки кредитования сельского хозяйства [6]: периодическое прерывание действия программ, изменение льготной ставки и ее привязка к размеру ключевой не только по новым, но и по действующим кредитам.

Хотя с 1 января 2025 г. начала действовать обновленная госпрограмма развития сельского хозяйства, предусматривающая широкий комплекс поддержки отдельных отраслей, начинающих предпринимателей, мелких фермерских хозяйств, но при этом изменились ставки по действующим льготным кредитам — с 5 до 50% от размера ключевой ставки, то есть до 10,5% на начало 2025 г., что увеличивает затраты сельхозпроизводителей на погашение кредитных обязательств.

Представляется дискуссионным решение Минсельхоза РФ устанавливать на каждый квартал максимальный размер льготного краткосрочного кредита одному заемщику на территории каждого субъекта России (в большинстве случаев — в размере 600 млн руб. в год без установления предельного размера инвестиционного кредита), что может ограничить доступ к финансированию в регионах, где установленные лимиты могут быть использованы только одним-двумя крупнейшими участниками рынка.

Таким образом, снижение объемов кредитной поддержки сельского хозяйства, ограничение доступности кредитных ресурсов для мелких производителей, ужесточение ценовых условий государственных программ поддержки аграрного сектора требуют определения оптимальных форм финансового обеспечения развития такой важнейшей отрасли реального сектора экономики России, как агропромышленный комплекс.

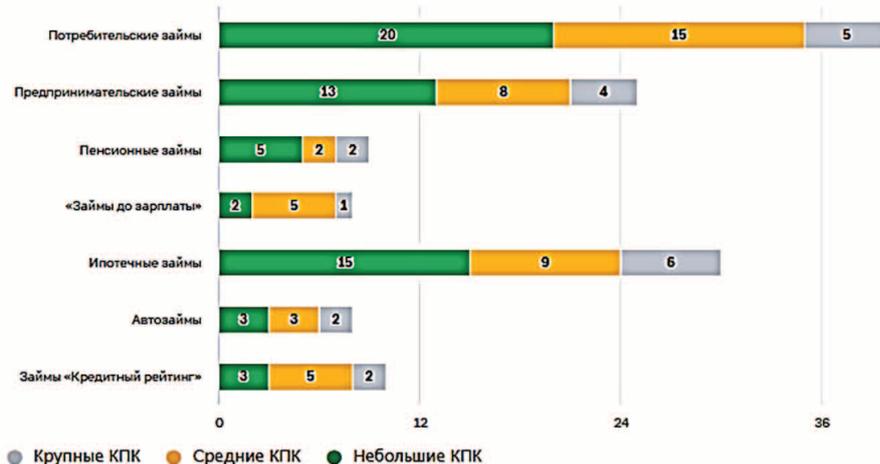
Проблемы оценки кредитоспособности малого сельскохозяйственного заемщика. Если у крупных сельхозпроизводителей налажены кредитные отношения с ведущими кредитными организациями, то небольшим фермерским хозяйствам получить финансирование проблематично. Прежде всего это связано со сложностью оценки кредитоспособности заемщика, что обусловлено целым рядом факторов.

В-первых, фермерская деятельность многогранна и неоднородна. Каждый фермер обладает уникальным сочетанием хозяйственной деятельности и производством сельскохозяйственных культур, что фактически требует индивидуального подхода к каждому производителю. Поэтому оценка кредитоспособности требует особой квалификации банковского работника, является сложной и дорогостоящей.

Во-вторых, заемщики в большинстве случаев не обладают достаточным и привлекательным для кредитора обеспечением.

В-третьих, рассредоточенность и удаленность фермерских хозяйств. Поэтому для оценки кредитоспособности заемщика и проверки обеспечения кредита необходимы определенные затраты, связанные с посещением потенциального заемщика.

В-четвертых, сезонная потребность в заемных средствах. Кредитной организации, предоставляющей заемные средства сельскохозяйственным производителям, необходимо



Источник: составлено авторами по данным [2]

Рисунок 7. Распределение КПК по наличию специальных продуктов в линейке (по количеству КПК), единиц⁹
Figure 7. Distribution of CPCs by the presence of special products in the line (by the number of CPCs), units⁹

учитывать сезонность в бизнес-планах, компенсируя ее выстраиванием соответствующих кредитных отношений с другими клиентами.

В-пятых, в условиях действующей ключевой ставки рыночные кредиты сельхозпроизводителям недоступны, а далеко не все кредиторы имеют возможность принимать участие в программах льготного кредитования сельхозпроизводителей.

Наконец, на кредитоспособность малых форм хозяйствования оказывает влияние ограниченная доступность таких заемщиков к программам государственной поддержки. Так, согласно докладу Счетной палаты, в 2021 г. этими мерами воспользовались только 1,7% от общего числа фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей [7].

Роль кредитных кооперативов в финансовом обеспечении малых сельскохозяйственных предприятий. Основными кредиторами небольших фермерских хозяйств должны стать кредитные сельскохозяйственные кооперативы, поскольку только они имеют возможность на месте полноценно разобраться в качестве и перспективах развития фермерских хозяйств, а также оценить кредитоспособность заемщиков.

Однако кредитование небольших фермерских хозяйств кредитными сельскохозяйственными кооперативами сдерживается отсутствием достаточных источников фондирования в периоды наивысшего спроса на заемные средства, то есть сезонностью источников фондирования. Это связано с фундаментальными основами потребительской кооперации, когда кредиторы и заемщики в значительной степени представляют собой единое сообщество. Это обстоятельство в сочетании с такими проблемами кооперативного движения, как недостаточная проработанность систем бухгалтерского учета и налогообложения кооперативов, увеличение налогового бремени на пайщиков кооператива, сложность формирования страховых фондов и потребность в государственной поддержке развития потребительской кооперации, низкая активность сельского населения, включая предпринимателей, ограничивает их доступ к необходимым финансовым ресурсам.

Кроме того, в течение последних лет наблюдалась негативная тенденция снижения числа кредитных потребительских кооперативов (КПК) и их членов. Государственный реестр сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов по состоянию на 26.04.2025 насчитывает лишь 351 действующий кооператив. Кредитные потребительские сельскохозяйственные кооперативы не выдерживают конкуренции с крупными кредитными организациями и стремительно покидают рынок. В настоящее время в стадии ликвидации находятся 117, то есть треть таких кооперативов, а 2555 — и вовсе прекратили существование. Видимо, саморегулируемые организации Межрегиональные ассоциации сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов «Единство» и «ЛАД» также не имеют достаточных возможностей поддерживать своих участников.

Одновременно прослеживается тенденция к олигополизации рынка кредитных потребительских кооперативов, в частности, доля кредитного портфеля топ-10 КПК в 2024 г. увеличилась с 57 до 64%, несмотря на то, что небольшие КПК предоставляли больше кредитов для предпринимателей при более низких ставках (рис. 7).

Процентная ставка по предпринимательским займам КПК в IV квартале 2023 г. составила 17,1%, в I квартале 2024 г. — 18,2%, что соответствовало средним ставкам банков для субъектов МСП, но далеко не всегда было доступно для сельских производителей.

Решение проблемы доступности и сезонности фондирования сельскохозяйственных кооперативов должно опираться на внешние источники путем рефинансирования кредитов, предоставленных малым сельхозпроизводителям. В этой связи представляется целесообразным дополнительно включать рефинансирование потребительских сельскохозяйственных кооперативов по действующим льготным ставкам в программы поддержки сельхозпроизводителей. Организация рефинансирования могла бы быть возложена на кредитные организации, уполномоченные предоставлять льготные сельскохозяйственные кредиты, и, прежде всего, на Россельхозбанк.

⁹ Тенденции на рынке кредитных потребительских кооперативов // Банк России: официальный сайт. URL: https://cbr.ru/analytics/microfinance/kpk/2024_1/ (дата обращения: 20.04.2025).





Перспективные направления финансирования сельскохозяйственного производства.

Подход к кредитному обслуживанию крупных сельскохозяйственных производств и мелких сельхозпроизводителей должен быть принципиально различен. Очевидно, что кредитование небольших фермерских хозяйств должно стать прерогативой региональных коммерческих банков и потребительских сельскохозяйственных кооперативов, имеющих возможность рефинансировать предоставленные кредиты в крупных кредитных организациях под льготную процентную ставку.

Основной моделью кредитования агрохолдингов должно стать проектное финансирование высокотехнологичных производств с акцентом на создание производственных цепочек, начиная от сельскохозяйственного производства, эффективного хранения до переработки сельхозпродукции [8]. Проектное финансирование должно предполагать повышение производительности сельскохозяйственного труда и качества продукции, сокращение затрат, и, в конечном счете, должно быть нацелено на повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции не только на внутреннем, но и глобальном рынке. Такой подход активно применяется при реализации инфраструктурных и промышленных проектов, развивается в научных статьях [9] и официальных программных документах, но пока недостаточно затрагивался как эффективный источник финансирования многоотраслевого инновационного хозяйства в сфере аграрного производства.

Представляется целесообразным сформировать федеральную базу сельскохозяйственных проектов, дифференцированную по округам и отдельным регионам. Проекты должны получить оценку и рейтинг российских консалтинговых компаний [10].

Кредитные организации могут предложить инвесторам проекты с помощью DeFi-платформ, таким образом инвесторы различного уровня смогли бы участвовать в финансировании наиболее интересных сельскохозяйственных проектов. Например, в международной практике накоплен определенный опыт применения зерновых токенов в международной торговле [11].

Зерновые токены — это цифровые активы, представляющие собой право собственности на определенное количество зерна. Они позволяют инвесторам вкладывать средства в сельскохозяйственный сектор, обеспечивая прозрачность и ликвидность сделок [12]. В России интерес к таким инструментам постепенно растет, особенно среди крупных агрохолдингов и инвесторов, стремящихся диверсифицировать портфели.

В качестве примеров проектов, связанных с зерновыми токенами в России можно привести следующие:

1. SibCorn. Проект основан на блокчейне Ethereum и представляет собой цифровой актив, обеспеченный пшеницей, выращенной в Сибири. Токен SIBCORN позволяет инвесторам приобрести долю в урожае пшеницы, получая доход от продажи продукции.

2. AgroCoin. Данный токен позиционируется как первый российский зерновой токен, подерживаемый крупным агропромышленным холдингом. Владельцы токенов получают доступ к прибыли от продаж сельскохозяйственной продукции, включая зерно, масличные культуры

и другие продукты сельского хозяйства. Инвесторы также имеют возможность получать дивиденды и участвовать в развитии агротехнологий.

3. Kukuza Token¹⁰. Настоящий токен предлагает владельцам токенов долю в кукурузном производстве. Токен обеспечивает прямой доступ к инвестициям в один из крупнейших сегментов российского земледелия. Компания обещает прозрачные условия владения и регулярные выплаты доходов от реализации производенного продукта.

Подобный механизм мог бы быть применен и для других направлений сельскохозяйственного производства. Однако важно учитывать риски, связанные с волатильностью цен на сельхозпродукцию, а также погодными и природными катаклизмами. Частичное решение проблемы высокой рискованности российского земледелия возможно путем эмиссии так называемых «катастрофических облигаций» (Cat Bonds) [13]. Использование данного финансового инструмента является примером инновационного механизма управления рисками, что частично обеспечит финансовую безопасность аграрному сектору экономики. К примеру, Правительство Бразилии выпустило Cat Bonds для защиты производителей кофе от ущерба, связанного с неблагоприятными погодными условиями, и это позволило фермерам сохранить стабильность производства даже в условиях природных катаклизмов. Хотя практика выпуска Cat Bonds в российском АПК весьма ограничена, нельзя недооценивать потенциал развития данного финансового инструмента с учетом внимания государства к повышению устойчивости отрасли и расширению инструментария финансовых механизмов защиты сельскохозяйственных предприятий. «Катастрофические облигации» способствовали бы снижению зависимости производителей от государственных субсидий при восстановлении хозяйства после кризисов, а также повышению финансовой устойчивости аграриев перед природными угрозами.

Заключение. Дальнейшее развитие источников финансирования агропромышленного комплекса страны предполагает реализацию комплекса мероприятий, включающего:

- дифференциацию кредиторов и источников финансирования малых и крупных сельхозпроизводителей;
- поддержку кредитных сельскохозяйственных кооперативов как основных кредиторов малых сельхозпроизводителей и фермерских хозяйств;
- внедрение механизма рефинансирования кредитов, предоставленных кредитными сельскохозяйственными кооперативами, в крупных кредитных организациях по льготным процентным ставкам;
- формирование и доступность для широкого круга инвесторов базы сельскохозяйственных проектов с необходимыми характеристиками и рейтингами национальных рейтинговых агентств;
- расширение применения принципов проектного финансирования и DeFi-платформ для привлечения инвесторов к финансированию сельскохозяйственных проектов;
- возможность более широкого распространения так называемых «катастрофических облигаций» для компенсации рисков сельскохозяйственного производства.

Реализация предложенного комплекса дифференцированного финансирования различных типов сельскохозяйственных производителей будет способствовать, по мнению авторов, наиболее полному удовлетворению потребностей населения в разнообразных и полноценных продуктах питания, а также обеспечению продовольственной безопасности страны.

Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 20.04.2025).
2. Банк России: официальный сайт. URL: <https://cbr.ru/statistics/> (дата обращения: 24.04.2025).
3. Бровкина Н.Е. Кредит в современной России: структура имеет значение // Банковские услуги. 2024. № 5. С. 24-31.
4. Ларионова И.В., Устинов Д.А. Имплементация внутренних кредитных рейтингов заемщика в систему оценки кредитного риска // Финансы, деньги, инвестиции. 2024. № 4 (92). С. 30-37. doi: 10.36992/2222-0917_2024_4_30
5. Россельхозбанк: официальный сайт. URL: <https://www.rshb.ru/about/reports-conclusion/annual> (дата обращения: 20.04.2025).
6. Полянская Н.М., Колесняк А.А., Колесняк И.А. Государственная финансовая поддержка развития агропродовольственного сектора: опыт ведущих зарубежных стран // Экономические отношения. 2020. № 3. С. 857-878.
7. Шик О.В., Янбых Р.Г. Оценка уровня государственной поддержки АПК и предложения по повышению ее эффективности // АПК: экономика, управление. 2023. № 4. С. 3-16. doi: 10.33305/234-3.
8. Терновская Е.П. Проектное финансирование как перспективный инструмент финансовой поддержки экономического роста // Теория и практика общественного развития. 2021. № 7 (161). С. 73-82.
9. Солдатова А.О. Проектное финансирование — источник капиталовложений в АПК // Техника и оборудование для села. 2018. № 12. С. 43-47.
10. Володина В.Н., Рудакова О.С., Солдатова А.О., Стародубцева Е.Б. Дальнейший анализ формирования экосистемы «зерновых» токенов и возможность их оборота в некоторых странах ЕАЭС и БРИКС / от теории вопроса к практике применения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (397). С. 43-47. doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_43.
11. Стародубцева Е.Б., Володина В.Н., Медведева М.Б. К вопросу создания зерновой биржи БРИКС // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 1. С. 10-13. doi: 10.55186/25876740_2025_68_1_10.
12. Володина В.Н. Food token: новый цифровой актив стран БРИКС // Банковские услуги. 2023. № 12. С. 22-27. doi: 10.36992/2075-1915_2023_12_22.
13. Солдатова А.О. Перестрахование страховых рисков через выпуск катастрофических облигаций (CatBonds) // Банковские услуги. 2023. № 10. С. 9-12. doi: 10.36992/2075-1915_2023_10_XX

References

1. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki (Rosstat): ofitsial'nyi sait [Federal State Statistics Service (Rosstat): official website]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed: 20.04.2025).
2. Bank Rossii: ofitsial'nyi sait [Bank of Russia (The Central Bank of the Russian Federation): official website]. Available at: <https://cbr.ru/statistics/> (accessed: 24.04.2025).
3. Brovkina, N.E. (2024). Kredit v sovremennoy Rossii: struktura imeet znachenie [Credit in modern Russia: structure matters]. *Bankovskie uslugi* [Banking services], no. 5, pp. 24-31.

¹⁰ <https://coinmarketcap.com/ru/currencies/corn/> (дата обращения: 20.04.2025).



4. Larionova, I.V., Ustinov, D.A. (2024). Implementatsiya vnutrennikh kreditnykh reitingov zaemshchika v sistemu otsenki kreditnogo riska [Implementation of internal borrower credit ratings into the credit risk assessment system]. *Finansy, den'gi, investitsii* [Finances, money, investments], no. 4 (92), pp. 30-37. doi: 10.36992/2222-0917_2024_4_30

5. Rossel'khozbank: ofitsial'nyi sait [Rossel'khozbank official website]. Available at: <https://www.rshb.ru/about/reports-conclusion/annual> (accessed: 20.04.2025).

6. Polyanskaya, N.M., Kolesnyak, A.A., Kolesnyak, I.A. (2020). Gosudarstvennaya finansovaya podderzhka razvitiya agroproduktovstvennogo sektora: opyt vudushchikh zarubezhnykh stran [State financial support for the development of the agro-food sector: the experience of leading foreign countries]. *Ekonomicheskie otnosheniya* [Journal of international economic affairs], no. 3, pp. 857-878.

7. Shik, O.V., Yanbykh, R.G. (2023). Otsenka urovnya gosudarstvennoi podderzhki APK i predlozheniya po povysheniyu ee effektivnosti [Assessment of the level of state support for the agro-industrial complex and proposals for increasing

its effectiveness]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 4, pp. 3-16. doi: 10.33305/234-3

8. Ternovskaya, E.P. (2021). Proektnoe finansirovanie kak perspektivnyy instrument finansovoi podderzhki ekonomicheskogo rosta [Project financing as a promising instrument of financial support for economic growth]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and practice of social development], no. 7 (161), pp. 73-82.

9. Soldatova, A.O. (2018). Proektnoe finansirovanie — istochnik kapitalovlozhenii v APK [Project financing — a source of capital investment in agro-industrial complex]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and equipment for rural area], no. 12, pp. 43-47.

10. Volodina, V.N., Rudakova, O.S., Soldatova, A.O., Starodubtseva, E.B. (2024). Dal'neishii analiz formirovaniya ehkosisistemy «zernovykh» tokenov i vozmozhnost' ikh oborota v nekotorykh stranakh EAEHS i BRIKS / ot teorii voprosa k praktike primeneniya [Further analysis of the formation of the ecosystem of "grain" tokens and the possibility of their circulation in some countries of the EAEU and BRICS / from

the theory of the issue to the practice of application]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (397), pp. 43-47. doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_43.

11. Starodubtseva, E.B., Volodina, V.N., Medvedeva, M.B. (2025). K voprosu sozdaniya zernovoi birzhi BRIKS [On the issue of creating a BRICS grain exchange]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 10-13. doi: 10.55186/25876740_2025_68_1_10.

12. Volodina, V.N. (2023). Food token: novyi tsifrovoy aktiv stran BRIKS [Food token: a new digital asset of the BRICS countries]. *Bankovskie uslugi* [Banking services], no. 12, pp. 22-27. doi: 10.36992/2075-1915_2023_12_22.

13. Soldatova, A.O. (2023). Perestrakhovanie strakhovykh riskov cherez vypusk katastroficheskikh obligatsii (CatBonds) [Reinsurance of insurance risks through the issue of catastrophe bonds (CatBonds)]. *Bankovskie uslugi* [Banking services], no. 10, pp. 9-12. doi: 10.36992/2075-1915_2023_10_XX

Информация об авторах:

Бровкина Наталья Евгеньевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры банковского дела и монетарного регулирования, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4096-1493>, Scopus ID: 57206484417, Researcher ID: ABZ-8249-2022, SPIN-код: 2464-6801, nbrovkina@fa.ru

Солдатова Анна Олимпиевна, кандидат экономических наук, доцент Базовой кафедры инфраструктуры финансовых рынков, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6194-5858>, SPIN-код: 2772-5769, aosoldatova@hse.ru

Терновская Елена Петровна, кандидат экономических наук, доцент, профессор кафедры банковского дела и монетарного регулирования, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3306-5778>, SPIN-код: 5951-7450, epternovskaya@fa.ru

Information about the authors:

Natalya E. Brovkina, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of banking and monetary regulation, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4096-1493>, Scopus ID: 57206484417, Researcher ID: ABZ-8249-2022, SPIN-code: 2464-6801, nbrovkina@fa.ru

Anna O. Soldatova, candidate of economic sciences, associate professor of the Basic department of financial market infrastructure, National Research University "Higher School of Economics", ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6194-5858>, SPIN-code: 2772-5769, aosoldatova@hse.ru

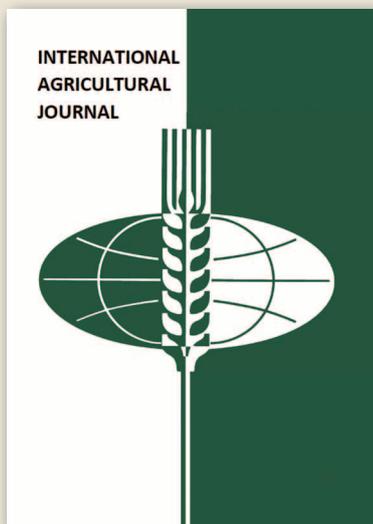
Elena P. Ternovskaya, candidate of economic sciences, associate professor, professor of the department of banking and monetary regulation, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3306-5778>, SPIN-code: 5951-7450, epternovskaya@fa.ru

✉ nbrovkina@fa.ru

Издательство «Электронная наука» выпускает научные журналы на русском и английском языках.

Нам доверяют авторы по всему миру. Количество наших читателей, в том числе и в Интернете, более **55 тысяч** человек ежемесячно.

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



«*International agricultural journal*» научный, рецензируемый, электронный, включен в научные базы: ВАК, РИНЦ, КиберЛенинка, AGRIS, Google.

- Публикации статей **на английском и русском языках.**
- Двухмесячный научно-производственный журнал о достижениях мировой науки и практики в агропромышленном комплексе.

Контакты: <https://iacj.eu>, iacj@iacj.eu





ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ НА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Н.В. Решетникова

Федеральный исследовательский центр «Саратовский научный центр
Российской академии наук», Саратов, Россия

Аннотация. Вопросы продовольственного обеспечения населения в периоды экономических кризисов актуальны как с теоретических, так и с практических позиций. Низкая эластичность продукции сельского хозяйства обуславливает его роль как одного из драйверов восстановления экономики после спада. Значимость исследования подтверждается его теоретической и практической значимостью в связи с необходимостью восстановления российской экономики после спада на фоне внешних потрясений и санкционного давления. В статье собраны, систематизированы и проанализированы определения понятия «кризис» различных ученых-экономистов. Проведенный анализ показал отсутствие единой трактовки даже в рамках одного временного периода, тем не менее на основе синтеза ключевых положений определений различных ученых сформулировано, что экономический кризис представляет собой значительное ухудшение экономических показателей, которое приводит к сокращению параметров уровня и качества жизни, нарушению социально-экономического баланса. Кризис характеризуется изменениями в следующих экономических параметрах: существенном сокращении количественных показателей производства, увеличении финансовой несостоятельности в реальном секторе, что имеет негативный каскадный эффект и на другие сферы экономики, разрыве производственно-сбытовых связей, увеличении безработицы. Рассмотрены ключевые положения экономических теорий в контексте возникновения и разрешения кризисов. Осуществлен теоретический анализ влияния кризисов на развитие агропродовольственного комплекса. Сделана авторская интерпретация воздействия кризиса на агропродовольственный комплекс в соответствии с рассмотренными экономическими теориями. Изучены влияние и взаимосвязи между предпосылками возникновения кризисов в целом в экономике и кризисами в АПК. Проведенный анализ научных источников позволил выявить взаимосвязи кризисов в агропродовольственном комплексе с общеэкономическими кризисами и с кризисами в других отраслях. На основе проведенного анализа сформулированы рекомендации по преодолению и профилактике различных видов кризисов в агропродовольственном комплексе.

Ключевые слова: экономические теории кризисов, цикличность развития экономики, экономический кризис, причины и факторы кризисов, агропродовольственный комплекс

Original article

THEORETICAL ASPECTS OF THE IMPACT OF ECONOMIC CRISES ON THE AGRO-FOOD COMPLEX

N.V. Reshetnikova

Federal Research Center "Saratov Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences", Saratov, Russia

Abstract. The issues of food security of the population during periods of economic crises are relevant from both theoretical and practical positions. Low elasticity of agricultural products determines its role as one of the drivers of economic recovery after a recession. The significance of the study is confirmed by its theoretical and practical significance in connection with the need to restore the Russian economy after a recession against the background of external shocks and sanctions pressure. The article collects, systematizes and analyzes the definitions of the concept of "crisis" of various economists. The analysis showed the absence of a single interpretation even within the same time period, however, based on the synthesis of key provisions of the definitions of various scientists, it was formulated that an economic crisis is a significant deterioration in economic indicators, which leads to a reduction in the parameters of the standard and quality of life, disruption of the socio-economic balance. The crisis is characterized by changes in the following economic parameters: a significant reduction in quantitative indicators of production, an increase in financial insolvency in the real sector, which has a negative cascading effect on other sectors of the economy, a breakdown in production and marketing ties, an increase in unemployment. The key provisions of economic theories in the context of the emergence and resolution of crises are considered. A theoretical analysis of the impact of crises on the development of the agro-food complex is carried out. The author's interpretation of the impact of the crisis on the agro-food complex is made in accordance with the considered economic theories. The influence and interrelations between the prerequisites for the emergence of crises in the economy as a whole and crises in the agro-industrial complex are studied. The conducted analysis of scientific sources made it possible to identify the interrelations of crises in the agro-food complex with general economic crises and with crises in other industries. Based on the conducted analysis, recommendations for overcoming and preventing various types of crises in the agro-food complex are formulated.

Keywords: economic theories of crises, cyclical nature of economic development, economic crisis, causes and factors of crises, agro-food complex

Введение. Изучение теоретических и практических вопросов возникновения и разрешения экономических кризисов является особенно актуальным направлением исследования в современных условиях санкционных ограничений и кризисных явлений в экономике России. Теоретические подходы к исследованию особенностей экономики в стадии кризиса отличаются многоаспектностью и неоднородностью взглядов относительно причин, эволюции и управления экономическими кризисами. Исследованию экономических кризисов уделяется значительное внимание в концепциях большинства школ и направлений экономической теории на протяжении всего периода ее развития.

Учитывая широкий спектр экономических теорий, автором был ограничен круг рассматриваемых концепций наиболее значимыми в истории экономической мысли, которые сохраняют свою значимость на современном этапе.

Первоначально термин «кризис» использовался в медицине и происходит от греческого «κρίσις», что означает «перелом», а также поворотный пункт, тяжелое переходное состояние, крайняя точка падения, острый недостаток. Впервые понятие «кризис» как экономическое явление с теоретических позиций было сформулировано Ж. Бодяном в 1577 г. в книге «Шесть книг о республике». В интерпретации автора понятие «кризис» употреблялся как

«сверхсложное положение, упадок» [1]. В экономической литературе накоплен большой опыт исследования различных аспектов экономических кризисов. Изучение кризисов в реальном секторе экономики капиталистической системы нашло отражение в научных работах К. Жюгляра, К. Маркса, У. Митчелла, Дж.М. Кейнса, Ф. Хайека, И. Фишера, И. Шумпетера. Изучению экономических кризисов с точки зрения дисбаланса денежной массы в экономике и теории антикризисного управления экономикой посвящены работы Дж.М. Кейнса, И. Фишера, М. Фридмана, Ф. Хайека. Идеи циклического развития экономики и вопросы утраты экономической устойчивости рассматриваются в исследованиях Р. Лукаса,



Ф. Кидленда и Э. Прескотта, Х. Мински [2]. Значительный вклад в развитие экономической науки внесли теоретические воззрения М.И. Туган-Барановского и Н.Д. Кондратьева, в которых сформулированы идеи по рассмотрению кризисов как обязательного элемента среднесрочных и долгосрочных циклов экономического развития. В современной российской экономической науке теоретические вопросы экономических и финансовых кризисов подробно рассмотрены в трудах Л.И. Абалкина, С.Ю. Глазьева, Р.С. Гринберга, М.Г. Делягина, Б.Н. Кузика, В.В. Леонтьева, В.А. Мау, В.И. Маевского.

На основе анализа различных определений понятия «кризис» можно сделать вывод о том, что ученые-экономисты, даже в рамках одного временного периода, не приходили к его единой трактовке. Систематизируя основные положения из определений кризиса в основных экономических теориях, можно сделать следующие обобщения. В определениях кризиса отмечаются следующие характеристики и предпосылки данного явления: «отставание роста средств существования от роста народонаселения» (Т. Мальтус); «возникновение в результате стихийности и анархии воспроизводительного процесса» (К. Маркс, Ф. Энгельс); «кризис — это временная фаза, в течение которой происходит спад хозяйственной активности» (Н. Кондратьев); «кризис является нарушением равновесия и одновременно переходом к некоторому новому равновесию» (О. Богданов); «кризис сопровождается потерями и разрывом нормальных связей в производстве и рыночных отношениях, что ведет к дисбалансу функционирования экономической системы в целом» (Д. Мельник); В. Чубай ассоциирует кризис с «изменениями в структуре экономики», а П. Кухта с «необходимостью качественной трансформации социально-экономической системы» [1].

Распространенным направлением является изучение кризисов в контексте циклов экономической системы. Также кризис представляется не только как негативное явление, но и как возможность перехода на новый этап функционирования и развития системы. Кризис выступает как неизбежный этап деятельности и развития социально-экономической системы, приводящий к сбою существующего баланса, который вызывает сбой в работе системы и делает проблематичным достижение ее ключевых целей, создает настоятельную потребность в ее реорганизации. Кризис воздействует, прежде всего, не на структуру социально-экономической системы [1], а оказывает негативное воздействие на порядок ее текущего функционирования, дестабилизирует сложившиеся процессы и связи. В связи с этим следует рассматривать не только кризис самой системы, а проблемы в ее оперативном функционировании и реализации потенциала. В современном понимании кризис трактуется как критическая, нестабильная фаза, влекущая за собой неблагоприятные последствия. По своей сути, кризис представляет собой утрату баланса, за которой следует переход к новому состоянию равновесия. С классической точки зрения, кризис — это не только ухудшение ситуации, но и сложные переходные процессы в целом. Сегодня это понятие приобретает многогранный характер и тесно связано с системным подходом, теорией хаоса и циклическими законами развития.

Экономические кризисы характеризуются продолжительным (более полугодом) и значительным ухудшением условий, необходимых для

воспроизводства валового внутреннего продукта. На основе анализа различных подходов к определению «кризиса» мы можем сформулировать, что экономический кризис представляет собой значительное ухудшение экономических показателей, которое приводит к снижению уровня жизни населения. С точки зрения экономических показателей, кризис проявляется в значительном падении объемов производства; увеличении финансовой несостоятельности в реальном секторе, что имеет негативный каскадный эффект и на другие сферы экономики; разрыве производственных и сбытовых связей; увеличении безработицы.

Экономическая нестабильность отражается на всех отраслях экономики. Тем не менее влияние кризисов на агропродовольственный комплекс обладает рядом особенностей. Агропродовольственный комплекс играет критически важную роль в обеспечении базовых потребностей населения. Это ключевое отличие АПК от других отраслей экономики, обеспечивающее ему определенную устойчивость во время экономических кризисов. Наглядным примером послужила пандемия COVID-19: в то время как многие сектора экономики переживали резкий спад, агропродовольственный комплекс в меньшей степени испытывал трудности и сохранил относительно стабильное функционирование, обеспечивая население необходимыми продуктами питания. Это обусловлено потребностью человека в продовольствии независимо от экономической ситуации. Тем не менее относительная устойчивость агропродовольственного комплекса не означает его невосприимчивость к кризисам. Например, резкие колебания цен на энергоносители, необходимые для сельскохозяйственной техники и хранения продукции, могут существенно повлиять на себестоимость производства и рентабельность предприятий АПК. Подобным образом изменение климата, проявляющееся в виде засух, наводнений или заморозков, может привести к катастрофическим потерям урожая и дестабилизировать рынок.

Одной из ключевых особенностей АПК является консервативный подход к ведению сельскохозяйственной деятельности значительной части товаропроизводителей. В том числе это обусловлено объективной невозможностью оперативно отреагировать на изменение рыночной ситуации, перестроить производственный процесс и скорректировать объемы производимой продукции, которая обусловлена вегетационным циклом растений, зависимостью от погодных условий и длительностью цикла производства сельскохозяйственной продукции. Сложность и многоступенчатость производственных процессов в АПК, включающих в себя выращивание, обработку, хранение, транспортировку и продажу продукции, создают дополнительные риски и увеличивают время реакции на рыночные сигналы. Внедрение новых технологий, таких как точное земледелие, автоматизация процессов и генетически модифицированные культуры, хотя и способны повысить эффективность производства, требуют значительных инвестиций и времени на адаптацию. Необходимо также учитывать специфику региональных рынков, где местные особенности климата, почвы и потребительских предпочтений формируют особые условия. Основная экономическая проблема АПК заключается в низкой валовой добавленной стоимости сельскохозяйственной продукции при высокой трудоемкости. Это связано с относительно низкими ценами на

сельскохозяйственную продукцию по сравнению с затратами на производство [3].

Положения экономической теории и практические примеры демонстрируют разнообразные механизмы и методы управления и разработки инструментов, позволяющих нивелировать проявления кризисов и минимизировать неблагоприятные последствия. Тем не менее современная экономическая практика нуждается в развитии новых теоретических подходов к смягчению негативного влияния кризисов и более оперативному восстановлению экономики. Также мало изучены вопросы функционирования агропродовольственного комплекса в период экономических кризисов.

Методы и методология проведения исследования. Теоретическую и методологическую основу исследования составили основные положения экономической теории, посвященные исследованию экономических кризисов, а также теоретико-методологические аспекты государственного регулирования в кризисный период. В ходе исследования использован широкий спектр методов научного исследования: абстрактно-логический, диалектического познания, монографический, сравнения, теоретического обобщения. Проведен теоретический анализ, состоящий в распространении теорий возникновения экономических кризисов на современную агропродовольственную систему. На основе системного подхода, а также методов анализа и синтеза, были выявлены закономерности экономических кризисов и циклов, обобщены ключевые направления государственного регулирования и поддержки агропродовольственного комплекса.

Результаты. Экономические кризисы являются закономерными этапами развития экономики. В экономической теории вопросы исследования кризисных явлений изучались на протяжении длительного времени, что позволило сформировать плеяду экономических теорий, раскрывающих предпосылки возникновения экономических циклов и кризисов. Основные два направления теорий экономического кризиса рассматривают предпосылки кризисов экономики рыночного типа во внешних и внутренних факторах [4]. Первое направление экономических теорий трактует появление кризиса под влиянием внешних экономических, политических, технологических, социальных и экологических последствий. К данной группе относят следующие теории: монетарную, теорию инноваций, теорию реального делового цикла. Согласно второму подходу, функционирование экономического цикла осуществляется за счет рыночного механизма внутри самой экономической системы. Таким образом, формируется следующий цикл: экономическое развитие, достигнув своего максимума на определенном историческом этапе, приводит к закономерному снижению, которое, в свою очередь, достигнув критической точки, ведет к обновлению и восстановлению экономической активности. Экономическое развитие вызывает появление новых основных средств, а их замена по истечении срока эксплуатации стимулирует рост инфляции.

Рассмотрим основные экономические теории экзогенного направления. Монетарная (денежная) теория соотносит появление кризиса с динамикой объема денежной массы. Ключевым представителем данной теории является М. Фридмен. Согласно научным воззрениям монетаристов, кризис возникает при снижении денежной массы. Также они видят взаимосвязь





экономического цикла с циклом кредитования и утверждают, что высокие процентные ставки, которые определяют стоимость долга, способны уменьшать потребительские расходы и нивелировать экономическую активность. Вместе с этим монетаристы поддерживают, что кризис также может явиться следствием избытка денежной массы и спровоцировать избыточную закредитованность. Как следствие, оборот денежных средств будет продолжать расти, а предложение превысит спрос, что и приведет к кризису перепроизводства [5].

Снижение денежной массы в целом по экономике неминуемо отражается и на агропродовольственном комплексе. Рассмотрим изменения со стороны спроса и предложения. Снижение покупательной способности населения приводит к изменениям продуктовой корзины — покупатели предпочитают более дешевые категории продовольственных товаров. Вынужденное изменение предпочтений имеет и отложенный негативный эффект в сфере общественного здоровья, эффективности труда и трудоспособности населения. Со стороны предложения также имеют место пессимистические тенденции. Дорогие кредиты, сокращение и изменение структуры спроса снижают инвестиционную активность сельхозтоваропроизводителей, создают предпосылки к финансовой неустойчивости производителей более дорогих категорий продукции (например, мясо-молочная продукция). Монетаристами также описан вариант возникновения кризиса на фоне избытка денежной массы и излишней закредитованности. Спрос на продукты питания не может расти сверх физиологических потребностей населения. В описываемом случае может быть скорректирована его структура в пользу более дорогостоящей продукции. Тем не менее даже в такой ситуации возможности роста спроса конечны. Излишняя закредитованность сельхозтоваропроизводителей на фоне невозможности бесконечно наращивать сбыт продукции способно подорвать их финансовую устойчивость и спровоцировать кризис перепроизводства с последующим падением цен на продукцию.

Теория инноваций, яркими представителями которой являются Й. Шумпетер, П. Друкер, Г. Менш, Б. Лундвалл, К. Фримен, Р. Нельсон, отражает концепцию важности модернизации технологии и производственных мощностей в соответствии с научно-технологическим прогрессом. Согласно положениям теорий инноваций, реализация такого обновления способствует экономическому подъему. Экономический кризис, согласно данной теории, возникает на фоне слабого внедрения, отсутствия инноваций в необходимом объеме и качестве, а также в чрезмерной задержке их реализации или, напротив, избытке инноваций в сочетании с медленным повышением квалификации работников. Существуют также ситуации возникновения инновационной паузы, когда существующие технологии уже не отвечают современным требованиям времени, а новые еще не готовы для массового внедрения и активной эксплуатации [6]. Вопрос внедрения инноваций в сельское хозяйство является актуальной проблемой, входящей в повестку как научной дискуссии, так и на прикладном уровне государственного управления. Перечисленные проблемы, изучаемые в теории инноваций, в полной мере соответствуют проблемам российского агропродовольственного комплекса. Переход на новый технологический уровень способен повысить

производительность сельского хозяйства при одновременном снижении затрат труда и ресурсов, положительно скажется на привлекательности сельского хозяйства как профессионального направления для молодежи. Отставание от трендов инновационного развития отрасли усугубляет существующие социально-экономические и экологические проблемы агропродовольственного комплекса. Также усиливается разрыв в конкурентоспособности предприятий, которые имеют возможности внедрить инновационные технологии, и предприятий, не имеющих на это финансовых ресурсов.

Теория реального делового цикла видит предпосылки экономического кризиса в шоковых событиях и явлениях, которые трактуются как маловероятное и сложно прогнозируемое потрясение, имеющее значительное влияние на экономику и возникающее из факторов, не учитываемых в экономических моделях [2]. Разработкой данной теории занимались С. Нельсон, С. Плоссер, Ф. Кидланд, Э. Прескотт. Особенности влияния кризиса на агропродовольственный комплекс, согласно данной теории, состоят в необходимости оперативной адаптации к новым реалиям, в то время как для агропродовольственного комплекса быстрая перестройка производственных процессов невозможна. Шоковые события различного характера несут в себе комплекс различных рисков: логистические, рост стоимости кредитования, повышение себестоимости продукции, усиление дефицита квалифицированных кадров на селе. Без государственной поддержки и в случае отсутствия у сельхозтоваропроизводителей собственных ресурсов на случай форс-мажоров преодоление последствий кризиса способно занять продолжительный период времени.

К экономическим теориям, ориентированным на преимущественное влияние эндогенных факторов, относятся кейнсианская теория, психологическая теория, теория недопотребления, теория чрезмерного инвестирования. Кейнсианская теория трактует возникновение экономического кризиса как результат снижения совокупного спроса, что способствует сокращению доходов и росту уровня безработицы [2]. Дж. Кейнс отмечал важность государственного регулирования денежной массы в экономике.

При анализе монетаристского подхода уже были описаны реакции агропродовольственного комплекса на падение спроса и изменение его структуры. В таких условиях увеличение уровня безработицы является закономерным следствием ухудшения финансового положения сельхозтоваропроизводителей на фоне проблем с реализацией продукции. При анализе кейнсианской теории кризисов в контексте влияния на аграрный сектор важно отметить ключевую роль государственного регулирования АПК. Агропродовольственный комплекс является одной из ключевых составляющих национальной безопасности и независимости. При этом ему свойственны специфические риски и особенности производственно-сбытового цикла, что делает его восприимчивым ко многим видам социально-экономических и экологических шоков. Государственное регулирование и поддержка в таких условиях становится важнейшим фактором обеспечения устойчивого функционирования отрасли, создания благоприятного социально-экономического климата на селе и противостояния экологическим вызовам и внешним шокам.

Психологическая концепция рассматривает экономический цикл как результат чередования

пессимистических и оптимистических настроений среди населения. Данная теория связана с именами таких ученых-экономистов, как В. Парето, У. Девонс, А. Пигу, Р. Лукас. Кризис начинается вследствие пессимизма среди инвесторов, а следование психологии толпы провоцирует изменение спроса. Данная цепочка реакций инвесторов способна реализовать пессимистический сценарий даже при его объективно малой вероятности. Это провоцирует снижение инвестиций, что, в свою очередь, приводит к падению доходов [7]. Идеи психологической концепции развития экономического кризиса в полной мере применимы к изучению проблем агропродовольственного комплекса. Слабая привлекательность для молодежи профессионального развития в сельской местности обусловлена комплексом инфраструктурных и экономических факторов. Дальнейшее развитие такого тренда усиливает пессимистическое восприятие перспектив сельской жизни и усугубляет негативные процессы в аграрной сфере.

Предпосылки возникновения экономических кризисов, согласно теории недопотребления, состоят в бедности широких слоев населения в сочетании с концентрацией значительной части общей денежной массы в сбережениях высокодоходных групп населения. Неравномерное распределение приводит к дисбалансу между производством и потреблением, что из-за недостатка спроса вызывает перепроизводство. Основоположником теории недопотребления является швейцарский экономист Ж. Сисмонди [7]. Представителями данного направления экономической теории также выступали Т. Мальтус, К.И. Родбертус-Ягцев, Дж.А. Гобсон, К. Каутский и Роза Люксембург. Низкая покупательная способность отражается и на продуктовой корзине населения. Смещение структуры массового спроса в сторону более дешевой продукции приводит к изменениям в структуре аграрного производства. Снижение привлекательности инвестиций в сельское хозяйство негативно отражается как на развитии отрасли в целом, так и на отдельных предприятиях.

Согласно теории чрезмерного инвестирования, рецессию вызывают диспропорции между отраслями экономики. В сочетании с неэффективной системой государственного управления и менеджмента на уровне предприятия, отсутствие стратегического видения и направляющих действий со стороны государства укрепляет отраслевые диспропорции. Асимметричная инвестиционная активность ускоряет экспансию, усиливая диспропорции в финансово-экономической, производственной и экономической системах. Стихийное формирование рыночной экономики в России заложило основы отраслевой диспропорции, которые в полной мере еще не удалось преодолеть. Технологические особенности производственно-сбытовых процессов в агропродовольственном комплексе обуславливают повышенные риски для вложений в предприятия аграрной сферы. Совокупность данных факторов убедительно доказывает важность государственного регулирования и поддержки отрасли для сглаживания существующих диспропорций и повышения привлекательности аграрной сферы.

Различные экономические школы демонстрируют широкую палитру подходов к определению кризиса и видения его сущности, первоочередных причин и алгоритма преодоления. Тем не менее в целом можно говорить о том, что ученые-экономисты сходятся во мнении, что появление



кризисов имеет циклический характер. При изучении экономического цикла выделяют три основные фазы — дно, рост и рецессию. Фаза рецессии большинством экономистов классифицируется как «экономический кризис». Однако также распространено мнение, что кризисом является только период максимального спада (так называемое «дно»). Еще одной формой экономического кризиса является стагнация и депрессия, как затяжная форма рецессии, когда экономика находится на дне продолжительное время [8]. В исследованиях экономических кризисов отмечают наличие различных циклов. Наиболее известны циклы Конратьева (40-60 лет), частные хозяйственные циклы (1-12 лет), циклы Кузнецова (около 20 лет), циклы Жугляра (7-11 лет), циклы Китчина (3-5 лет). В случае анализа и прогнозирования функционирования агропродовольственного комплекса необходимо также учитывать циклы воспроизводства в животноводстве, вегетативные циклы растений, периодичность севооборота и нагрузки на земельные ресурсы, а также климатические циклы.

Российскому агропродовольственному комплексу в разной степени свойственны проблемные аспекты из большинства экономических теорий возникновения кризиса. Кризисы оказывают системное влияние на экономику, затрагивая все сферы и отрасли. Институты агропродовольственного комплекса, безусловно, не являются исключением. Исследованием особенностей влияния экономических кризисов на агропродовольственный комплекс занимались такие ученые, как Р. Барнетт, П. Эллинджер, В. Тирупаттур, Дж. Гхош, К. Имаи, О.И. Павлушкина, Р. Чанд и др. [9]. В работах данных ученых можно найти выводы о том, что предпосылки экономического кризиса в АПК формируются заблаговременно до его наступления. В зоне наибольшего поражения от кризиса находятся малые формы хозяйствования, что несет в себе значительные негативные социально-экономические последствия. Таким образом, экономический кризис имеет отложенный негативный эффект. Экономическая турбулентность оказывает негативное влияние на финансовые показатели агропродовольственного комплекса. Также имеют место механизмы внутренней детерминации развития.

Выделяется также такая разновидность кризиса, как структурный кризис, который, по мнению А.Б. Кобякова и М.Л. Хазина, состоит в несоответствии структуры капиталовложений и производства структуре конечного спроса. Согласно мнению С.Ю. Глазьева, первопричинами структурных кризисов является игнорирование эволюционных процессов инерционными институтами системы, которые не готовы адаптироваться в соответствии с новыми вызовами времени. Предпосылками возникновения структурного кризиса преимущественно служат переход к принципиально новым технологиям и изменения в динамике спроса. Это способствует появлению отраслевого дисбаланса: в одних отраслях наблюдается развитие, в то время как в других имеют место кризисные явления на фоне снижения потребительского спроса или недостаточного уровня внедрения инноваций. Структурные кризисы, как правило, имеют затяжной характер и разрешаются после адаптации экономики и населения к новым технологическим реалиям.

Взаимосвязь отраслей и различных сфер экономики отражается и на распространении и передачи кризисных явлений. Признание

и широкое распространение в современной экономической теории получило направление исследования кризисов в контексте теории и методологии финансового заражения. Данная концепция учитывает трансмиссию шоков от одного рынка или отрасли к другим. Агропродовольственный комплекс, ввиду активной включенности как в мировые рынки, так и национальную экономическую систему, может быть как в роли передатчика, так и реципиента. В целях профилактики и оперативной реакции на экономические кризисы важно отслеживать как международную конъюнктуру, так и национальную экономическую повестку. Каналом распространения и передачи шоков являются экономические связи между отраслями и институтами.

Анализ предпосылок возникновения кризисов обусловлен их дифференцированным влиянием на агропродовольственный комплекс [10]. Колебания цен на энергоносители отражаются на изменении себестоимости продукции и объемов производства. Влияние экологического фактора может выражаться в снижении количества и качества природных ресурсов, что, в свою очередь, приводит к сокращению сельскохозяйственного производства. Политический кризис проявляется в различных формах, но при этом оказывает влияние на субъективное восприятие и изменение сельхозтоваропроизводителями стратегии своей деятельности. В случае военных действий происходит снижение объемов сельскохозяйственного производства в зоне конфликта и на приграничных территориях, изменение объемов продовольствия в целом по стране. Кризис инновационных технологий проявляется в повышении конкурентоспособности отдельных предприятий агропродовольственного комплекса, способных внедрить инструменты цифровизации, искусственного интеллекта и другие передовые решения в сфере сельского хозяйства. Это ускоряет нарастание разрыва в конкурентоспособности сельхозтоваропроизводителей. Банковские кризисы снижают объемы кредитования агропродовольственного комплекса и следом аграрного производства. Аналогично инвестиционный кризис негативно отражается на объемах привлечения финансирования для сельского хозяйства. Ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки является серьезным вызовом для аграрного производства и отрицательно влияет на объемы сельскохозяйственной деятельности. Экономические кризисы в агропродовольственном комплексе имеют свои характерные черты по сравнению с другими отраслями экономики. Они отличаются большим временным периодом, широким спектром вариаций и, соответственно, особенностями их разрешения.

Многообразие кризисов в агропродовольственном комплексе можно классифицировать на три категории: импульсивные, трансформационные и циклические. Предпосылками возникновения импульсивных кризисов в АПК являются природные катастрофы, которые наносят ущерб материально-технической инфраструктуре производства или значительно трансформируют природные условия для ведения хозяйственной деятельности. Наибольший экономический и социальный ущерб кризисы данного типа наносят странам со слабо развитой экономикой, которые не имеют достаточно ресурсов для борьбы с последствиями природных катаклизмов. Трансформационные кризисы являются результатом социального потрясения. Преодоление кризисов такого рода нуждается в переходе

трансформационных процессов в завершающую стадию и психологической адаптации экономики и общества к новым реалиям. Циклические кризисы в аграрном секторе обусловленные экономическими факторами и возникают в результате углубления противоречий между производственными силами и производственными отношениями. В агропродовольственном комплексе циклические кризисы имеют большую продолжительность по сравнению с другими отраслями экономики. Особенность циклических кризисов в аграрной сфере также состоит в перепроизводстве продукции и снижении ее меновой стоимости. В свою очередь, импульсивные и трансформационные кризисы проявляются в снижении объемов производства, что провоцирует рост цен. Все виды экономических кризисов в агропродовольственном комплексе имеют общую черту — длительное и часто глубокое негативное воздействие на процесс воспроизводства. Это проявляется не только в возможном снижении объемов производства, но и в ухудшении использования производственных мощностей, деградации природных ресурсов, сокращении инвестиционной активности и ослаблении демографического потенциала. Наиболее драматические социально-экономические последствия происходят в случае единовременного сочетания различных видов кризисов.

Заключение. Эффективное преодоление экономических кризисов в агропродовольственном комплексе предполагает предпочтение стратегического и тактического государственного регулирования подходу стихийной рыночной самоорганизации. Это подразумевает использование положений экономической теории по преодолению экономических кризисов, а также положительного опыта отечественной и зарубежной практики, которая показывает целесообразность планомерного подхода при сочетании рыночных и нерыночных механизмов, а также экономических и административных методов регулирования. Выявление типа экономического кризиса позволяет сформировать и реализовывать меры по преодолению экономического спада. Ключевым аспектом в этом процессе является восстановление взаимосвязей в системе, которые были нарушены в результате кризиса. Кризис провоцирует появление новых моделей поведения экономических институтов и агентов, которые адаптируются к изменившейся реальности, и вызывает значительные структурные изменения в экономике и социальной сфере. Объем государственной поддержки и ее способы определяются тремя основными факторами: запросами агропродовольственного комплекса, экономическими ресурсами государства и ограничением со стороны международных организаций, членом которых является государство.

На фоне импульсивного кризиса происходит негативное влияние на производительные силы, либо значительно снижается их эффективность. Преодоление данного вида кризиса состоит в оперативном усилении материально-технической базы агропродовольственного комплекса, в применении антикризисных подходов к совершенствованию системы управления на всех уровнях от отрасли до предприятия, что позволит более эффективно реагировать на изменяющиеся внешние и внутренние условия. Также важно достичь более рационального использования ресурсов и скорректировать государственную политику в отношении экспорта и импорта в соответствии с новыми условиями.





Важным этапом в преодолении трансформационного кризиса является переход трансформационных процессов в стадию логического завершения. Следующий этап состоит в преодолении негативных последствий. Методы и инструменты аналогичны подходам к выходу из импульсивных кризисов. Необходимо отметить, что наиболее актуальными в данной ситуации являются проблемы привлечения инвестиций обеспечения роста производства.

Вопросы выхода экономики агропродовольственного комплекса из циклического кризиса требуют кардинально другого подхода, так как данный кризис проявляется не в дефиците, а, напротив, в относительном избытке продукции. Эффективным решением для его преодоления является расширение емкости аграрного рынка и совершенствование производственной структуры, способствующей перераспределению части производственных мощностей на новые направления, включая не только аграрные сферы. Нарачивание потенциала агропродовольственного комплекса может быть достигнуто, в первую очередь, за счет повышения уровня занятости населения, увеличения эффективности производственных мощностей предприятий, задействованных в АПК. Это также возможно через увеличение доходов менее обеспеченных групп населения, включая зарплату, пенсии и пособия, а также за счет экспорта. В современных условиях беспрецедентных санкционных ограничений рост спроса на аграрную продукцию может быть реализован за счет повышения платежеспособности как предпринимателей, так и потребителей. Расширение рынка реализации продукции агропродовольственного комплекса может быть реализовано посредством снижения ее себестоимости за счет налоговых льгот, субсидирования кредитов и других видов государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей, государственной поддержки наращивания экспорта, осуществления программ продовольственной помощи социально уязвимым категориям населения. Вторым направлением для расширения рынка сельскохозяйственной продукции является повышение платежеспособного спроса потребителей.

Однако наиболее эффективным способом снижения последствий кризисных явлений для агропродовольственного комплекса является реализация системы профилактических мер. Для минимизации кризисных явлений в случае импульсивных кризисов важно заблаговременное формирование достаточных резервов сельскохозяйственной продукции и оборотных средств производства, обеспечение своевременного повышения квалификации работников. Со стороны государства важно обеспечение эффективной работы метеорологической службы. Снижение последствий циклических кризисов состоит в формировании сбалансированного механизма стратегического и оперативного управления, гармонично сочетающего рыночный механизм и государственное регулирование. Создание разветвленной сети взаимодействия

предприятий между собой и с государственными институтами, профилактика структурных диспропорций в экономике и монополизма, в различные его проявлениях, способны смягчить последствия циклических кризисов.

Трансформационные кризисы являются одними из самых сложных для профилактики ввиду того, что с их наступлением происходит коренная перестройка в функционировании всех систем государства. Данный процесс не всегда носит прогнозируемый характер. В связи с этим в качестве превентивных мер можно назвать проведение эффективной социально-экономической политики, учитывающей интересы широкого круга граждан, обеспечение высокого уровня жизни для широких слоев населения, мониторинг и оперативное выявление прорывных инноваций, способных изменить привычные способы хозяйствования.

Важность профилактики экономических кризисов в агропродовольственном комплексе сложно переоценить, так как данный сектор играет важнейшую роль в обеспечении продовольственной безопасности и стабильности экономики страны. Превентивные меры должны основываться на системном анализе рисков, связанных с изменениями климата, колебаниями цен на сырье и возможными шокowymi условиями на международных рынках. Эффективная стратегия включает укрепление разнообразия различных форм и масштабов сельскохозяйственного производства, внедрение инновационных технологий и поддержание устойчивых цепочек поставок. Государственная поддержка через финансовые, кредитные и налоговые инструменты, а также наличие доступных образовательных программ для фермеров также имеют важное значение. Несомненно важность развития механизмов мониторинга и раннего предупреждения, которые позволили бы оперативно реагировать на возникающие угрозы. Профилактические мероприятия экономических кризисов в агропродовольственном комплексе способны обеспечить не только стабильность этого сектора, но и положительно повлиять на социально-экономический климат в стране.

Список источников

1. Талах В.И. Кризис в теориях экономического развития // Естественного-гуманитарные исследования. 2013. № 1. С. 59-65.
2. Львова Н.А., Семенович Н.С. Феномен кризиса в представлениях экономической науки: ожидаемая закономерность или непредсказуемый шок? // Финансы и кредит. 2015. № 21 (645). С. 27-36.
3. Самарина В.П. Обзор методов государственной поддержки агропромышленного комплекса и перспективы сельскохозяйственного производства в условиях нового кризиса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (69). С. 81-103.
4. Бергман Е. Исторический очерк теорий экономических кризисов. М.: Луч, 2015. 440 с.
5. Фридман М. Капитализм и свобода. М.: Новое издательство, 2006. 236 с.
6. Суховой А.Ф. Основные тенденции современного развития теории инноваций за рубежом и в России // Журнал экономической теории. 2016. № 4. С. 27-37.

7. Тупчиенко В.А., Кривцова М.К. Ключевые теории экономического цикла // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 3 (189). С. 2-12.
8. Дотдueva З.С., Ловяникова В.В. Теории кризисов: эволюция, причинно-видовые аспекты // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 6 (49). С. 262-264.
9. Яшалова Н.Н., Понедельник А.А., Соковнина Н.В., Рубан Д.А. Региональный агропромышленный комплекс в условиях кризиса: внутренняя детерминация развития // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2017. Т. 16. № 4. С. 575-596.
10. Овчаров А.О., Терехов А.М. Влияние экономических кризисов на развитие сельского хозяйства: теоретические подходы и многофакторный анализ // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 3 (74). С. 129-140. doi: 10.53914/issn2071-2243_2022_3_129-140.

References

1. Talakh, V.I. (2013). Krizis v teoriyakh ehkonomicheskogo razvitiya [Crisis in theories of economic development]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 1, pp. 59-65.
2. Lvova, N.A., Semenovich, N.S. (2015). Fenomen krizisa v predstavleniyakh ehkonomicheskoi nauki: ozhidaemaya zakonornost' ili nepredskazuemy shok? [The phenomenon of crisis in the concepts of economic science: an expected pattern or an unpredictable shock?]. *Finansy i kredit* [Finance and credit], no. 21 (645), pp. 27-36.
3. Samarina, V.P. (2021). Obzor metodov gosudarstvennoi podderzhki agropromyshlennogo kompleksa i perspektivy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v usloviyakh novogo krizisa [Review of methods of state support for the agro-industrial complex and prospects for agricultural production in the context of a new crisis]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], no. 2 (69), pp. 81-103.
4. Bergman, E. (2015). *Istoricheskii ocherk teorii ehkonomicheskikh krizisov* [Historical outline of theories of economic crises]. Moscow, Luch Publ., 440 p.
5. Fridman, M. (2006). *Kapitalizm i svoboda* [Capitalism and freedom]. Moscow, Novoe izdatel'stvo Publ., 236 p.
6. Sukhovei, A.F. (2016). Osnovnye tendentsii sovremennogo razvitiya teorii innovatsii za rubezhom i v Rossii [The main trends of modern development of the theory of innovation abroad and in Russia]. *Zhurnal ehkonomicheskoi teorii* [Journal of economic theory], no. 4, pp. 27-37.
7. Tupchienenko, V.A., Krivtsova, M.K. (2014). Klyuchevye teorii ehkonomicheskogo tsikla [Key theories of the business cycle]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial analytics: science and experience], no. 3 (189), pp. 2-12.
8. Dottedueva, Z.S., Lovyannikova, V.V. (2014). Teorii krizisov: ehvolyutsiya, prichinno-vidovye aspekty [Crisis theories: evolution, causal-species aspects]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The world of science, culture and education], no. 6 (49), pp. 262-264.
9. Yashalova, N.N., Ponedel'nik, A.A., Sokovnina, N.V., Ruban, D.A. (2017). Regional'nyi agropromyshlennyy kompleks v usloviyakh krizisa: vnutrennyaya determinatsiya razvitiya [Regional agro-industrial complex in crisis conditions: internal determination of development]. *Vestnik URFU. Seriya ehkonomika i upravlenie* [Urfu bulletin. Series economics and management], vol. 16, no. 4, pp. 575-596.
10. Ovcharov, A.O., Terexhov, A.M. (2022). Vliyaniye ehkonomicheskikh krizisov na razvitie sel'skogo khozyaistva: teoreticheskie podkhody i mnogofaktornyy analiz [The impact of economic crises on agricultural development: theoretical approaches and multivariate analysis]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], vol. 15, no. 3 (74), pp. 129-140. doi: 10.53914/issn2071-2243_2022_3_129-140.

Информация об авторе:

Решетникова Наталия Владимировна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9290-3861>, Researcher ID: AAZ-5167-2020, SPIN-код: 8295-4391, natalia.reshe@mail.ru

Information about the author:

Natalia V. Reshetnikova, candidate of economic sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9290-3861>, Researcher ID: AAZ-5167-2020, SPIN-code: 8295-4391, natalia.reshe@mail.ru



Научная статья

УДК 519.86

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_517

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АГРАРНОМ И ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРАХ

С.О. Медведев, А.К. Назарова, А.П. Мохирев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

Аннотация. Аграрный сектор и лесная промышленность выступают важными элементами экономик многих стран мира. Две данные отрасли имеют множество сходств, позволяющих проводить комплексные исследования, дополняющие друг друга. Ключевое качество данных отраслей — использование биологических ресурсов, по большей части растительного происхождения. В современных условиях аграрный и лесной сектора должны использовать современные достижения науки и информационных технологий. Одним из важнейших элементов современной экономики является использование средств математического моделирования. В данном исследовании анализируются возможности его применения в аграрном и лесопромышленном секторах (на примере российской практики). Представлен теоретический анализ возможностей использования данных инструментов на предприятиях исследуемых отраслей. Проведено практическое исследование деятельности российских предприятий. Выявлены факторы, влияющие на развитие деятельности аграрного и лесного секторов, дана оценка степени их влияния на каждую из отраслей. Проведена апробация использования средств математического моделирования и оптимизации деятельности предприятия на примере одного из лесозаготовительных предприятий. Одним из важных итогов стало определение особенностей внедрения программного обеспечения на предприятиях АПК и лесной отрасли.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, лесная промышленность, эффективность, математическое моделирование, оптимизация

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-78-10002, <https://rscf.ru/project/22-78-10002/>

Original article

MATHEMATICAL MODELING IN THE AGRICULTURAL AND FORESTRY SECTORS

S.O. Medvedev, A.K. Nazarova, A.P. Mokhitev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The agricultural sector and the forestry industry are important elements of the economies of many countries around the world. These two industries have many similarities that allow for comprehensive research that complement each other. The key quality of these industries is the use of biological resources, mostly of plant origin. In modern conditions, the agricultural and forestry sectors should use modern achievements of science and information technology. One of the most important elements of modern economics is the use of mathematical modeling tools. This study analyzes the possibilities of its application in the agricultural and forestry sectors (using the example of Russian practice). A theoretical analysis of the possibilities of using these tools in enterprises of the studied industries is presented. A practical study of the activities of Russian enterprises has been conducted. The factors influencing the development of the agricultural and forestry sectors are identified, and the degree of their influence on each of the industries is assessed. The approbation of the use of mathematical modeling tools and optimization of the enterprise's activities was carried out on the example of one of the logging enterprises. One of the important results was the determination of the features of software implementation at the enterprises of the agro-industrial complex and the forestry industry.

Keywords: agro-industrial complex, forestry industry, efficiency, mathematical modeling, optimization

Acknowledgments: the research was carried out at the expense of the Russian Science Foundation grant No. 22-78-10002, <https://rscf.ru/en/project/22-78-10002/>

Введение. Наибольший успех в агропромышленном комплексе и лесной промышленности тесно связан с инженерными достижениями [1]. Платформа этих достижений включает в себя мощную научно-техническую базу. При этом ключевая роль отведена современным техническим решениям и информатике. На переднем плане выступают облачные и аддитивные технологии. Они ускоряют установки, повышают гибкость бизнес-моделей. Использование компьютерной техники позволяет минимизировать человеческие ошибки [2]. Автоматизация и компьютеризация — ключевые элементы любого современного предприятия. Работа оборудования и техники отслеживается дистанционно. Наличие множества датчиков и автоматических настроек позволяет оптимизировать работу различной техники и качество осуществления операций. Автоматизация и цифровые технологии используются практически во всех процессах предприятий. При этом хранение и обработка данных выполняется раздельно, в зависимости

от функциональной принадлежности. Так, производственная информация стекается в производственный отдел или к ответственному за данный сегмент работы предприятия, экономическая — к профильному экономическому отделу и т.д. Это ведет к большей эффективности обработки и использования данных. При этом важно, чтобы все подразделения предприятий работали на единый экономический результат. Согласованная работа отделов и подразделений определяет итоговый эффект всей компании.

В последние десятилетия промышленность и сельское хозяйство активно модернизируются [3]. Инновации делают деятельность предприятий более устойчивой. Цифровизация охватывает все этапы производственного цикла: от заготовки сырья до переработки, использования потребителем и послепродажного обслуживания [4]. Управление энергетическими ресурсами становится более точным, это обеспечивает экономию и сохраняет экосистемы. Использование дронов в сельском хозяйстве — пример

высокой технологии в действии. Они используются для регулярного мониторинга сельскохозяйственных угодий, способствуя должному и объективному контролю [5].

Множество имеющихся в научной литературе исследований указывают на активное использование информационных технологий и моделирование в аграрном и лесопромышленном секторах [3-7]. Цель данного исследования — доказать значимость и выявить ключевые особенности использования математического моделирования в аграрном и лесопромышленном секторах (на примере российской практики).

Материалы и методы. Исследование опирается на анализ литературных данных, представленных в комплексе международных рецензируемых журналов, а также предыдущие работы авторского коллектива [8, 9]. Отдельная часть работы посвящена анализу возможностей использования современных инструментов на предприятиях аграрного и лесного секторов. Практическая часть исследования и апробация



получаемых результатов проводились на примере российской лесной промышленности и аграрного сектора. Исследование проводилось в период с января 2023 г. по декабрь 2024 г. Данные получены путем выборки из Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), а также опроса представителей более 100 компаний. Опрос проводился методом интервьюирования. Обработка статистических данных осуществлялась классическими методами с использованием программных комплексов Microsoft Office и Statistica. Составление карт оценки влияния факторов на развитие отраслей осуществлялось с привлечением экспертов, которыми выступали представители промышленных предприятий и научные работники. Специализация экспертов — экономика аграрного сектора и лесной промышленности. Каждый эксперт заполнял информацию о влиянии исследуемых факторов на соответствующую его профилю деятельность отрасль. Полученные в результате оценки влияния факторов проверялись на согласованность и адекватность классическими методами.

Результаты. Первый этап исследования был направлен на оценку общего состояния аграрного и лесопромышленного секторов России. Были изучены структуры, общая характеристика и региональные различия. Следует отметить, что Россия — огромная по площади страна, с существенно различающимися природно-климатическими условиями на своей территории. Это оказывает существенное влияние как на агропромышленный комплекс, так и на лесную отрасль. При этом сельскохозяйственное направление получило большое развитие в более мягких климатических зонах (преимущественно южные и центральные регионы европейской части страны). Лесная промышленность в основном сосредоточена в умеренной климатической зоне (практически по всей территории страны от Северо-Запада до Дальнего Востока).

Учитывая существенные различия в особенностях деятельности различных предприятий, расположенных в существенно отличающихся природно-климатических условиях, ориентироваться при оценках аграрного и лесопромышленного секторов, по мнению авторов, следует на их экономические показатели. Они могут выступать универсальными критериями эффективности и даже целесообразности деятельности отдельных исследуемых направлений. Ключевыми при этом должны выступать показатели прибыли и рентабельности. Вполне логично, что они должны иметь положительное значение, а их размер указывать на эффективность деятельности и перспективы развития.

Проведенное исследование позволило выявить существенные сложности в финансовом состоянии агропромышленного и лесного комплексов в России (рис. 1). Внутренние и международные обстоятельства поддерживают устойчивую негативную динамику. Согласно статистическим данным ситуация ухудшается.

С 2021 по 2024 гг. на агропромышленный комплекс влияет множество факторов. Рентабельность предприятий падает, что особенно заметно в 2023 г., 21% агропромышленных компаний стали убыточными. Причины очевидны: производственные затраты, сложные природные условия, негативная макроэкономическая ситуация. Ожидаемое снижение числа убыточных предприятий на 1% в 2024 г. не внушает оптимизма. Лесной комплекс также сдерживается

рядом проблем. В 2023 г. 18% компаний в этом секторе несли убытки. В значительной степени ситуация осложняется высокой долей транспортных расходов предприятий отрасли. Доставка сырья на большие расстояния, превышающие порой 1,5 тыс. км, негативно отражается на финансах предприятий. Ожидается, что доля убыточных компаний вырастет на 3%. Тем не менее в производстве фанеры, пиломатериалов и различной целлюлозно-бумажной продукции наблюдается позитивная тенденция. При этом логистические и экологические трудности остаются не решенными. Значительных улучшений в прогнозе на 2024 г. не наблюдается. Это подчеркивает значимость государственной поддержки и поиск инновационных решений.

Помимо экономических и организационных причин на предприятия исследуемых отраслей могут существенное влияние оказывать природно-климатические факторы. Особенно подвержено влиянию погоды и климата сельскохозяйственное направление. В отдельных случаях данные факторы могут привести к потере части или даже всего урожая, что ведет к существенным экономическим убыткам. Лесная промышленность менее подвержена влиянию природно-климатических факторов. Основное влияние может проявиться на лесозаготовительном процессе. При этом, как показали проведенные опросы предприятий, падение объемов лесозаготовок при неблагоприятных условиях может составлять 10-15%. Большая часть представителей лесного бизнеса адаптирована под возможные изменения, имеет опыт управления данными рисками. Проведенное

исследование позволило выявить, что существенных природно-климатических колебаний и аномалий за исследуемый период не было. Имевшие место отклонения (температура, осадки и их производные) находились в рамках стандартных и вполне приемлемых. Это подчеркивает, что ключевым фактором негативных тенденций в исследуемых отраслях являются сугубо экономические.

По результатам проведенного исследования выявлено, что математическое моделирование широко применяется в агропромышленном комплексе и лесной промышленности. При этом оптимизационные модели распространены в наибольшей степени как в теории, так и на практике. Они используются в различных экономических задачах, позволяя совершать более эффективное использование различных ресурсов, снижая при этом издержки. Важно отметить, что они не просто решают задачи, а позволяют планировать процесс производства. Значительная часть исследованных предприятий указывает на применение моделирования при управлении цепочками поставок (как для аграрного, так и лесного сектора). При этом одно из ключевых значений для бизнеса имеет качество исходных данных. Комплементарные модели предсказывают спрос и предложение, помогают адаптироваться к динамичным рыночным условиям [10]. Что касается управления рисками, тут активно используются стохастические модели.

В ходе проведенного исследования были определены ведущие программы для математического моделирования в лесном и агропромышленном комплексе в России (табл. 1).

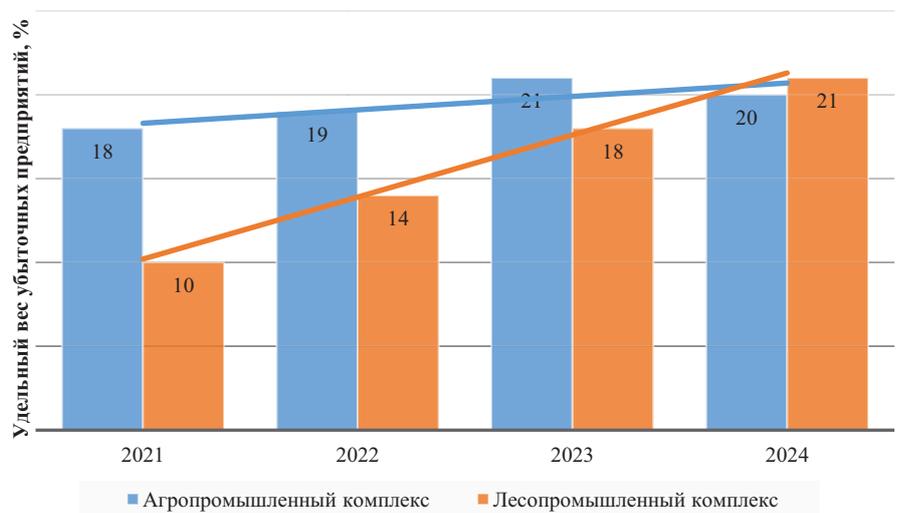


Рисунок 1. Удельный вес убыточных предприятий АПК и ЛПК
Figure 1. The share of unprofitable agricultural and forestry enterprises

Таблица 1. Ведущие программы для математического моделирования в лесном и агропромышленном секторах в России
Table 1. Leading programs for mathematical modeling in the forestry and agro-industrial sectors in Russia

Программное обеспечение	Предназначение
SAP Business One	Управление бизнес-процессами, включая логистику и управление ресурсами
AnyLogistix	Проектирование, оптимизация и анализ цепи поставок
Ag Leader	Агрономический анализ, планирование и мониторинг сельскохозяйственных процессов
MATLAB	Выполнение математического моделирования, анализ данных и алгоритмов
Simulink	Создание моделей, симуляции и анализ систем, включая производственные и логистические издержки
Lingo	Линейное и нелинейное математическое программирование



Представленные программные продукты упрощают процесс решения сложных задач, а их востребованность постоянно растет. Инновационные подходы и использование разнообразных инструментов позволяют оптимизировать процесс анализа данных.

В ходе исследования был проведен опрос в целях выявления ключевых факторов, влияющих на деятельность агропромышленной и лесопромышленной отраслей (рис. 2). Основное внимание в проводимом опросе было уделено факторам развития предприятий.

Для каждого вышеизложенного фактора была определена его весомость. Работа в данном направлении проводилась с привлечением экспертов. Они заполняли заранее разработанные формы по оценке влияния предложенных факторов на отрасль. Далее проводилась обработка данных статистическими инструментами и проверка полученных результатов на согласованность и адекватность. В конечном итоге для каждой из отраслей была получена оценка влияния каждого фактора на развитие отрасли. На основании полученных результатов была построена диаграмма весомости факторов, отображающая сравнительный анализ влияния факторов на указанные отрасли (рис. 3).

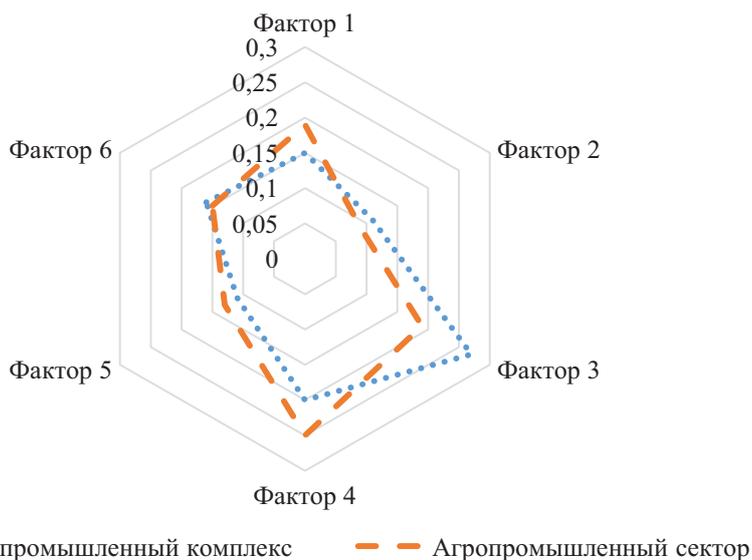
Анализ представленных данных показал, что наибольшее влияние на деятельность в лесопромышленном и агропромышленном комплексе оказывают факторы: 1 — Недоступность наиболее эффективных технологий и низкое качество имеющихся технических решений, 3 — Проблемы рынков и 4 — Сложности в организации производственного процесса. При этом для лесной отрасли проблемы рыночного характера являются наиболее важными. Это обусловлено достаточно высокой экспортной ориентированностью отрасли. Для аграрного сектора наибольшее значение имеют сложности в организации производственных процессов. Это определяется комплексом факторов технического характера и общим уровнем развития сельского хозяйства в стране. Остальные факторы, оказывают существенно меньшее значение для исследуемых отраслей. Существующие отличия указывают в том числе на то, что важно адаптировать стратегию инвестирования предприятий под специфику каждой отрасли. Это позволит достичь максимальной эффективности.

В ходе исследования авторским коллективом была апробирована математическая модель оптимизации производственных и логистических процессов. В частности, была оптимизирована деятельность одного из лесозаготовительных предприятий Красноярского края (вследствие конфиденциальности используемой информации организация просила не раскрывать свое наименование). Полученные результаты свидетельствуют в пользу перспективности использования аналогичных решений на предприятиях с переработкой природных ресурсов. Результаты оптимизации производства представлены в таблице 2.

Внедрение на предприятии математической модели оптимизации производственных и логистических процессов позволило существенно модернизировать лесозаготовительную деятельность по следующим направлениям: организация вспомогательных процессов (обслуживание, ремонт, обеспечение инструментом, топливом, материалами), складское хозяйство (размещение заготовленных лесоматериалов,



Рисунок 2. Факторы, влияющие на развитие деятельности АПК и ЛПК (усредненные данные)
Figure 2. Factors influencing the development of agricultural and agro-industrial production (average data)



Факторы: 1 — Недоступность наиболее эффективных технологий и низкое качество имеющихся технических решений; 2 — Высокие затраты на привлечение заемного капитала; 3 — Проблемы рынков; 4 — Сложности в организации производственного процесса; 5 — Налоговая нагрузка на бизнес; 6 — Недостаток квалифицированных специалистов.

Рисунок 3. Оценка влияния факторов на развитие отраслей
Figure 3. Assessment of the impact of factors on the development of industries

Таблица 2. Эффекты после внедрения математической модели на одном из лесозаготовительных предприятий Красноярского края
Table 2. Effects after the introduction of the mathematical model at one of the logging enterprises of the Krasnoyarsk territory

Показатель	До	После	Изменение, %
Себестоимость, млн руб./год	2476,2	2247,3	-9,2
Прибыль, млн руб./год	133,6	182,0	36,2
Логистические затраты, млн руб./год	120,2	90,8	-24,5
Использование вторичных ресурсов, %	18,0	35,0	94,4
Производительность оборудования, %	85,0	95,0	11,8
Экологические штрафы, млн руб./год	15,2	7,3	-52,0





Таблица 3. Особенности внедрения программного обеспечения на предприятиях АПК и лесной отрасли
Table 3. Features of software implementation in agricultural and forestry enterprises

Область деятельности	Особенности	
	позитивные	негативные
Информационная составляющая	Повышение точности и скорости обработки данных; комплексное повышение эффективности; улучшение безопасности данных; получение подробной аналитики для принятия обоснованных решений	Требуется совместимость с существующими системами; повышение зависимости от IT — сбои могут сказаться на всех процессах предприятия
Кадры	Повышение квалификации сотрудников; помощь в отслеживании соблюдения трудового законодательства; автоматизация HR-процессов; развитие кадрового потенциала	Сопrotивление изменениям со стороны сотрудников; необходимость переподготовки, требующей большого времени; риск утечек конфиденциальной информации о сотрудниках
Экономика	Снижение издержек на логистику, производство, организационное сопровождение — оптимизация затрат; финансовая прозрачность; качественное планирование и прогнозирование экономических аспектов работы компании	Дополнительные расходы на внедрение программного обеспечения и обучение персонала; обновление программного обеспечения; неверные данные или способы их обработки могут привести к принятию ошибочных решений
Организационные аспекты	Ускорение принятия решений; улучшение коммуникации между подразделениями; оптимизация бизнес-процессов; более эффективное управление проектами	Дополнительное время и затраты на отладку работы измененных процессов; сопротивление изменениям со стороны подразделений; комплексные риски при изменениях
Рыночная конкуренция	Повышение качества работы с клиентами и контрагентами в целом; повышение эффективности процессов; снижение операционных расходов; повышение гибкости и адаптируемости; возможность принятия более обоснованных решений на основе качественной аналитической информации; получение дополнительных конкурентных преимуществ	Повышение затрат на закупку, внедрение и обслуживание программного обеспечения; сложность интеграции в действующие процессы и информационную систему предприятия; повышение зависимости от информационной составляющей; необходимость регулярных обновлений; повышение рисков нарушения информационной безопасности
Экология	Поддержка устойчивого развития компании по множеству направлений; улучшение мониторинга воздействия на окружающую среду; повышение эффективности использования вторичных ресурсов; автоматическое отслеживание соблюдения требований стандартов и экологического законодательства	Дополнительное время для полной адаптации экосистемы предприятия к новым стандартам; сложность количественных оценок отдельных видов воздействия на окружающую среду; необходимость регулярных обновлений в целях соответствия изменяющимся требованиям в сфере охраны окружающей среды и природопользования

погрузочно-разгрузочные работы), вывозка лесоматериалов, взаимодействие с контрагентами и т.д. Ключевым элементом экономии стали расходы на вывозку лесоматериалов. Часть работ была переведена на аутсорсинг. Также предприятие получило большой объем информации для эффективного планирования всех процессов. Это снизило простои, позволило повысить производительность и сократить расходы. Одним из важных эффектов стало вовлечение в поддержание и ремонт лесных дорог большого объема вторичных древесных ресурсов (часть из них используется для производства тепла и энергии на лесосеках). Помимо экономического эффекта это позволило частично улучшить инфраструктуру, качество жизни и труда в сложных условиях (в лесу). Также, благодаря оптимизации доставки грузов, появилась возможность для передачи вторичных древесных ресурсов (ранее отходов производства) двум компаниями, использующим их для производства топлива (топливные гранулы и древесный уголь). Это снижает объем отходов производства и развивает зеленую экономику в целом. За счет более грамотного планирования, отслеживания процессов, снижения воздействия на окружающую среду произошло сокращение экологических штрафов. Общее сокращение себестоимости производства и получение ряда дополнительных выгод привело к приросту прибыли. Необходимо отметить, что полученный опыт оптимизации деятельности планируется использовать авторским коллективом для развития других предприятий аграрно- и лесопромышленного секторов.

Помимо очевидных экономических эффектов, следует выделить отдельные аспекты внедрения предлагаемых инструментов в практику деятельности предприятий (табл. 3). Данные результаты были выявлены в ходе внедрения программного обеспечения AnyLogistix на исследуемом предприятии, а также консультации с экспертами из ряда других компаний и в целом согласуются с имеющимися в научной литературе данными.

Представленные особенности являются лишь наиболее главными среди множества деталей, выявленных в ходе исследования. На практике каждое предприятие может иметь собственные как позитивные, так и негативные особенности использования различных информационных технологий и инструментов математического моделирования. Внедрение программного продукта на исследуемом предприятии действительно было сопряжено с рядом сложностей. Среди основных можно назвать следующие: необходимость перестройки множества внутренних процессов, внедрение и согласование с действующей информационной системой; дополнительные затраты; сопротивление нововведениям со стороны отдельных сотрудников. Однако полученные эффекты полностью устроили руководство предприятия. Среди наиболее заметных результатов руководителями названы следующие: прирост экономических показателей; большая прозрачность процессов; оперативное получение множества аналитических данных; ускорение коммуникации между сотрудниками и подразделениями и т.д. Важно отметить, что руководство полностью поддержало идею оптимизации деятельности предприятия. Без этого и всесторонней поддержки на всех этапах внедрения (разработка алгоритмов, пошаговых инструкций, интеграция на предприятие, адаптация к реалиям предприятия и т.д.) результат мог быть не настолько хорошим. По мнению команды, проводившей внедрение, данный процесс мог занять в два раза больше времени и потребовать как минимум удвоения расходов. По факту весь процесс занял четыре месяца, а прибыль предприятия выросла как минимум на 35% по итогам года (второй год проекта будет более показательным, но по предварительным расчетам эффективность будет не ниже первого года реализации проекта).

Внедрение программного обеспечения на предприятиях имеет как положительные, так и отрицательные аспекты в каждой из рассмотренных сфер. В условиях рыночной кон-

куренции данный шаг может стать мощным инструментом для повышения эффективности и конкурентоспособности. Однако важно внимательно подходить к процессу внедрения, учитывая возможные риски и затраты, чтобы минимизировать негативные последствия и максимально использовать преимущества новых технологий.

Заключение. В аграрном и лесном секторах моделирование играет одну из ключевых ролей. Оно оптимизирует различные процессы, что ведет к устойчивому использованию ресурсов. Важное направление реализации математических моделей — это анализ и оценка эффективности различных технических решений. Например, они помогают выбрать оптимальные системы машин и оборудования, учитывая специфику и факторы конкретно выполняемых работ. Моделирование используется для планирования транспортных потоков продукции предприятий двух исследуемых секторов, что ведет к снижению логистических затрат. В совокупности с оптимизацией производства и использования ресурсов, данный инструмент позволяет планировать выпуск продукции с наибольшей добавленной стоимостью.

В результате проведения исследования получены ключевые выводы о важности и значимости математического моделирования в аграрном и лесопромышленном секторах. Определены ключевые особенности использования данного инструмента. Показано на практическом примере, что его использование ведет к ощутимому экономическому эффекту. Однако оно может принести и дополнительные результаты. В частности, повышается устойчивость развития бизнеса, качество трудовых условий, охрана окружающей среды. Вместе с тем итоги внедрения во многом зависят от желания руководства предприятий. В случае заинтересованности в проведении модернизации могут быть получены крайне интересные результаты в части повышения эффективности по многим направлениям. В противном случае эффект может быть противоположным. Полученные



результаты могут быть использованы как для теоретических разработок, так и практических работ по повышению эффективности деятельности предприятий различных отраслей. Авторский коллектив планирует продолжить работу в направлении исследования возможностей использования инструментов математического моделирования для различных целей на предприятиях аграрного и лесопромышленного секторов.

Список источников

1. Воробьев И., Сидорова Е. Проблемы устойчивого развития АПК и ЛПК в Беларуси // *Аграрная экономика*. 2018. № 2 (273). С. 39-41.
2. Савицкий А.А., Кожухов Н.И. Моделирование процессов межотраслевой кооперации в ЛПК и смежных отраслях в сфере инвестиционной деятельности // *Экономика и предпринимательство*. 2016. № 3-2 (68). С. 137-143.
3. Самохвалова А.А., Эссауленко Д.В. Системные факторы развития сельского хозяйства // *АПК: экономика, управление*. 2021. № 6. С. 19-25.
4. Zhao, F., Shewry, P.R. (2011). Recent developments in modifying crops and agronomic practice to improve human health. *Food Policy*, no. 36 (1), pp. 94-101.
5. Escribà-Gelonch, M., Butler, G.D., Goswami, A. et al. (2023). Definition of agronomic circular economy metrics and use for assessment for a nanofertilizer case study. *Plant Physiology and Biochemistry*, no. 196, pp. 917-924.

6. Huttunen, S. (2019). Revisiting agricultural modernisation: Interconnected farming practices driving rural development at the farm level. *Journal of Rural Studies*, no. 71, pp. 36-45.

7. Zhang, C., Kovacs, J.M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture*, no. 13 (6), pp. 693-712.

8. Medvedev, S.O., Zyryanov, M.A., Mokhiev, A.P. et al. (2022). Russian timber industry: current situation and modelling of prospects for wood biomass use. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, no. 17 (5), pp. 745-752.

9. Medvedev, S.O., Zyryanov, M.A. (2024). Developing a model of forest enterprises activities with the prospect of moving into sustainable development. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, no. 17 (2), pp. 129-145.

10. Kowgier, H. (2022). Selected Mathematical-Economics Theoretical Models of the Static Equilibrium of the Demand-Supply Type. *Procedia Computer Science*, no. 207, pp. 1850-1860.

References

1. Vorob'ev, I., Sidorova, E. (2018). Problemy ustoichivogo razvitiya APK i LPK v Belarusi [Problems of sustainable development of agriculture and agriculture in Belarus]. *Agrarnaya ehkonomika* [Agrarian economics], no. 2 (273), pp. 39-41.

2. Savitskii, A.A., Kozhukhov, N.I. (2016). Modelirovaniye protsessov mezhotraslevoi kooperatsii v LPK i smezhnykh otraslyakh v sfere investitsionnoi deyatelnosti [Modeling of the processes of intersectoral cooperation in agricultural and related industries in the field of investment activity]. *Eh-*

konomika i predprinimatel'stvo [Economy and entrepreneurship], no. 3-2 (68), pp. 137-143.

3. Samokhvalova, A.A., Ehssauleuko, D.V. (2021). Sistemye faktory razvitiya sel'skogo khoziaystva [Systemic factors of agricultural development]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 6, pp. 19-25.

4. Zhao, F., Shewry, P.R. (2011). Recent developments in modifying crops and agronomic practice to improve human health. *Food Policy*, no. 36 (1), pp. 94-101.

5. Escribà-Gelonch, M., Butler, G.D., Goswami, A. et al., (2023). Definition of agronomic circular economy metrics and use for assessment for a nanofertilizer case study. *Plant Physiology and Biochemistry*, no. 196, pp. 917-924.

6. Huttunen, S. (2019). Revisiting agricultural modernisation: Interconnected farming practices driving rural development at the farm level. *Journal of Rural Studies*, no. 71, pp. 36-45.

7. Zhang, C., Kovacs, J.M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture*, no. 13 (6), pp. 693-712.

8. Medvedev, S.O., Zyryanov, M.A., Mokhiev, A.P. et al. (2022). Russian timber industry: current situation and modelling of prospects for wood biomass use. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, no. 17 (5), pp. 745-752.

9. Medvedev, S.O., Zyryanov, M.A. (2024). Developing a model of forest enterprises activities with the prospect of moving into sustainable development. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, no. 17 (2), pp. 129-145.

10. Kowgier, H. (2022). Selected Mathematical-Economics Theoretical Models of the Static Equilibrium of the Demand-Supply Type. *Procedia Computer Science*, no. 207, pp. 1850-1860.

Информация об авторах:

Медведев Сергей Олегов, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-3150>, Scopus ID: 57194876019, Researcher ID: N-8240-2016, SPIN-код: 1652-1042, medvedev_serega@mail.ru

Назарова Алина Константиновна, магистрант, инженер, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-1161-0942>, alina.nazarova.01@list.ru

Мохирев Александр Петрович, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1692-3323>, Scopus ID: 57204100688, Researcher ID: N-9961-2019, SPIN-код: 9036-6828, ale-mokhiev@yandex.ru

Information about the authors:

Sergey O. Medvedev, candidate of economic sciences, senior researcher,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-3150>, Scopus ID: 57194876019, Researcher ID: N-8240-2016, SPIN-code: 1652-1042, medvedev_serega@mail.ru

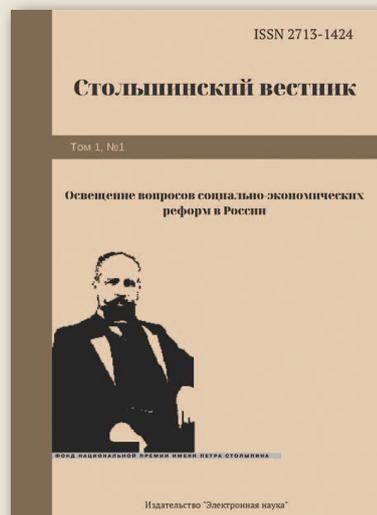
Alina K. Nazarova, master student, engineer, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-1161-0942>, alina.nazarova.01@list.ru

Alexander P. Mokhiev, doctor of technical sciences, associate professor, senior researcher,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1692-3323>, Scopus ID: 57204100688, Researcher ID: N-9961-2019, SPIN-code: 9036-6828, ale-mokhiev@yandex.ru

✉ medvedev_serega@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник»

- Издается при поддержке **Государственного университета по землеустройству** и **Фонда национальной премии имени П.А.Столыпина**.
- Журнал освещает опыт и актуальные вопросы социально-экономических реформ в России.
- Цитируется в РИНЦ И КиберЛенинка.

Контакты: <https://stolypin-vestnik.ru/vestnik/>,
stolypin_vestnik@mail.ru



Научная статья

УДК 502.55+504.056

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_522

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТЮМЕНИ

Н.В. Санникова, О.В. Шулепова

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Аннотация. В статье посредством использования различных методов исследования изучено экологическое состояние двух водных объектов (пруд Оловянного и озеро Цимлянское) на территории Калининского округа г. Тюмени. Анализ проводили по основным физико-химическим и органолептическим показателям воды. По результатам лабораторных исследований отобранных проб воды из водных объектов вода имеет землистый запах при 20°C и 60°C, что соответствует предельно-допустимым концентрациям. Цветность данных объектов варьирует от 36 до 51 градуса цветности, мутность — от 33,4 до 61,6 единицы мутности по формазину на 1 литр. По водородному показателю вода в исследуемых объектах характеризуется как слабощелочная от 7,3 (пруд Оловянного) до 7,5 (озеро Цимлянское). Химические исследования показали, что в пробах поверхностной воды озера Цимлянского имеются превышения предельно-допустимых концентраций по следующим веществам: химическое потребление кислорода — в 7,6 раза, биохимическое потребление кислорода при анализе на 5 сутки — в 17,5 раза. В пробах воды пруда Оловянного превышение отмечено по химическому потреблению кислорода в 4,1 раза, биохимическое потребление кислорода при анализе на 5 сутки — в 13 раз, хлоридов — в 1,5 раза, фосфат-ионов — в 4,5 раз. Превышения предельно-допустимых концентраций по сульфат-ионам и растворенному кислороду не отмечено. По результатам биотестирования наибольшая всхожесть растений была отмечена на контрольном варианте (92%), что выше 2 и 3 вариантов на 4 и 12% соответственно. Состояние водных объектов на территории Калининского округа г. Тюмени оценивается как очень грязное, что подтверждается расчетом индекса загрязнения воды (индекс загрязнения воды озера Цимлянского — 7,6, пруда Оловянного — 7,2) и проведенным биотестированием.

Ключевые слова: водный объект, загрязнение, окружающая среда, экология, урбанизация, город, индекс загрязненности, биотестирование

Original article

ECOLOGICAL STATUS WATER BODIES OF THE URBAN ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF TYUMEN

N.V. Sannikova, O.V. Shulepova

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Abstract. The article uses various research methods to study the ecological state of two water bodies (Olovyanikov Pond and Lake Tsimlyanskoe) on the territory of the Kalininsky District of Tyumen. The analysis was carried out according to the basic physico-chemical and organoleptic parameters of water. According to the results of laboratory studies of water samples taken from water bodies, the water has an earthy odor at 20°C and 60°C, which corresponds to the maximum permissible concentrations. The chromaticity of these objects varies from 36 to 51 degrees of chromaticity, turbidity from 33.4 to 61.6 units of turbidity according to formazine per 1 liter. According to the hydrogen index, the water in the studied objects is characterized as slightly alkaline from 7.3 (Olovyanikov Pond) to 7.5 (Lake Tsimlyanskoe). Chemical studies have shown that in samples of the surface water of Lake Tsimlyanskoe, there are exceedances of the maximum permissible concentrations for the following substances: chemical oxygen consumption by 7.6 times, biochemical oxygen consumption by 17.5 times when analyzed on day 5. In the water samples of the Olovyanikov Pond, the excess was noted in terms of chemical oxygen consumption by 4.1 times, biochemical oxygen consumption by 13 times, chlorides by 1.5 times, phosphate ions by 4.5 times. There was no excess of the maximum permissible concentrations for sulfate ions and dissolved oxygen. According to the results of biotesting, the highest germination of plants was noted in the control variant (92%), which is higher than the 2nd and 3rd variants by 4 and 12%, respectively. The state of water bodies on the territory of the Kalininsky district Tyumen is assessed as very dirty, which is confirmed by the calculation of the water pollution index (water pollution index of Lake Tsimlyanskoe — 7.6, Olovyanikov Pond — 7.2) and conducted biotesting.

Keywords: water body, pollution, environment, ecology, urbanization, city, pollution index, biotesting

Введение. Изучение водных объектов в городской среде становится все более актуальным в условиях урбанизации и изменения климата [11, 16, 17]. Эти объекты не только влияют на экологическое состояние города, но и играют важную роль в жизни его жителей [13, 14].

Однако водные объекты подвергаются ряду негативных воздействий, таких как: загрязнение от промышленных отходов, увеличение температуры воды из-за изменений климата, потеря биологического разнообразия, заиливание и ухудшение качества воды и многое другое [1, 6, 9]. Понимание этих проблем помогает разрабатывать эффективные стратегии для улучшения состояния водных ресурсов и минимизации их негативного воздействия на окружающую среду [3, 4, 7, 18].

На сегодняшний день, благодаря федеральному проекту «Сохранение уникальных водных объектов», гидрографическую сеть страны удалось оздоровить более чем на 417 км. По завершении национального проекта «Экология» и по распоряжению президента РФ В.В. Путина, реализация объединенного федерального проекта по оздоровлению водных объектов запланирована на 2025 г. Этот новый проект будет длиться до 2030 г. и позволит улучшить качество жизни как минимум 80 миллионов россиян [19].

Водные объекты играют важную роль в жизни городов, и их ценность проявляется в различных аспектах:

— Экологические услуги: водные объекты способствуют поддержанию биоразнообразия

и предоставляют экосистемные услуги, такие как очистка воды и регулирование климата [15].

- Эстетическая привлекательность: наличие рек, озер и фонтанов улучшает визуальную атмосферу городов, делая их более привлекательными для жителей и туристов [2].
- Социальные и рекреационные возможности: водные объекты создают условия для досуга и отдыха, включая прогулки, рыбалку и водные виды спорта, что способствует повышению качества жизни [10].
- Экономическое развитие: водоемы могут стать центрами притяжения для бизнеса, включая гостиницы, рестораны и туристические услуги, что, в свою очередь, увеличивает экономическую активность [12].



Цель исследования: изучить экологическое состояние водных объектов с использованием индекса загрязнения воды (ИЗВ) на территории Калининского округа г. Тюмени.

Материалы и методы исследований. Исследуемая городская территория относится к Западно-Сибирской равнине, лесной и лесостепной равнинным широтно-зональным областям [5, 8, 11]. Климат континентальный с низкими температурами воздуха в зимний период, ветрами значительных скоростей и избыточным увлажнением летом [5, 8, 11].

Объектами исследований на территории города Тюмени выбраны 2 водоема:

1. Озеро Цимлянское (изначально образованное как пруд для ирригации) расположено на реке Бабарынке в Калининском округе г. Тюмени (улица Веселая). Происхождение водоема искусственное. В половодье и период проливных дождей, когда озеро переполняется, вода прорывается через плотину и уходит в р. Бабарынку. Берега водоема преимущественно пологие. (рис. 1).

2. Пруд Оловянного располагает в Калининском округе г. Тюмени (Лесопарк Затюменский), рядом с р. Бабарынка, водообмен замедленный, непроточный (рис. 2). Пруд создан И.П. Колокольниковым в 1895 г., который питается водами р. Бабарынка.

Вблизи исследуемых водных объектов расположены жилые районы и автомагистрали, что способствует поступлению загрязняющих веществ. Местные жители рассматривают эти водные объекты как зоны для отдыха.

Методы исследований.

1. Отбор проб воды водных объектов производился в летний период 2023 г. в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб». Для характеристики качества вод были использованы нормативы для воды водных объектов культурно-бытового водопользования согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

2. Лабораторные исследования отобранных проб воды выполняли в аккредитованной лаборатории согласно нормативным документам (НД) на методику испытаний (табл. 1).

3. Индекс загрязнения воды (ИЗВ) рассчитывается по формуле:

$$ИЗВ = \sum (C/ПДК) / 6,$$

где С — концентрация трех наиболее значительных загрязнителей; ПДК (предельно-допустимые концентрации) — значение загрязнителя согласно нормативным документам.

Определяется ИЗВ согласно рисунку 3.

I	• < 0,2 (очень чистая)
II	• 0,2-1,0 (чистая)
III	• 1,0-2,0 (умеренно загрязненная)
IV	• 2,0-4,0 (загрязненная)
V	• 4,0-6,0 (грязная)
VI	• 6-10 (очень грязная)
VII	• > 10,0 (чрезвычайно грязная)

Рисунок 3. Индекс загрязнения воды
Figure 3. Index of water pollution



Рисунок 1. Озеро Цимлянское
Figure 1. Lake Tsimlyanskoye



Рисунок 2. Пруд Оловянного
Figure 2. Olovyanikov Pond



4. Токсичность воды определяли методом биотестирования. В качестве тестового материала использовали семена кресс-салата (*Lepidium sativum*), которые размещались в чашках Петри по 25 шт., повторность 3-кратная. Схема эксперимента по биотестированию была представлена двумя вариантами и контролем. На протяжении 7 дней наблюдений образцы периодически поливались водой из водоемов и чистой водой (контроль). В течение эксперимента фиксировалась всхожесть семян, а в конце проводились измерения морфометрических

характеристик (длина корней и надземной части растений).

Результаты исследований. Отбор проб воды в водных объектах проводился по стандартным показателям. По результатам лабораторных исследований отобранных проб воды из водных объектов получены следующие данные по органолептическим показателям (табл. 2). Вода имеет землистый запах при 20°C и 60°C, что соответствует ПДК. Цветность данных объектов варьирует от 36 до 51 градус цветности, а мутность — от 33,4 до 61,6 ЕМФ.

Таблица 1. Показатели отобранных проб воды
Table 1. Indicators of selected water samples

№	Наименование определяемого показателя	Ед. измерения	НД на методику испытаний
1	Запах при 20°C	балл	РД 52.54496-2018
2	Запах при 60°C	балл	РД 52.54496-2018
3	Цветность	градус цветности	ГОСТ 31868 п.5
4	Мутность	ЕМФ	ПНД Ф 14.1:2.4.213-05 п.8.3.2
5	Водородный показатель	Ед. рН	ПНД Ф 14.1:2.4. 121-97
6	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4.123-97 (амперметрический метод)
7	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.3.100-97
8	Хлориды	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.3.96-97
9	Сульфат-ионы	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.159-200
10	Фосфат-ионы	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4.112-97
11	Растворенный кислород	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.3.101-97

Таблица 2. Органолептические показатели проб воды
Table 2. Organoleptic parameters of water samples

№	Наименование определяемого показателя	Ед. измерения	Результаты измерений		ПДК
			озеро Цимлянское	пруд Оловянного	
1	Запах при 20°C	балл	2 землистый	2 землистый	2
2	Запах при 60°C	балл	2 землистый	2 землистый	2
3	Цветность	градус цветности	51	36	-
4	Мутность	ЕМФ	33,4	61,6	-



По результатам исследований отмечено, что по водородному показателю вода в объектах исследований характеризуется как слабощелочная от 7,3 (пруд Оловянного) до 7,5 (озеро Цимлянское).

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», данные исследований проб поверхностной воды показали в озере Цимлянское превышения ПДК по двум веществам: ХПК — в 7,6 раза, БПК₅ — в 17,5 раза. В пробах воды пруда Оловянного превышения наблюдались по следующим веществам: ХПК — в 4,1 раза, БПК₅ — в 13 раз, хлоридов — в 1,5 раза, фосфат-ионов — в 4,5 раз. Поступление загрязняющих веществ через поверхност-

ный сток и процессы разложения растительных остатков в воде могут быть причиной превышения предельно допустимых концентраций по данным веществам.

Превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) по сульфат-иону и растворенному кислороду не отмечено (рис. 4).

Для оценки степени загрязнения водных объектов был рассчитан индекс загрязнения воды (ИЗВ), который соответствует 6 классу (очень грязная). Согласно расчетам ИЗВ озера Цимлянское он составил 7,6, пруда Оловянного — 7,2.

Биотестирование, в частности фитотестирование, позволяет оценить степень токсичности природных вод. На протяжении семи дней отслеживалась всхожесть растений и изменения

морфометрических характеристик. На третий день фиксировалась всхожесть семян, на седьмой день проводились измерения проростков и корневой системы тестового объекта (рис. 5).

Согласно результатам исследований, на третий день максимальную всхожесть растений показал 1 вариант — 92%. Во 2 и 3 вариантах всхожесть семян составила 88 и 80% соответственно (рис. 6).

На седьмой день длина надземной части растений 3 варианта оказалась наименьшей в сравнении с двумя другими вариантами. Разница длины корневой системы между 3 вариантом и контролем составила 6 см.

По данным измерений, проведенных на седьмой день, отмечено, что наименьшая интенсивность развития тест-объекта наблюдается в 3 варианте. Возможно, присутствующие в воде изучаемых водных объектов загрязняющие вещества отрицательно влияют на рост и развитие растений (рис. 7).

Заключение. Согласно результатам исследований, состояние водных объектов на территории Калининского округа г. Тюмени оценивается как очень грязное, что подтверждается расчетом индекса загрязнения воды и проведенным биотестированием. Ценность водных объектов в городской жизни многогранна, они требуют бережного отношения и грамотного управления для их сохранения и улучшения.

Список источников

1. Demin, E.A., Barabanshchikova, L.N. (2021). Mineral fertilizers influence on the dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium in corn area grown in the forest-steppe zone of Trans-Urals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, June 16-19, 2021*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering, vol. 839. Krasnoyarsk, IOP Publishing Ltd, p. 22080. doi: 10.1088/1755-1315/839/2/022080
2. Евтушкова Е.П., Солошенко А.И. Социо-эколого-экономические аспекты устойчивого развития территории // Московский экономический журнал. 2021. № 8. doi: 10.24411/2413-046X-2021-10504
3. Iglonikov, A., Kulyasova, O., Sannikova, N. (2022). Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations. *XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021": Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, February 24-26, 2021*. Rostov-on-Don, Springer Verlag, pp. 395-403. doi: 10.1007/978-3-030-81619-3_45
4. Шулепова О.В., Ковалева О.В., Санникова Н.В., Бочарова А.А. Использование природного сорбента в птицеводстве // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6 (183). С. 131-140. doi: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140
5. Moiseeva, K.V., Shulepova, O.V. (2021). The quality of spring wheat and barley grain under the influence of protective-stimulating preparations in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021*. Michurinsk, p. 012062. doi: 10.1088/1755-1315/845/1/012062

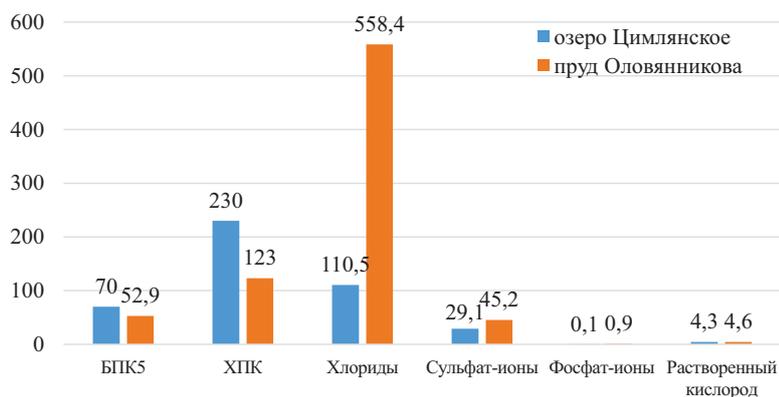


Рисунок 4. Химические показатели проб воды, мг/дм³
Figure 4. Chemical parameters of water samples, mg/dm³



Рисунок 5. Схема эксперимента
Figure 5. Experimental design

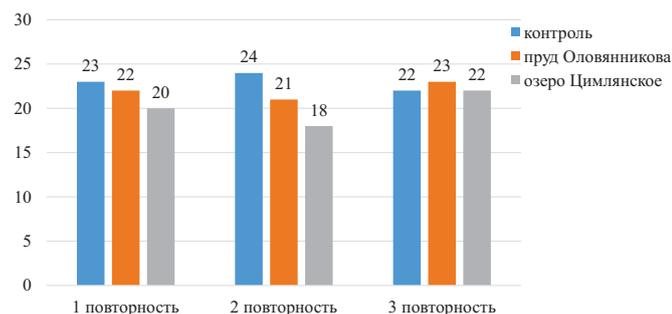


Рисунок 6. Всхожесть семян кресс-салата на 3 сутки, шт.
Figure 6. Germination of cress seeds for 3 days, pcs.

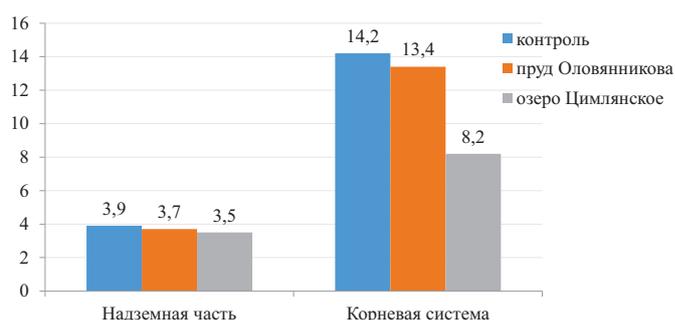


Рисунок 7. Длина корневой системы и надземной части растений на 7 сутки, см
Figure 7. The length of the root system and the aboveground part of plants on day 7, cm



6. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Ковалева О.В. Оценка видовой разнообразия растительности в рекреационной зоне водного объекта города Тюмени // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (64). С. 54-60.

7. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Алексеева П.В. Использование осадка сточных вод в составе почвогрунтов для рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10 (199). С. 30-40. doi: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40

8. Shakhova, O.A., Yakubshina, L.I. (2022). Formation of a stable yield of grain crops in various meteorological conditions in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, November 18-20, 2021*. Krasnoyarsk, IOP Publishing Ltd, p. 022022. doi: 10.1088/1755-1315/981/2/022022

9. Shulepova, O., Sannikova, N., Bocharova, A. (2023). Biological treatment of plant waste water. *E3S Web of Conferences: EBWFF 2023 — International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (Part 1)*, Blagoveschensk, Amur region, Russia, May 22-25, 2023, vol. 420. Blagoveschensk, Amur region, Russia: EDP Sciences, p. 07009. doi: 10.1051/e3sconf/202342007009

10. Kondratenko, I., Gudoshnikova, Yu., Kotova, O., Agapitova, L. (2024). Sustainable practices in the agro-industrial complex: A pathway to enhanced ecological stewardship. *E3S Web of Conferences*, vol. 541, p. 03001. doi: 10.1051/e3sconf/202454103001

11. Ufimtseva, M., Kuznetsov, S. (2023). Remote sensing data for monitoring water mirror of lake ecosystems. *E3S Web of Conferences: International Scientific Conference "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East" (AFE-2022)*, Tashkent, Uzbekistan, January 25-28, 2023, vol. 371. Tashkent, Uzbekistan: EDP Sciences, p. 06028. doi: 10.1051/e3sconf/202337106028

12. Galiakberova, V., Kharlamov, M., Mamaeva, M. et al. (2024). Urban green spaces as a factor in the sustainable development of megacities. *Bio Web of Conferences: IV International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure for Sustainable Development (AEGISD-IV 2024)*, Tashkent, Uzbekistan, March 28-30, 2024, vol. 105. Les Ulis: EDP Sciences — Web of Conferences, p. 06009. doi: 10.1051/bioconf/202410506009

13. Шабанов В.А., Шабанова А.В. Управление качеством городской среды: два подхода к реабилитации водных объектов // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 7-2 (61). С. 51-58. doi: 10.23670/IRJ.2017.61.096

14. Шулепова О.В., Санникова Н.В. Изучение растительности водных объектов городской среды // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 4 (400). С. 483-486. doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_483

15. Шулепова О.В., Санникова Н.В., Боcharова А.А. Разработка полезной модели для доочистки сточных вод в условиях лесостепной зоны Зауралья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 5 (395). С. 540-544. doi: 10.55186/25876740_2023_66_5_540

16. Шулепова О.В., Санникова Н.В. Разработка рекомендаций по ревитализации объекта обводненный карьер «Северный» г. Тюмени // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 47-51.

17. Шулепова О.В., Санникова Н.В. Сравнительная характеристика флоры водных объектов городской территории // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (75). С. 32-36.

18. Глазунова Л.А., Литвиненко А.И., Бабушкин А.А. и др. Экспериментальное изучение роли хвоща *Equisetum fluviatile* L. при ачирской вспышке «гаффской» болезни // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3 (204). С. 90-98. doi: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98

19. <https://digital.gov.ru> — официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

References

1. Demin, E.A., Barabanshchikova, L.N. (2021). Mineral fertilizers influence on the dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium in corn area grown in the forest-steppe zone of Trans-Urals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, June 16-19, 2021*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering, vol. 839. Krasnoyarsk, IOP Publishing Ltd, p. 22080. doi: 10.1088/1755-1315/839/2/022080

2. Evtushkova, E.P., Soloshenko, A.I. (2021). Sotsio-ehkologo-ehkonomicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya territorii [Socio-ecological and economic aspects of sustainable development of the territory]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 8. doi: 10.24411/2413-046X-2021-10504

3. Iglonikov, A., Kulyasova, O., Sannikova, N. (2022). Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations. *XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021": Precision Agriculture and Agricultural Machinery Engineering. Volume 1, Rostov-on-Don, February 24-26, 2021*. Rostov-on-Don, Springer Verlag, pp. 395-403. doi: 10.1007/978-3-030-81619-3_45

4. Shulepova, O.V., Kovaleva, O.V., Sannikova, N.V., Bocharova, A.A. (2022). Ispol'zovanie prirodnogo sorbenta v ptitsevodstve [The use of natural sorbent in poultry farming]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 6 (183), pp. 131-140. doi: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140

5. Moiseeva, K.V., Shulepova, O.V. (2021). The quality of spring wheat and barley grain under the influence of protective-stimulating preparations in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021*. Michurinsk, p. 012062. doi: 10.1088/1755-1315/845/1/012062

6. Sannikova, N.V., Shulepova, O.V., Kovaleva, O.V. (2021). Otsenka vidovogo raznoobraziya rastitel'nosti v rekreatsionnoi zone vodnogo ob'ekta goroda Tyumeni [Assessment of the species diversity of vegetation in the recreational zone of the water body of the city of Tyumen]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 1 (64), pp. 54-60.

7. Sannikova, N.V., Shulepova, O.V., Alekseeva, R.V. (2023). Ispol'zovanie osadka stochnykh vod v sostave pochvogrunтов dlya rekul'tivatsii narushennykh zemel' v usloviyakh Krainego Severa [The use of sewage sludge as part of soils for the reclamation of disturbed lands in the conditions of the Far North]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 10 (199), pp. 30-40. doi: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40

8. Shakhova, O.A., Yakubshina, L.I. (2022). Formation of a stable yield of grain crops in various meteorological conditions in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, November 18-20, 2021*. Krasnoyarsk, IOP Publishing Ltd, p. 022022. doi: 10.1088/1755-1315/981/2/022022

9. Shulepova, O., Sannikova, N., Bocharova, A. (2023). Biological treatment of plant waste water. *E3S Web of Conferences: EBWFF 2023 — International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (Part 1)*, Blagoveschensk, Amur region, Russia, May 22-25, 2023,

vol. 420. Blagoveschensk, Amur region, Russia: EDP Sciences, p. 07009. doi: 10.1051/e3sconf/202342007009

10. Kondratenko, I., Gudoshnikova, Yu., Kotova, O., Agapitova, L. (2024). Sustainable practices in the agro-industrial complex: A pathway to enhanced ecological stewardship. *E3S Web of Conferences*, vol. 541, p. 03001. doi: 10.1051/e3sconf/202454103001

11. Ufimtseva, M., Kuznetsov, S. (2023). Remote sensing data for monitoring water mirror of lake ecosystems. *E3S Web of Conferences: International Scientific Conference "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East" (AFE-2022)*, Tashkent, Uzbekistan, January 25-28, 2023, vol. 371. Tashkent, Uzbekistan: EDP Sciences, p. 06028. doi: 10.1051/e3sconf/202337106028

12. Galiakberova, V., Kharlamov, M., Mamaeva, M. et al. (2024). Urban green spaces as a factor in the sustainable development of megacities. *Bio Web of Conferences: IV International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure for Sustainable Development (AEGISD-IV 2024)*, Tashkent, Uzbekistan, March 28-30, 2024, vol. 105. Les Ulis: EDP Sciences — Web of Conferences, p. 06009. doi: 10.1051/bioconf/202410506009

13. Shabanov, V.A., Shabanova, A.V. (2017). Upravlenie kachestvom gorodskoi sredy: dva podkhoda k reabilitatsii vodnykh ob'ektov [Quality management of the urban environment: two approaches to rehabilitation of water bodies]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International research journal], no. 7-2 (61), pp. 51-58. doi: 10.23670/IRJ.2017.61.096

14. Shulepova, O.V., Sannikova, N.V. (2024). Izuchenie rastitel'nosti vodnykh ob'ektov gorodskoi sredy [Study of vegetation of water bodies of the urban environment]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4 (400), pp. 483-486. doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_483

15. Shulepova, O.V., Sannikova, N.V., Bocharova, A.A. (2023). Razrabotka poleznoi modeli dlya doochistki stochnykh vod v usloviyakh lesostepnoi zony Zauralya [Development of a utility model for wastewater treatment in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (395), pp. 540-544. doi: 10.55186/25876740_2023_66_5_540

16. Shulepova, O.V., Sannikova, N.V. (2023). Razrabotka rekomendatsii po revitalizatsii ob'ekta obvodnennyy kar'er «Severnyy» g. Tyumeni [Development of recommendations for the revitalization of the object watered quarry "Severnyy" Tyumen]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 2 (73), pp. 47-51.

17. Shulepova, O.V., Sannikova, N.V. (2023). Sravnitel'naya kharakteristika flory vodnykh ob'ektov gorodskoi territorii [Comparative characteristics of the flora of water bodies of urban territory]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 4 (75), pp. 32-36.

18. Glazunova, L.A., Litvinenko, A.I., Babushkin, A.A. i dr. (2024). Ehksperimental'noe izuchenie roli khvoscha *Equisetum fluviatile* L. pri achirskoi vspyshe «gaffskoi» bolezni [Ambiguospermental learning roles Horsetail Repeater. at achirskoi vsparyashke "gaffskoi" painful]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 3 (204), pp. 90-98. doi: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98

19. <https://digital.gov.ru> — oftsial'nyi sait Ministerstva tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsii Rossiiskoi Federatsii [official website of the Ministry of digital development, communications and mass media of the Russian Federation].

Информация об авторах:

Санникова Наталья Владиславовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0632-3877>, Scopus ID: 57222524073, Researcher ID: HKV-8211-2023, SPIN-код: 2206-2670, sannikova-nv7@bk.ru

Шулепова Ольга Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1892>, Scopus ID: 57221632079, Researcher ID: MCX-8517-2025, SPIN-код: 2886-8701, shulepova73@mail.ru

Information about the authors:

Natalya V. Sannikova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0632-3877>, Scopus ID: 57222524073, Researcher ID: HKV-8211-2023, SPIN-code: 2206-2670, sannikova-nv7@bk.ru

Olga V. Shulepova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1892>, Scopus ID: 57221632079, Researcher ID: MCX-8517-2025, SPIN-code: 2886-8701, shulepova73@mail.ru



ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ РЕКИ ВОХОНКА ГОРОДА ПАВЛОВСКИЙ ПОСАД МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д.Г. Подрубный¹, А.П. Кулаков², В.А. Широкова³

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия

³Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

Аннотация. В научной работе рассматривается подход к проведению предварительного этапа геоэкологического мониторинга туристско-рекреационного воздействия на примере долины реки Вохонка в городе Павловский Посад Московской области. Павловский Посад является территорией с активным развитием туризма, основные туристские маршруты приходятся на долинный комплекс реки Вохонка. Одновременно природные территории долин малых рек являются уязвимыми геосистемами. Используются методы дистанционного зондирования космических снимков и полевых наблюдений, ландшафтного анализа, методики функционального зонирования урбогеосистем, количественной оценки и оценки эколого-туристского потенциала. В результате работы на исследуемой территории долины реки Вохонка выделен эколого-туристско-рекреационный комплекс. С помощью адаптированной методики А.В. Дроздова выявлены эколого-туристские возможности приречных территорий. В сумме более 70% приречных территорий обладают средним и высоким эколого-туристским потенциалом. Выделены локальные рекреационные системы — районы основного развития экологического туризма и рекреационного воздействия на геосистемы. Даны рекомендации по проведению геоэкологического мониторинга туристско-рекреационного воздействия, они главным образом акцентированы на многие локальные факторы, а также на возможность использования бывших сельскохозяйственных земель для туристско-рекреационных целей.

Ключевые слова: долина малой реки, эколого-туристско-рекреационный комплекс, локальная рекреационная система, рекреационное воздействие, геоэкологический мониторинг

Original article

FORMATION OF THE ECOLOGICAL TOURIST AND RECREATIONAL COMPLEX (ON THE EXAMPLE OF THE VOKHONKA RIVER VALLEY IN PAVLOVSKY POSAD CITY, MOSCOW REGION)

D.G. Podrubny¹, A.P. Kulakov², V.A. Shirokova³

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Moscow, Russia

³S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The scientific work describes an approach to carrying out a preliminary stage of geoeological monitoring of tourist-recreational impact on the example of the Vokhonka River valley in Pavlovsky Posad city, Moscow Oblast. Pavlovsky Posad is a territory with active tourism development, the main tourist destinations come to the valley complex of the Vokhonka River. At the same time, the natural areas of small river valleys are vulnerable geosystems. Remote sensing image interpretation and field observation, landscape analysis, methods of functional zoning of urban geosystems, quantitative assessment and ecological and tourist potential assessment are used in the study. As a result of work, the ecological tourist and recreational complex has been identified in the studied area of the Vokhonka River valley. Ecological-tourist opportunities of the riparian area are identified using the adapted A.V. Drozdov's method. In total, more than 70% of the riparian areas have the medium and high ecological-tourist potential. Local recreation systems, the main areas of ecological tourism development and recreational impact on geosystems, are identified. Recommendations for geoeological monitoring of tourism and recreation impact are given, mainly they are focusing on many local factors as well as the possibility of using former agricultural land for tourism and recreation purposes.

Key words: small river valley, ecological tourist and recreational complex, local recreational system, recreational impact, geoeological monitoring

Введение. Научная работа выполнялась в 2024-2025 г. на кафедре геоэкологии и природопользования Государственного университета по землеустройству.

Малые реки широко исследуются в контексте городской среды и развития рекреации и туризма [6, 15]. В мире подчеркивается необходимость проведения экологического мониторинга, касающегося малых рек и ручьев на урбанизированных территориях [14, 16].

Приречные территории малых водотоков могут оцениваться в границах отдельного туристско-рекреационного комплекса. Зависимость от природной среды позволяет опреде-

лить эколого-туристско-рекреационный комплекс (далее — ЭТРК). Под муниципальным ЭТРК понимается система с однородными природно-экологическими условиями и комплекс специфичных туристско-рекреационных ресурсов, что обуславливает развитие разнообразных видов туристско-рекреационной деятельности и определяет основные направления местного туризма на данных локальных территориях [4, 7]. Среди субъектов Центрального экономического района в Московской области выявлено наибольшее количество долин малых рек, в которых в той или иной степени развивается туризм [10].

Павловский Посад — в числе территорий, где активно растет туристская отрасль. Население города (без городского округа) — 65,3 тыс. человек (2024) [12]. История Павловского Посада берет начало в XIV веке, в 1812 году село Павлово и его окрестности прославились партизанским движением против французских войск и Вохонским сражением, в конце XIX века образованный город становится центром производства павловских платков, тогда же формируется исторический архитектурный облик территории [5].

Долина реки Вохонка расположена в западной части города, занимая исторический



и туристский центр. Вохонка — малая река, правый приток реки Клязьма, длина 28 км, водосборный бассейн 241 км² [8, 11].

Актуальность исследования заключается в проведении предварительного этапа геоэкологического мониторинга туристско-рекреационного воздействия в долине реки Вохонка города Павловский Посад Московской области.

Основная цель работы заключается в определении структуры эколого-туристско-рекреационного комплекса в долине реки Вохонка, оценке его эколого-туристского потенциала, а также в выявлении основных принципов геоэкологического мониторинга туристско-рекреационного воздействия.

Объект исследования — долина реки Вохонка в границах города Павловский Посад Московской области.

Исследование базировалось на методах и подходах дистанционного зондирования Земли, дистанционного дешифрирования космических снимков, полевых наблюдений, ландшафтного анализа, количественной оценки и оценки эколого-туристского потенциала. Дополнительными материалами в работе являлись данные Администрации Павло-Посадского городского округа, различные краеведческие, туристско-информационные ресурсы.

Ход исследования. Работа проводится в четыре этапа. Заключительный этап представляет собой составление рекомендаций по проведению геоэкологического мониторинга туристско-рекреационного воздействия на урбанизированной территории долины реки Вохонка.

1 этап. Выделение ЭТРК и подготовка ландшафтной основы

Проводится анализ туристско-рекреационных ресурсов города и конфигурации исследуемого ЭТРК (развитие рекреации и туризма в долинах малых рек ЦЭР сталкивается с трансграничными проблемами, поэтому границы ЭТРК могут выходить за границы муниципального образования в целях сохранения единого природно-культурного комплекса [10]).

Далее проводится функциональное зонирование современных урбогеосистем. Они атрибутируются по функциям на основании визуального дешифрирования космических снимков. Выделяются основные типы урбогеосистем, дополнительно атрибутируются крутые склоны террас, низкая и высокая пойма, заливные луга. Проводится классификация урбогеосистем, выделяется ценный культурный ландшафт.

Путем визуального дешифрирования космических снимков и осреднения данных Интернет-ресурса Global Forest Watch урбогеосистемы объединяются в операционно-территориальные единицы — ландшафтные зоны [13].

Выделяются следующие ландшафтные зоны:

- природные лесистые (70% лесной растительности);
- природные слаболесистые (20–70% лесной растительности);
- застроенные озелененные (10–20% лесной и кустарниковой растительности);
- застроенные слабоозелененные (менее 10% лесной и кустарниковой растительности);
- застроенные неозелененные (лесная и кустарниковая растительность практически отсутствует; дополнительно атрибутируется по космоснимкам).

2 этап. Выделение рекреационных участков

Рекреационными участками считаются приречные территории, которые непосредственно взаимодействуют с водной средой [3]. Рекреационные участки выделяются на основе анализа данных зонирования урбогеосистем и количественной оценки элементарных рекреационных занятий (таким образом, в участке объединяются общие ландшафтные и функциональные рекреационные признаки).

Ландшафтные зоны используются как для уточнения границ рекреационных участков, так и для выделения локусов природно-культурного ландшафта (в целях сбалансированного развития территории выбор может выходить за пределы сине-зеленой инфраструктуры города) [3].

3 этап. Оценка эколого-туристского потенциала ЭТРК

При оценке эколого-туристского потенциала используется адаптированная методика А.В. Дроздова [9, 11]. В процессе составления картосхемы эколого-туристского потенциала ЭТРК наносятся ранее выявленные зоны туристско-рекреационной деятельности [11].

Другие рекреационные участки относятся к ежедневной рекреации, их эколого-туристский потенциал оценивается по приближению к зонам туристско-рекреационной деятельности по десяти показателям количественной оценки (1 показатель — 1 балл, максимально возможная оценка — 10 баллов):

- наличие значимых природных туристских аттракторов (на локальном уровне выделяются природные комплексы, представляющие собой основу экологического фонда исследуемой территории);
- наличие значимых природно-культурных туристских аттракторов;
- наличие пейзажно-эстетических ресурсов ландшафта (оценены предварительно по крутизне склонов и наличию ограничений, верифицированы в ходе полевых наблюдений);
- площадь природного туристского аттрактора превышает 2 га;
- взаимодействие с ценным культурным ландшафтом (расположение в 500 м от рекреационного участка);
- взаимодействие с ключевым элементом экологического каркаса города (расположение в 500 м от рекреационного участка);
- пригодность территории для целей специализированных экологических туров (по данным функционального зонирования современных урбогеосистем и наличию ограничений);
- возможности для развития сельского туризма (сельскохозяйственная деятельность в 500 м от рекреационного участка);
- экологическая благоприятность (отсутствие санитарно-защитных зон в границах рекреационного участка, а также любых производственных предприятий, общественно-деловых зон, крупных автомобильных дорог и железнодорожных путей, граничащих с рекреационным участком);
- рекреационная нагрузка (удаленность от любой транспортной и жилой инфраструктуры на 500 м от рекреационного участка).

На основе анализа карта-схемы эколого-туристского потенциала выделяются границы локальных рекреационных систем.

4 этап. Рекомендации по проведению геоэкологического мониторинга

На основе эколого-туристского картографирования выявляются эколого-туристские возможности территорий, даются рекомендации по проведению дальнейших этапов геоэкологического мониторинга.

Результаты и обсуждение. Эколого-туристско-рекреационный комплекс долины реки Вохонка расположен полностью в административных границах города Павловский Посад. Наличие и состояние туристской инфраструктуры позволяет отнести ЭТРК к типу, который близок к развитой туристско-рекреационной территории.

Создана карта-схема современных урбогеосистем, содержащая более 300 контуров (зонирование основных типов урбогеосистем изображено на рис. 1. На данной основе создана карта-схема ландшафтных зон (рис. 2).

Выявлены следующие функциональные зоны, преобладающие по площади в ЭТРК.

Застройка с переменной этажностью. Постройки советского периода сменяются объектами культурного наследия по направлению к бывшей торговой площади села Павлово (исторический центр города). Ценный культурный ландшафт располагается преимущественно на средней и высокой первой надпойменной террасе [1, 5].

Преимущественно 5-этажная и 9-этажная жилая застройка. Советская многоэтажная застройка расположена в восточной части исследуемой территории.

Частная малоэтажная застройка. Выявлены районы сельской застройки, представляющие интерес для пешего туризма: два больших квартала вблизи территории бывшего села Павлово; исторический облик, сохранившийся вблизи комплекса Воскресенской церкви и далее на запад по улице 1 мая. Некоторые исторические здания сохранились на улице Карповской по направлению к клязьменской пойме [1].

Застройка переменной этажности и частная малоэтажная застройка чередуются кварталами. Такой рисунок отличается мозаичным характером.

Промзоны. Зона туристского показа расположена в районе корпусов «Русско-французского анонимного акционерного общества» (исторически своеобразная местность называется местными жителями как «Париж») [1].

Незастроенные территории. Пустыри представлены сельскохозяйственными угодьями, вышедшими из использования, а также озелененными территориями вблизи карьеров в юго-западной части ЭТРК. Данные территории постепенно застраиваются.

Рекреационные территории. Приречное озеленение тянется полосой вдоль частного сектора. В местах впадения реки Ходца и безымянных ручьев расширяется низкая пойма, создавая условия для небольших заливных лугов. Площадь лесных массивов не превышает нескольких гектаров. Устьевой участок долины реки Вохонка вместе с ООПТ «Сосновый бор» и старицами обладает значительным набором природных урбогеосистем [8].

Приречное озеленение располагает памятниками археологии в устьевом участке долины и вблизи Носовихинского шоссе.



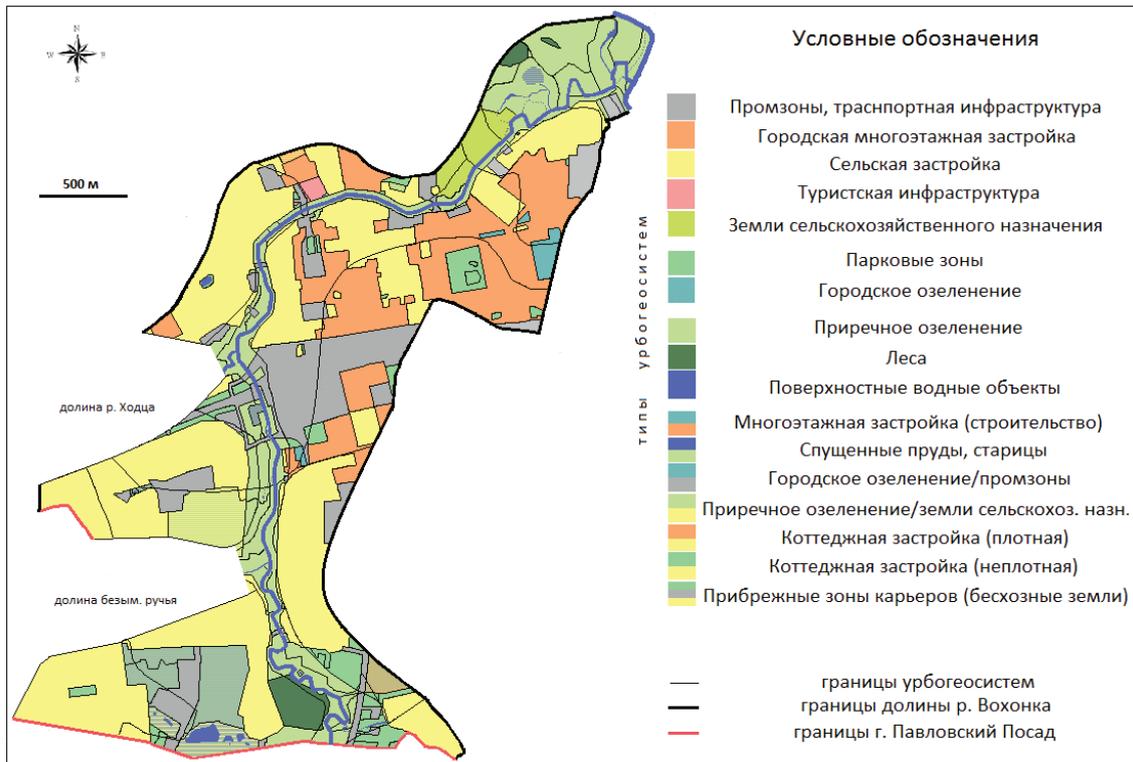


Рисунок 1. Функциональное зонирование современных урбогеосистем долины реки Вохонка в границах города Павловский Посад
Figure 1. Functional zoning of modern urban geosystems of Vokhonka River valley within boundaries of Pavlovsky Posad city

Остальные рекреационные территории представлены слабо взаимосвязанными между собой зелеными зонами незначительной площади.

Исследуемая территория в основном занята застроенными слабоозелененными ландшафтными зонами. Для ЭТРК характерно значительное преобладание жилой застройки. ЭТРК слабо разрежен парками, бульварами, озеленением дворовых территорий большой площади.

Площадь выделенной приречной территории ЭТРК составляет 1,6 км². Территория совпадает с природным каркасом, исключение составляет культурный комплекс Воскресенской церкви и лесной массив на территории коттеджного поселка «Флора Парк» (в результате ландшафтного зонирования данные территории отмечены как достаточно озелененные).

Нанесены границы 131 рекреационного участка. 73% приречной территории ЭТРК обладают средним и высоким эколого-туристским потенциалом. Среди территорий ежедневной рекреации эколого-туристский потенциал выше среднего выявлен на 4 га природных территорий, баллы 8, 9, 10 не выявлены. Результаты оценки эколого-туристского потенциала показаны на рис. 3.

В границах приречной территории ЭТРК выделены три локальные рекреационные системы.

1-я локальная рекреационная система. В основном данные территории включены в город на среднем этапе его формирования в 1932 году [1]. Сохранены заливные луга в местах впадения реки Ходца и безымянного ручья. На надпойменных террасах расположены лесные массивы, фрагментированы. Среди прибрежной растительности выделяются ивовые насаждения, характеризующие образ долины

как близкий к естественному. Рядом с кварталом Игнатово расположен лесной массив площадью 6 га, слабо фрагментирован, служит ядром в экологическом каркасе города [8].

Туристский маршрут повышает эколого-туристский потенциал рекреационных территорий, соседствующих с фабричным комплексом «Русско-французского анонимного акционерного общества». Вблизи Носовихинского шоссе находится памятник археологии «Фатеево. Селище 3». Некоторые пейзажные точки нарушены транспортной инфраструктурой.

Среди основных эколого-туристских возможностей ЛРС: развитие ежедневной рекреации (пешей, промысловой), экологических маршрутов для целей экологического образования (на муниципальном уровне).

2-я локальная рекреационная система. Местность занимает историческую часть города. Приречное озеленение значительно сужается вдоль кварталов частной застройки. Выделяются ивовые насаждения. Подход к пойме иногда ограничен.

Несмотря на мозаичное чередование с городской застройкой, транспортной инфраструктурой, производственными предприятиями, узкие приречные территории сохраняют пейзажно-эстетические ресурсы. Высокий эколого-туристский потенциал выявлен вблизи объектов культурного наследия, особенно в районе бывшего села Павлово (культурный ландшафт частного сектора можно считать особо ценным из-за сохранившихся купеческих домов XIX века; также высок потенциал нематериального культурного наследия на местах партизанского сопротивления 1812 года) [1].

Среди основных эколого-туристских возможностей ЛРС: развитие туристского маршрута города, связанного с Воскресенской цер-

ковью и мемориалом 1812 года; развитие экологических маршрутов вблизи улицы Крутобережной (на региональном и федеральном уровне).

3-я локальная рекреационная система. Занимает место впадения Вохонки в Клязьму. ЛРС отличается относительно большой площадью и ландшафтным разнообразием (старицы; лесные массивы, включая часть ООПТ «Сосновый бор»; противоположный берег занят ольхой черной и серой, ивой, инвазивными насаждениями) [8]. Остаются нетронутыми заливные луга в пойме Вохонки и Клязьмы.

Исторически данные территории на левом берегу Вохонки не застраивались из-за неудобства земель. Следы хозяйственной деятельности заметны только на трех рекреационных участках в северо-западной части ЛРС. Нематериальное культурное наследие сосредоточено в районе бывшей деревни Меленки, где с XVII века для торговых целей активно функционировала пристань [1].

Среди основных эколого-туристских возможностей ЛРС: развитие экологических маршрутов на пригодных ландшафтах для целей экологического краеведения и образования (на региональном уровне) [8].

На исследуемой территории отмечаются следующие рекомендации по проведению геоэкологического мониторинга экологического туризма:

- Выделенные территории со средним и высоким эколого-туристским потенциалом являются приоритетными при развитии экологического туризма и его геоэкологической поддержке. Они занимают более 70% муниципального эколого-туристско-рекреационного комплекса, что говорит о достаточной плотности эколого-туристских ресурсов.



- Необходим учет многих компонентов эколого-туристского потенциала на локальном уровне. Остаются слабо изученными такие критерии, как взаимодействие с культурным ландшафтом, нематериальное культурное наследие, пейзажно-эстетические возможности городской среды.
- Рекреационные территории оцениваются также по их возможностям для ежедневной рекреации, сохранение таких территорий повышает качество жизни местного населения.
- Природные аттракторы могут рассматриваться в разрезе муниципальной территории. Лесные массивы, слабо разреженные, сохраняющие многие экологические функции, не только поддерживают устойчивость муниципальной рекреационной системы, но и привлекают к себе отдыхающих.
- Наиболее уязвимы от рекреационного использования природные территории устьевого участка долины, а также ряд лесных массивов в черте города (вблизи улицы Крутобережной, Носовихинского шоссе). Здесь целесообразно разрабатывать экологические тропы и маршруты.
- В современных границах Павловского Посада долина потеряла основную массу лесного покрова. Мало того, современные зеленые насаждения остаются фрагментированными, местами озелененная пойма отсутствует. При планировании парковых зон необходимо сохранять лесной покров в современных границах.
- Потеря любых рекреационных земель негативно повлияет на устойчивость эколого-туристско-рекреационного комплекса.
- Земли, вышедшие из сельского хозяйства, а также другие заброшенные открытые пространства рекомендуется использовать для рекреационных целей. Потеря таких массивов кустарниковой и лесной растительности за последние пять лет, очевидно, негативно повлияла на эколого-хозяйственный баланс и связность рекреационного каркаса города.

Выводы

В ходе предварительного этапа геоэкологического мониторинга выделен эколого-туристско-рекреационный комплекс долины малой реки в условиях городской среды в зависимости от ландшафтных особенностей территории. Адаптированная методика А.В. Дроздова позволила оценить развитие экологического туризма на муниципальном уровне, а также выделить локальные рекреационные системы — районы основного развития экологического туризма и рекреационного воздействия на геосистемы.

Павловский Посад — староосвоенная территория с промышленной инфраструктурой, где приречные территории превратились в «хрупкую» экосистему. Несмотря на это, эколого-туристский потенциал ЭТРК оценивается как высокий благодаря таким компонентам, как нематериальное культурное наследие, пейзажно-эстетические свойства ландшафта (в том числе в застроенной среде, что, так или иначе, влияет на ежедневную рекреацию и качество жизни населения), потенциал для сельского туризма.

Среди возможностей локальных рекреационных систем выделяются проведение экологических туров в целях регионального и федерального туризма в исторической части города,

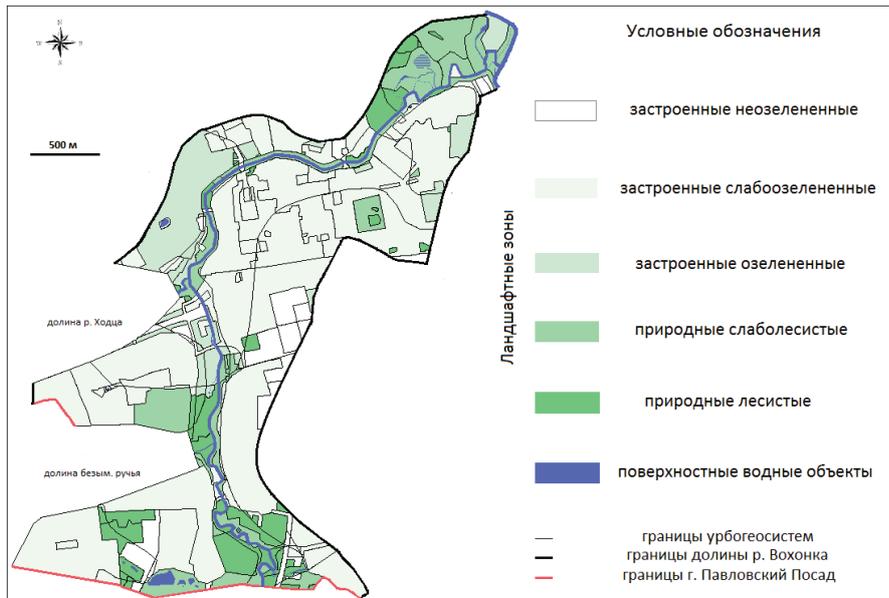


Рисунок 2. Ландшафтное зонирование долины реки Вохонка в границах города Павловский Посад
Figure 2. Landscape zoning of Vokhonka River valley within boundaries of Pavlovsky Posad city



Рисунок 3. Эколого-туристский потенциал долины реки Вохонка в границах города Павловский Посад
Figure 3. Ecological and touristic potential of Vokhonka River valley within boundaries of Pavlovsky Posad city



повсеместно пешие прогулки в целях экологического краеведения и образования на муниципальном уровне. Экологические тропы и маршруты необходимо разрабатывать как минимум на левом берегу Вохонки вблизи ее впадения в Клязьму. Вместе с другими территориями в исторической части города возможно рассмотрение системы ООПТ местного значения. В целом для устойчивого развития исследуемых рекреационных территорий необходим учет многих локальных факторов.

Следующим этапом исследования является оценка рекреационного воздействия на локальные рекреационные системы, которые являются основой выделенного ЭТРК.

Список источников

1. Внесение изменений в генеральный план городского округа Павловский Посад Московской области. Материалы по обоснованию. Т. 3. «Объекты культурного наследия» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pavpos.ru/wp-content/uploads/2020> (дата обращения 02.02.25)
2. Дроздов А.В. Основы экологического туризма: учебное пособие. М.: Гардарики, 2005. 271 с.
3. Илларионова О.А. Зеленая инфраструктура приречных территорий в крупных городах России : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М.: 2023. 24 с.
4. Комарова М.Е. Комплексная геоэкологическая оценка туристско-рекреационного потенциала староосвоенного региона (на примере Белгородской области): автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М.: 2009. 22 с.
5. Павлово-Посадский историко-художественный музей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ppmvk.ru> (дата обращения 02.02.25).
6. Подрубный Д.Г. Зарубежный опыт географо-экологических исследований долин малых рек для туристско-рекреационных целей // Проблемы и перспективы развития туризма: региональный аспект: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 28 апреля 2023 г., Грозный. 2023. С. 172-175. DOI: 10.36684/92-1-2023-172-175.
7. Подрубный Д.Г. К понятию муниципального эколого-туристско-рекреационного комплекса // Экологическое краеведение : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, 16 апр. 2024 г., Имиш. 2024. С. 100-103.
8. Подрубный Д.Г., Кулаков А.П., Наполов О.Б. Перспективы развития экологического туризма в лесах долины реки Вохонка города Павловский Посад Московской области // Астраханский вестник экологического образования. 2024. № 2(80). С. 58-62. DOI: 10.36698/2304-5957-2024-2-58-62.
9. Подрубный Д.Г., Кулаков А.П., Широкова В.А., Наполов О.Б. Эколого-туристский потенциал долины реки

Пехорка в городе Балашиха Московской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. Т. 67. № 3 (399). С. 307-310.

10. Подрубный Д.Г., Широкова В.А. Геоэкологические особенности развития рекреации и туризма в долинах малых рек (на примере ЦЭР) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. Т. 67. № 1(397). С. 20-23. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_1_20.

11. Подрубный Д.Г. Эколого-туристский потенциал долины реки Вохонка в городе Павловский Посад Московской области // Экологическое краеведение : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Имиш. 2024. С. 104-107.

12. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosstat.gov.ru> (дата обращения 02.02.25).

13. Global Forest Watch [Электронный ресурс]. URL: <http://www.globalforestwatch.org> (дата обращения 05.02.25).

14. Kokolakis S., Kokinou E., Chronaki C. (2024). Monitoring the healthy status of urban streams. E3S Web of Conferences, vol. 585. DOI: 10.1051/e3sconf/202458509002.

15. Prideaux B., et al (2009). River tourism. Wallingford, UK: CAB. 256 p.

16. Ranta E., et al (2020). Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem functions and services. Ecological Indicators, vol. 121(3). DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106980.

References

1. Vnesenie izmenenii v general'nyi plan gorodskogo okruga Pavlovskii Posad Moskovskoi oblasti. Materialy po obosnovaniyu. T. 3. «Ob'ekty kul'turnogo naslediya» [Introduction changes in general planning scheme of Pavlovsky Posad Urban Okrug, Moscow Oblast. Materials on the justification. Vol. 3. «Objects of cultural heritage»]. Available at: <http://www.pavpos.ru/wp-content/uploads/2020> (accessed 02.02.25)
2. Drozdov A.V. (2005). *Osnovy ekologicheskogo turizma: uchebnoe posobie* [Fundamentals of ecotourism: study guide]. Moscow, Gardariki, 271 p.
3. Illarionova O.A. (2023). *Zelenaya infrastruktura prirechnykh territorii v krupnykh gorodakh Rossii* [Green infrastructure in the large cities of Russia]. Abstract of the thesis of the candidate of geographical sciences, Moscow, 24 p.
4. Komarova M.E. (2009). *Kompleksnaya geoekologicheskaya otsenka turistsko-rekreatsionnogo potentsiala staroosvoennogo regiona: na primere Belgorodskoi oblasti* [Integrated geoecological assessment of the recreational potential of the old-developed region: on the example of Belgorod Region]. Abstract of the thesis of the candidate of geographical sciences, Belgorod, 22 p.
5. Pavlovo-Posadskii istoriko-khudozhestvennyi muzei [Museum of history and art of Pavlovsky Posad]. Available at: <http://www.ppmvk.ru> (accessed 02.02.25)
6. Podrubny D.G. (2023). *Zarubezhnii opyt geografo-ekologicheskikh issledovaniy dolin malyykh rek dlya turistsko-*

rekreatsionnykh tselei [Foreign experience in the geographic-ecological research on small river valleys for the tourist-recreational purposes]. *Problemy i perspektivy razvitiya turizma: regional'nyi aspekt: Materialy Vseros. nauch.-prakt. konferentsii*, 28 apr. 2023 g., Groznyi [Problems and perspectives of tourism development: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, April 28, 2023, Grozny], pp. 172-175. DOI: 10.36684/92-1-2023-172-175.

7. Podrubny D.G. (2024). *K ponyatiyu munitsipalnogo ekologo-turistsko-rekreatsionnogo kompleksa* [To the definition of municipal ecological tourist and recreational complex]. *Ekologicheskoe kraevedenie : Materialy IV Vseros. (nauch.-prakt. konferentsii)*, 16 apr. 2024 g., Ishim [Ecological local lore study: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, April 16 2024, Ishim], pp. 100-103.

8. Podrubny D.G., Kulakov A.P., Napolov O.B (2024). *Perspektivy razvitiya ekologicheskogo turizma v lesakh doliny reki Vokhonka goroda Pavlovskii Posad Moskovskoi oblasti* [Prospects for the ecotourism development in the forests of the Vokhonka River valley in Pavlovsky Posad city, Moscow Region]. *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Ecological Education], vol. 80, no. 2, pp. 58-62. DOI: 10.36698/2304-5957-2024-2-58-62.

9. Podrubny D.G., Kulakov A.P., Napolov O.B (2024). *Ekologo-turistskii potentsial doliny reki Pekhorka v gorode Balashikha Moskovskoi oblasti* [Ecological and tourism potential of Pekhorka River valley in Balashikha city, Moscow Region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, no. 3 (399), pp. 307-310. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_3_307.

10. Podrubny D.G., Shirokova V.A. (2024). *Geoekologicheskie osobennosti razvitiya rekreatsii i turizma v dolinakh malyykh rek (na primere Tser)* [Geoecological specific features of the recreation and tourism development in small river valleys (on the example of the Central Economic Region)]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, no. 1 (397), pp. 20-23. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_1_20/

11. Podrubny D.G. (2024). *Ekologo-turistskii potentsial doliny reki Vokhonka v gorode Pavlovskii Posad Moskovskoi oblasti* [Ecological and tourism potential of Vokhonka River valley in Pavlovsky Posad city, Moscow Region]. [Ecological local lore study: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, April 16, 2024, Ishim], pp. 104-107.

12. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.rosstat.gov.ru> (accessed 02.02.25).

13. Global Forest Watch. Available at: <http://www.globalforestwatch.org> (accessed 05.02.25).

14. Kokolakis S., Kokinou E., Chronaki C. (2024). Monitoring the healthy status of urban streams. E3S Web of Conferences, vol. 585. DOI: 10.1051/e3sconf/202458509002.

15. Prideaux B., et al (2009). River tourism. Wallingford, UK: CAB. 256 p.

16. Ranta E., et al (2020). Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem functions and services. Ecological Indicators, vol. 121(3). DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106980/

Информация об авторах:

Подрубный Дмитрий Германович, аспирант кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4139-6684>, dmitrypodrubny@gmail.com

Кулаков Артем Павлович, младший научный сотрудник, Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-6837-1055>, bomberos@inbox.ru

Широкова Вера Александровна, доктор географических наук, заведующая отделом истории наук о Земле, Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com

Information about the authors:

Dmitry G. Podrubny, postgraduate student of the department of geoecology and environmental management, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4139-6684>, dmitrypodrubny@gmail.com

Artem P. Kulakov, junior researcher, Sergeev Institute of Environmental Geoscience of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-6837-1055>, bomberos@inbox.ru

Vera A. Shirokova, doctor of geography sciences, head of the department of history of Earth sciences, S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com



Научная статья

УДК 332.132

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_531

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАЙОНОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

А.А. Мурашева, И.Х. Ишамятова, Н.А. Беспалов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В данной статье представлен метод оценки эколого-экономического состояния районов Пензенской области методом агломеративной кластеризации. Исследование позволило установить, что внутри области районы можно разделить на четыре основных кластера (А, В, С и D) в зависимости от их общих, экологических и экономических показателей. В результате исследования были выявлены районы с устойчивым, стагнационным и негативным развитием по группам факторов. Это позволило определить, какие районы нуждаются в дополнительных мерах поддержки и развития. Кроме того, в плоскости рассматриваемого периода в 10 лет (с 2012 по 2022 год) были выявлены районы, которые переходили из одного кластера в другой. Были установлены причины таких переходов, что позволило сделать предположения о дальнейшем развитии этих районов. Для районов со сценарием неблагоприятного развития были предложены рекомендации по улучшению положения. Эти рекомендации направлены на рациональное использование земель и улучшение показателей относительно успешных районов. Они могут включать в себя меры по развитию инфраструктуры, поддержке малого и среднего бизнеса, улучшению экологической ситуации и другие меры, направленные на повышение качества жизни населения и развитие экономики районов. Таким образом, проведенное исследование позволило получить более полное представление об эколого-экономическом состоянии районов Пензенской области. Оно может служить основой для разработки стратегий и программ развития, направленных на улучшение качества жизни населения и повышение конкурентоспособности экономики регионов. Данное исследование также имеет практическую значимость, позволяя выявить наиболее проблемные районы и разработать для них конкретные меры поддержки. Результаты исследования могут быть использованы органами власти при принятии решений о распределении ресурсов и разработке программ развития территорий.

Ключевые слова: устойчивое развитие, рациональное природопользование, экономика, экология, показатели, агломеративная кластеризация, оценка

Original article

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC CONDITION OF THE DISTRICTS OF THE PENZA REGION BY THE METHOD OF AGGLOMERATIVE CLUSTERING

A.A. Murasheva, I.H. Ishamyatova, N.A. Bepalov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. This article presents a method for assessing the ecological and economic condition of the Penza Region districts using the agglomerative clusterization method. The study revealed that the districts within the region can be divided into four main clusters (A, B, C and D) depending on their general, environmental and economic indicators. As a result of the study, areas with stable, stagnant and negative development were identified by groups of factors. This allowed us to identify which areas need additional support and development measures. In addition, in the plane of the 10-year period under review (from 2012 to 2022), areas that moved from one cluster to another were identified. The reasons for such transitions were identified, which allowed us to make assumptions about the further development of these areas. Recommendations for improvement have been proposed for areas with an unfavorable development scenario. These recommendations are aimed at rational land use and improving the performance of relatively successful areas. They may include measures to develop infrastructure, support small and medium-sized businesses, improve the environmental situation, and other measures aimed at improving the quality of life of the population and developing the economy of the districts. Thus, the conducted research allowed to obtain a more complete picture of the ecological and economic condition of the Penza region districts. It can serve as a basis for the development of strategies and development programs aimed at improving the quality of life of the population and increasing the competitiveness of the regional economy. This study is also of practical importance, allowing us to identify the most problematic areas and develop specific support measures for them. The results of the study can be used by the authorities in making decisions on the allocation of resources and the development of territorial development programs.

Keywords: sustainable development, rational environmental management, economics, ecology, indicators, agglomerative clustering, assessment

Введение. Агломеративная кластеризация — это метод кластерного анализа, который начинается с того, что каждый объект считается отдельным кластером, затем объединяет близкие кластеры, пока не будет достигнуто определенное условие остановки.

Процесс начинается с N кластеров, где N — количество объектов, и на каждом шаге два ближайших кластера объединяются. Процесс кластеризации продолжается до полного объединения всех объектов в один кластер либо до момента, когда количество образовавшихся кластеров достигнет предварительно определённого значения.

Для измерения близости между кластерами часто используют метрики, такие как евклидово

расстояние или корреляция. Агломеративная кластеризация предоставляет иерархическую структуру кластеров, что позволяет анализировать данные на разных уровнях детализации.

В наше время вопросы оценки эколого-экономического состояния различных территорий являются актуальными и важными для практического применения в управлении региональным развитием. В рамках данной работы мы обращаем внимание на Пензенскую область и предлагаем метод агломеративной кластеризации в качестве инструмента для оценки эколого-экономического состояния районов данного региона.

Пензенская область, как и многие другие регионы, сталкивается с проблемами балансирования между экологическими и экономическими

интересами при принятии решений о развитии. Проведение комплексной оценки состояния районов с учетом как экологических, так и экономических аспектов позволяет выявить потенциальные риски и возможности для устойчивого развития.

В данной работе мы представляем метод агломеративной кластеризации как инструмент для анализа и оценки эколого-экономического состояния районов Пензенской области. Мы предлагаем использовать этот метод для группировки районов по сходству их экологических и экономических характеристик, что позволит выделить типичные образцы развития и идентифицировать районы с наиболее схожими проблемами и потенциалом.

Методы и принципы исследования. В настоящем исследовании для проведения кластерного анализа рассматриваются районы Пензенской области, за исключением городских округов и рабочих поселков. Объектом исследования выступают 24 района. Каждый из районов имеет показатели — факторы, которые должны отражать социально-экономическое и экологическое состояние районов. В рамках данного исследования все факторы были объединены в три группы: характеризующие базовое состояние объекта исследования; характеризующие экологическую ситуацию районов; характеризующие экономическое развитие исследуемых районов.

- Группа факторов, характеризующих объект исследования:
 - площадь исследуемой территории района О1;
 - Площадь земель сельскохозяйственного назначения О2;
 - Численность городского/сельского населения О3;
 - Протяженность автодорог общего пользования местного значения, на конец года О4;
 - Общая площадь жилых помещений, которая в среднем приходится на одного жителя района — всего О5.
- Группа экологических факторов:
 - Площадь оврагов Э1;
 - Количество вывезенных за год твердых коммунальных отходов Э2
 - Площадь нарушенных земель Э3;
 - Площадь земель лесного фонда Э4;
 - Площадь полигонов отходов, свалок Э5.
- Группа экономических факторов:
 - Объем производства сельскохозяйственной Эк1;
 - Доходы местного бюджета, фактически исполненные, Эк2;
 - Бюджетные инвестиции в образование, тыс. руб. Эк3;
 - Количество объектов розничной торговли и общественного питания Эк4;
 - Бюджетные инвестиции в социальную политику, тыс. руб. Эк5.

В ходе исследования были проанализированы статистические данные за период с 2012 по 2022 год. Для проведения кластерного анализа применялись программные пакеты MiniTab.

Dendrogram
Complete Linkage; Euclidean Distance

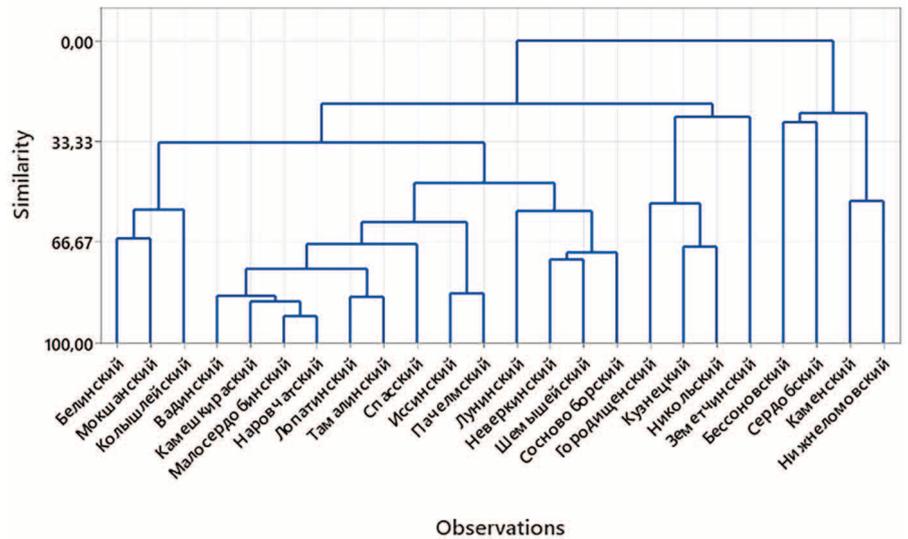


Рисунок 1. Пример дендрограммы агломеративной кластеризации
Figure 1. Example of a dendrogram of agglomerative clustering

Иерархическая кластеризация — это действенный способ решить задачу кластеризации, особенно когда количество факторов ограничено. Этот метод включает в себя два подхода: агломеративную и дивизивную кластеризацию.

Агломеративный алгоритм заключается в последовательном объединении объектов в кластеры, начиная с тех, которые наиболее близки друг к другу. Этот процесс продолжается до объединения всех объектов в один кластер. Результатом агломеративной кластеризации является дендрограмма, визуально представляющая иерархическую структуру кластеров.

Дивизивный алгоритм, напротив, реализует разбиение исходного множества объектов на подмножества, которые затем рекурсивно делятся до тех пор, пока каждый объект не окажется в отдельном кластере. Как и в агломеративном методе, результаты дивизивной кластеризации можно представить в виде дендрограммы.

Результаты кластерного анализа по всем группам и периодам сведены в табл. 1, 2, и 3.

Агломеративная кластеризация проводилась для каждой группы показателей с 2012 по

2022 год (период 10 лет), в целях выяснить изменение каких показателей влияло на месторасположение района в общем рейтинге устойчивого развития региона.

В результате кластеризации по факторам общей характеристики, явно выделяются четыре кластера, как показано на рис. 2, 3 и 4:

- А — кластер устойчиво развивающихся районов внутри региона;
- В — стагнационный кластер;
- С — кластер отстающими регионами, кластер;
- Д — с регионами, в которых происходят наиболее негативные процессы.

В табл. 1 приведены все данные, полученные в процессе кластеризации и выделены цветами наиболее интересные для изучения районы.

Зеленый — устойчивое развитие в группе факторов;

Красные — негативные явления в группе факторов;

Фиолетовый — стагнационные явления в группе факторов;

Желтый — явный переход группы факторов со временем из одного кластера в другой.

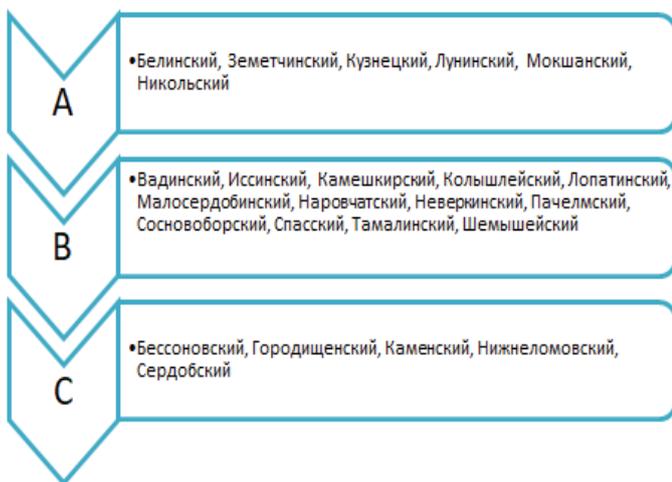


Рисунок 2. Распределение районов по кластерам А, В, С и D группе экономических факторов за 2012 год
Figure 2. Distribution of districts by clusters A, B, C and D of the group of economic factors for 2012

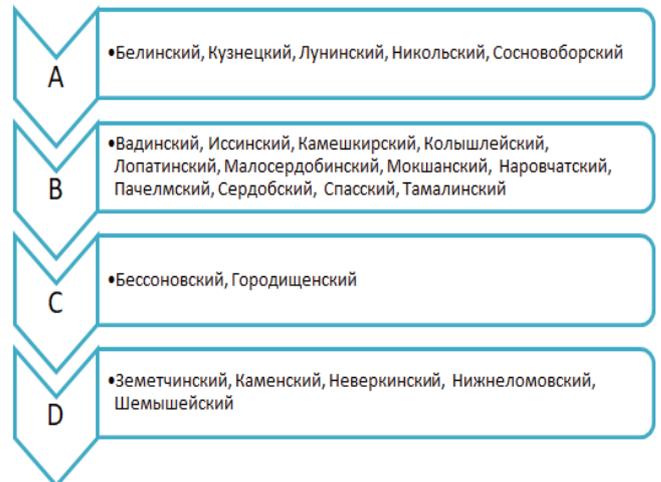


Рисунок 3. Распределение районов по кластерам А, В, С и D группе экологических факторов за 2012 год
Figure 3. Distribution of districts by clusters A, B, C and D of the group of environmental factors for 2012

Основные результаты и обсуждения. Рассмотрим и проанализируем исследование экономических, экологических и общих показателей развития районов в каждом кластере.

В табл. 2 проанализированы причины перехода группы факторов из одного кластера в другой.

Бессоновский район. В группе экономических показателей 5 из 4 факторов на протяжении 10 лет показывали уверенную динамику роста (рис. 4).

Динамика развития показателей из экономического сектора Бессоновского района развивалась успешнее относительно других исследуемых районов. Поэтому к 2022г. показатель преодолел кластер С и перешел сразу в А. В последние исследуемые годы наблюдался особенный рост в объемах производства сельскохозяйственной продукции.

Городищенский район. В секторе сельскохозяйственной продукции с 2015 г. до 2018 г.

наблюдался значительный спад в объемах производства, но к 2020 г. удалось вернуться к показателю 2015 г. и дальше продолжить уверенное наращивание объема сельскохозяйственной продукции (рис. 5). Благодаря устойчивой динамике роста показателей и стремительному развитию Объемы производства с/х продукции после падения, группа экономических показателей преодолела кластер С и перешла сразу в А.

Бюджетные инвестиции в социальную политику с 2020 г. увеличились на 30%, и продолжили уверенный рост. Остальные показатели из группы факторов развивались умеренно с незначительным спадом в те же 2015-2018 гг.

Земетчинский район. Так как в Земетчинском районе относительно остальных районов большую площадь занимают полигоны отходов, свалки (115,5 га), а численность населения с годами убывает, то показатель вывоза твердых

коммунальных отходов должен распределяться равномерно от года к году с убывающей тенденцией. Н графике виден обратный сценарий (рис. 6).

В районе явно испытывается дефицит предприятий по переработке ТКО. Поэтому показатель перехода из кластера D в кластер А в последние 3 года является ошибочным. Об этом также свидетельствует показатель достоверности аппроксимации R² построенной линии тренда.

Каменский район. Аналогичная ситуация обнаружена и в Каменском районе с аномальным перемещением из кластера D в кластер А по группе факторов экологии (рис. 7). При постоянном оттоке населения и площади полигонов отходов, свалок (54,557 га) вывезенные за год твердые коммунальные отходы за отслеживаемый период времени после небольшого спада в 2016 г. остались на одном уровне весь следующий период.

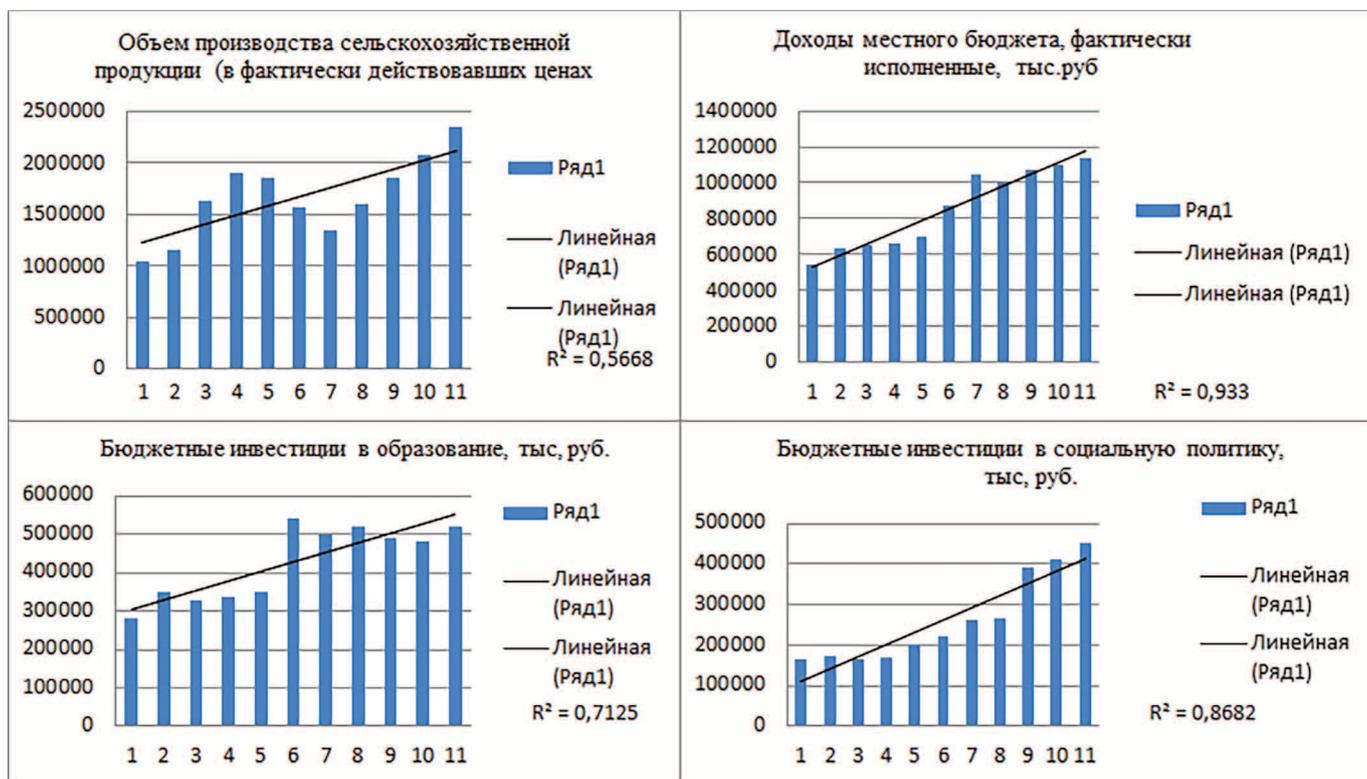


Рисунок 5. Развитие группы экономических показателей в Городищенском районе
Figure 5. Development of a group of economic indicators in Gorodishchensky district

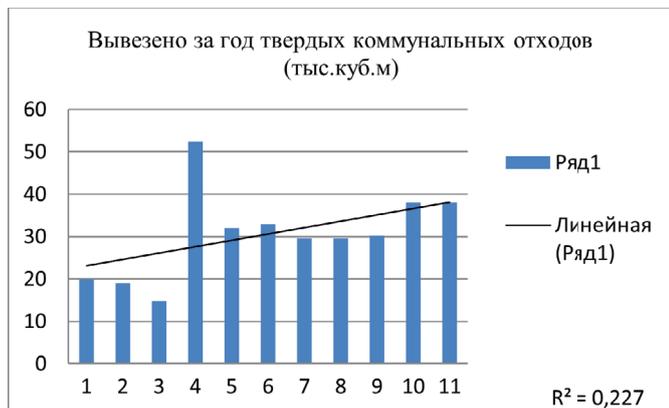


Рисунок 6. Объем вывезенных твердых коммунальных отходов в Земетчинском районе
Figure 6. Volume of municipal solid waste exported in the Zemetchinsky district



Рисунок 7. Объем вывезенных твердых коммунальных отходов в Каменском районе
Figure 7. Volume of municipal solid waste exported in Kamensky district



Более правдивая ситуация наблюдается в секторе экономических факторов (рис. 8).

За счет уверенного роста совокупности показателей и постоянного инвестирования социальной политики и сферы образования, району удалось преодолеть кластер С и перейти сразу в кластер А. Наблюдался значительный спад объема производства с/х продукции после 2016 г., который также быстро, но объем удалось

восстановить так же быстро, как и в случае Городищенского района.

Лунинский район. Причины снижения уровня кластера из А в В по группе экономических факторов к 2022 г. можно обосновать тем, что остальные районы развивались в 2022 г. более динамично (рис. 9). Так как Лунинский район, бесспорно, показывает экономическое развитие по всем рассматриваемым параметрам, то

имеет смысл спрогнозировать переход его в будущем обратно в кластер А.

Никольский район. Точно такая же ситуация складывается в Никольском районе. Кажется, что все показатели показывают рост, а в особенности объем производства сельскохозяйственной продукции начиная с 2020 г., но к концу рассматриваемого периода оказывается в кластере В (рис. 10).

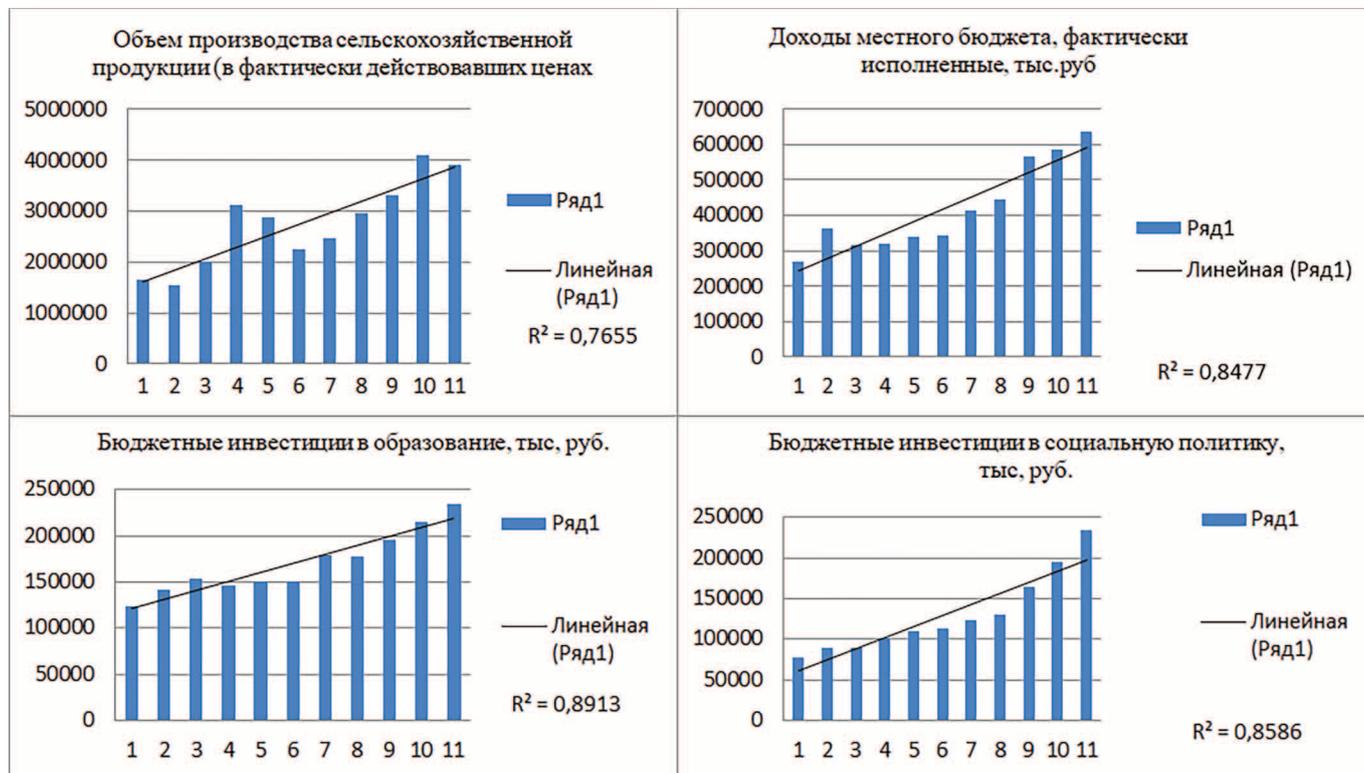


Рисунок 8. Развитие группы экономических показателей в Каменском районе
Figure 8. The development of a group of economic indicators in the Kamensky district

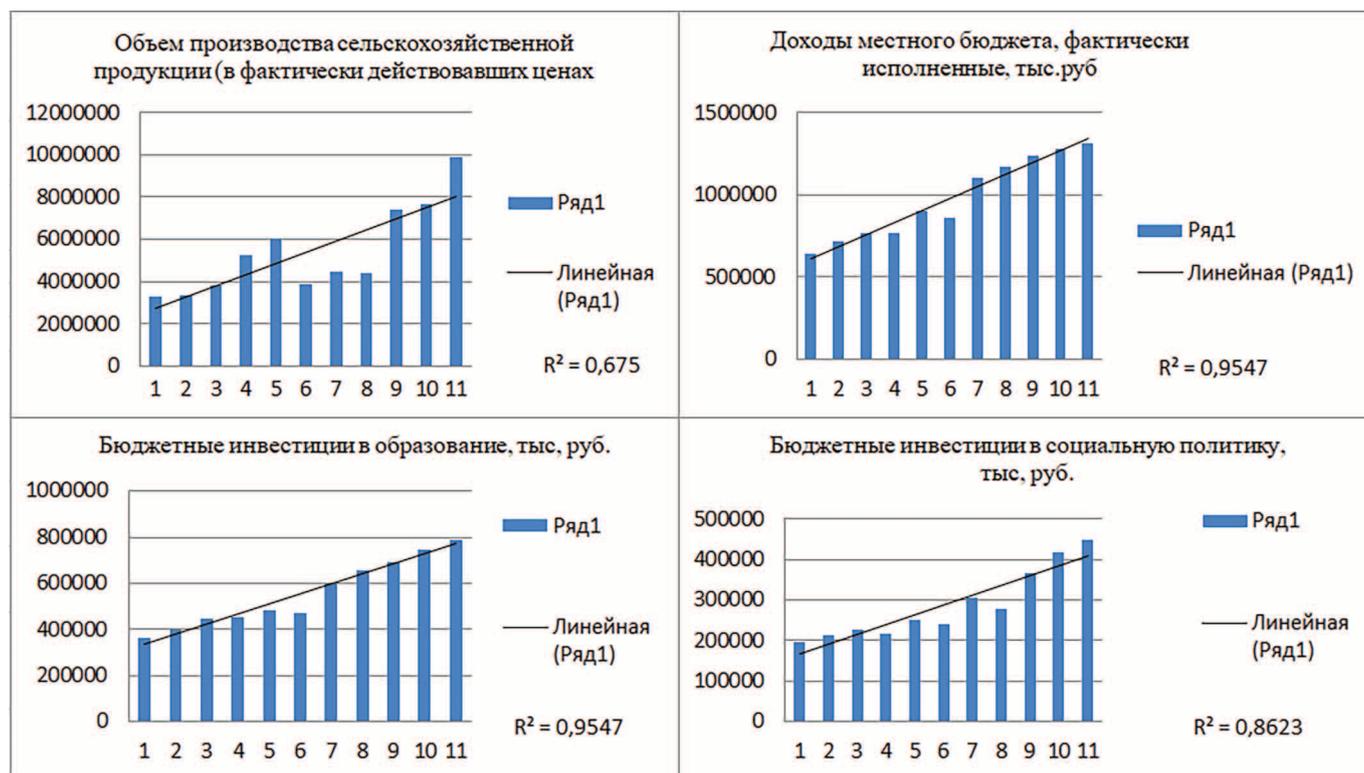


Рисунок 9. Развитие группы экономических показателей в Лунинском районе
Figure 9. Development of a group of economic indicators in the Luninsky district



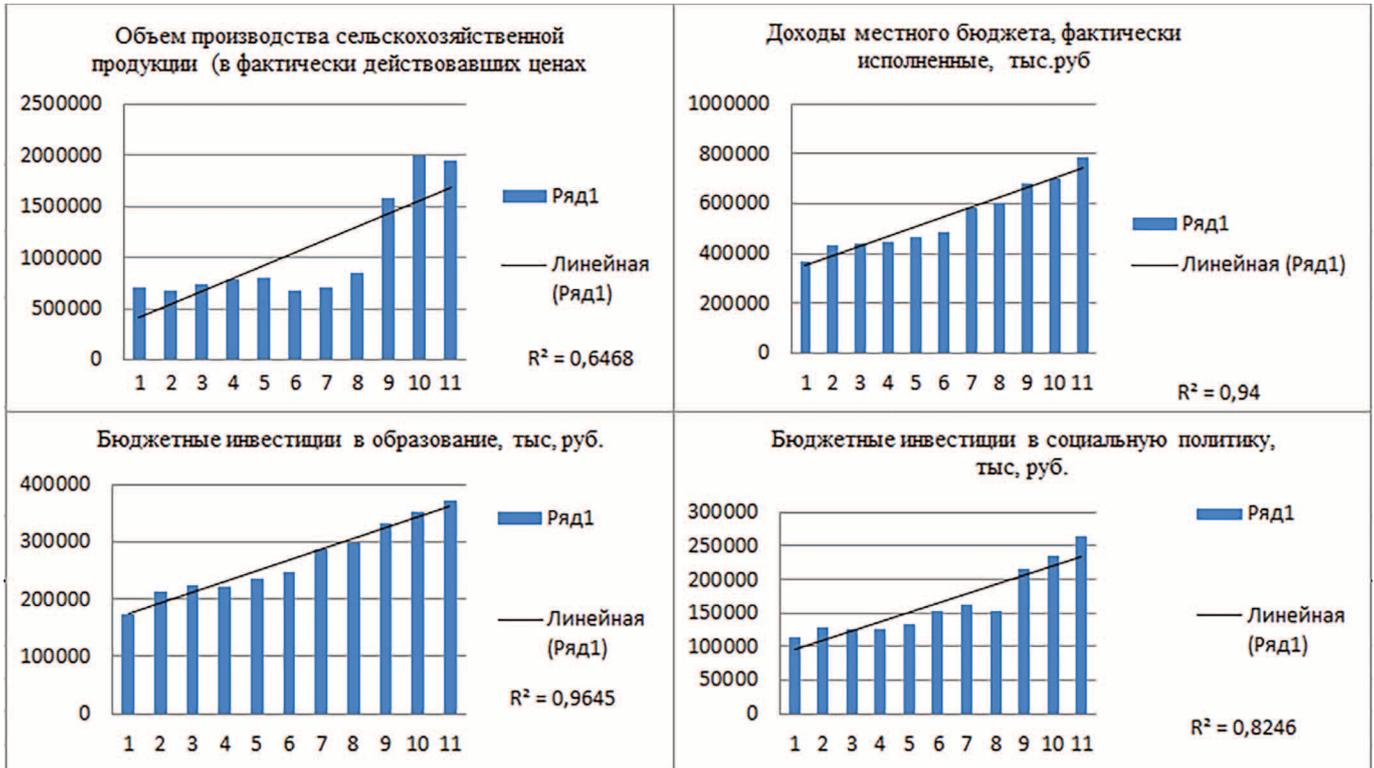


Рисунок 10. Развитие группы экономических показателей в Никольском районе
Figure 10. The development of a group of economic indicators in the Nikolsky district

Таблица 3. Районы с наиболее устойчивым и негативным развитиями
Table 3. Areas with the most stable and negative developments

Район	Устойчивые факторы	Стагнирующие	Негативное развитие
Белинский	Общие Экологические Экономические		
Бессоновский			
Вадинский		Экологические Экономические	Общие
Городищ.		Экологические	
Земетчинский			Экономические
Иссинский		Экономические	Общие
Каменский	Общие		
Камешкирский		Экономические Экологические	Общие
Колышлейский	Общие	Экономические Экологические	
Кузнецкий	Экономические		
Лопатинский		Экономические Экологические	общие
Лунинский			
Малосердоб.		Экологические Экономические	Общие
Мокшанский	Общие	Экологические	
Наровчатский		Экологические Экономические	Общие
Неверкинский		Экономические	Общие
Нижнеомвск.			
Никольский			Экологические
Пачелмский		Экологические	Общие
Сердобский	Общие	Экологический	
Сосновоборск.		Общие Экономические	
Спасский		Экологические Экономические	Общие
Тамалинский		Экологические Экономические	Общие
Шемышейский		Общие Экономические	

Сопоставив площадь территории Никольского района (251180 га) с динамикой показателей, можно сделать вывод, так же как и в Лунинском районе, что Никольский район хоть и развивается в экономическом секторе, но развивается недостаточно активно на фоне других районов.

В табл. 3 проанализированы районы и собраны по группам районы с наиболее устойчивым развитием, негативным развитием и районы, находящиеся в стагнации на протяжении 10 лет.

К группе районом с устойчивым развитием были отнесены районы, которые на протяжении 10 лет показывали стабильный результат по группам общих, экологических или экономических факторов.

К группе стагнации отнесены районы, которые показывали на протяжении 10 лет одинаковый показатель после проведения кластеризации (но не выше кластера В).

К группе негативного развития относятся районы показывающие кластер С или ниже на протяжении всего периода исследования или имеют нисходящий тренд от 2012 г. к 2022 г..

Заключение. При разработке социально-экономической политики региона важно учитывать проведение экологических мероприятий и руководствоваться принципом экологической презумпции. Использование кластерного и факторного анализа позволяет изучать влияние социально-экономической деятельности на экологическое развитие региона, что позволяет обнаружить показатели, негативно воздействующие на экологическое состояние региона. Прогнозирование динамики показателей дает возможность эффективнее разрабатывать региональные стратегии и программы.

Проанализировав табл. 5 можно сделать ряд выводов о развитии районов Пензенской области и наблюдать тенденцию развития региона в целом.

1. Лучший баланс при развитии за 10 лет показал Белинский район по всем наблюдаемым группам факторов;

2. В стагнации за 10 лет находятся преимущественно такие группы факторов как экология и экономика по большинству районов Пензенской области;

3. Если в стагнации находятся экология и экономика, то с наибольшей вероятностью это вызывает негативные процессы в группе общих факторов;

4. Перспективные регионы с большим потенциалом развития могут оказаться Колышлейский район, если экономика перейдет из группы стагнирующих в группу стабильно развивающихся факторов, также можно сказать про Мокшанский и Сердобский районы, при условии наращивания экологических мероприятий внутри района;



5. Общие показатели оказались наиболее дестабилизирующими. На это повлиял показатель населения районов. Из-за постоянного снижения данных убыль-прибыль населения, кластер общих показателей оставался негативным в большинстве районов;

6. Чтобы повысить кластер для группы экономических факторов следует ежегодно инвестировать бюджетные средства в образовательную и социальную политику, а также проводить мероприятия по улучшению демографической ситуации в районе — улучшение условий больницы, строительство детских садов и образовательных учреждений. Так же стоит привлекать крупных и средних застройщиков в регионы, для повышения жилищных условий и привлекательности района для проживания в целом.

Список источников

1. Антропов Д.В. Анализ эффективности управления земельными ресурсами региона на основе применения методики комплексного (кластерного) зонирования территорий (на примере земель сельскохозяйственного назначения) // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2018. № 5. С. 16-19.
2. Дубровский А.В. Методические подходы к моделированию и прогнозированию рационального использования земельных ресурсов с применением геотехнологий // *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*. 2022. Т. 27, № 3. С. 145-156.
3. Ишамьятова И.Х., Антропов Д.В. Комплексное (кластерное) зонирование городов Пензенской области на основе эколого-экономических показателей территории // *Креативная экономика*. 2023. № 11. С. 4263-4290.
4. Ишамьятова И.Х., Гераскин М.М., Глазунова В.М. Региональные информационные системы как инструмент пространственного развития территорий // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2024. № 10. С.601-612.
5. Минакир П.А. Российское экономическое пространство. Стратегические тупики // *Экономика региона*. 2019. № 15(4). С. 967-980.
6. Мурашева А.А., Лепехин П.П. Информационно-моделирующая система для решения региональных экологических проблем // *Науки о Земле*. 2015. № 1. С. 24-32.
7. Овсянников А.О. Анализ внутренних затрат на научные исследования и разработки по субъектам Российской Федерации при помощи кластерного анализа RapidMiner // *Научно-практический электронный журнал Аллея Науки*. 2018. № 6 (22).
8. Огнивцев С.Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК // *Международный агропромышленный журнал*. 2019. № 2. С. 77-80.
9. Папаскири Т.В. Методы формирования систем автоматизированного землеустроительного проектирования // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2015. № 2. С. 38-44.
10. Пономарев В.П., Белоглазова И.Ю. Применение факторного и кластерного статистического анализа в медицине // *Перспективные информационные технологии*: международная научно-техническая конференция. 2016. С. 589-592.

Информация об авторах:

Мурашева Алла Андреевна, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8221-8008>, amur2@nln.ru

Ишамьятова Ирина Хафисовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4917-4920>, irinaishamyatova@yandex.ru

Беспалов Никита Александрович, аспирант, кафедра управления земельными ресурсами и объектами недвижимости, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-2971-6183>, Bepalow2219@mail.ru

Information about the authors:

Alla A. Murasheva, doctor of economic sciences, candidate of technical sciences, professor of the department of land resources and real estate management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8221-8008>, amur2@nln.ru

Irina Kh. Ishamyatova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of land resources and real estate management, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4917-4920>, irinaishamyatova@yandex.ru

Nikita A. Bepalov, postgraduate student, department of land resources and real estate management, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-2971-6183>, Bepalow2219@mail.ru

международная научно-техническая конференция. 2016. С. 589-592.

11. Третьяк В.П. Многовариантность использования кластерной технологии // *Наука. Инновации. Образование*. 2008. № 3(4). С. 87-98.

12. Хлыстун В.Н., Мурашева А.А., Столяров В.М. Концептуальные подходы к разработке и реализации программы вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 5. С. 2-11.

13. Чарыкова О.Г., Маркова, Е. С. Региональная кластеризация в цифровой экономике // *Экономика региона*. 2019. № 15(2). С. 409-419.

14. Шестаков Р.Б., Ловчикова Е.И. Кластеризация регионов на основе базовых аграрно-экономических критериев // *Экономика региона*. 2023. № 19(1). С. 178-191.

15. Bhatnagar A., Vrat, P. & Shankar, R. (2019). Multi-criteria clustering analytics for agro-based perishables in cold-chain. *Journal of Advances in Management Research*. № 16(4). С. 563-593.

16. Vandana B. & Kumar S. (2019). Hybrid K-Mean Clustering Algorithm for Crop Production Analysis in Agriculture International. *Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE)*, vol. 9 no. 2, pp. 9-13.

17. Novikova N.V., Strogonova E.V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 2, pp. 76-93.

18. Zhanyun Wang, Wei Deng, Shaoyao Zhang, Hao Zhang, (2024). Improved trade-off model of land use functions: Differentiated objective setting by territory spatial planning. *Ecological Indicator*, vol. 160, no. 4, <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111881>

References

1. Antropov D.V. (2018). *Analiz ehffektivnosti upravleniya zemelnymi resursami regiona na osnove primeneniya metodiki kompleksnogo (klasternogo) zonirovaniya territorii (na primere zemel' selskokhozyaystvennogo naznacheniya)* [Analysis of the effectiveness of land management in the region based on the application of the methodology of integrated (cluster) zoning of territories (using the example of agricultural land)]. *International Agricultural Journal*, no. 5, pp. 16-19.
2. Dubrovskii A.V. (2022). *Metodicheskie podkhody k modelirovaniyu i prognozirovaniyu ratsional'nogo ispol'zovaniya zemeln'nykh resursov s primeneniem geotekhnologii* [Methodological approaches to modeling and forecasting the rational use of land resources using geotechnologies]. *Bulletin of the Siberian State University of Geosystems and Technologies*, no. 3, pp. 135-156.
3. Ishamyatova I.Kh., Antropov D.V. (2023). *Kompleksnoe (klasternoe) zonirovaniye gorodov Penzenskoi oblasti na osnove ehkologo-ehkonomicheskikh pokazatelei territorii* [Integrated (cluster) zoning of cities in the Penza region based on ecological and economic indicators of the territory]. *Creative economy*, no. 11, pp. 4263-4290.
4. Ishamyatova I.Kh., Geras'kin M.M., Glazunova V.M. (2024). *Regional'nye informatsionnye sistemy kak instrument prostranstvennogo razvitiya territorii* [Regional information systems as a tool for spatial development of territories]. *Land management, cadastre and land monitoring*, no. 10, pp. 601-612.
5. Minakir P.A. (2019). *Rossiiskoe ehkonomicheskoe prostranstvo. Strategicheskie tupiki* [The Russian economic space. Strategic dead ends]. *The economy of the region*, no. 15 (4), pp. 967-980.
6. Murasheva A.A., Lepekhin P.P. (2015). *Informatsionno-modeliruyushchaya sistema dlya resheniya regional'nykh ehkologicheskikh problem* [Information modeling system for solving regional environmental problems]. *Earth Sciences*, no. 1, pp. 24-32.
7. Ovsyannikov A.O. (2018). *Analiz vnutrennikh zatrat na nauchnye issledovaniya i razrabotki po sub'ektam Rossiiskoi Federatsii pri pomoshchi klasternogo analiza RapidMiner* [Analysis of internal research and development costs for the subjects of the Russian Federation using RapidMiner cluster analysis]. *Scientific and practical electronic journal Alley of Science*, no. 6.
8. Ognitvsev S.B. (2019). *Tsifrovizatsiya ehkonomiki i ehkonomika tsifrovizatsii APK* [Digitalization of the economy and the economy of digitalization of agriculture]. *International Agroindustrial Journal*, no. 2, pp. 77-80.
9. Papaskiri T.V. (2015). *Metody formirovaniya sistem avtomatizirovannogo zemleustroitel'nogo proektirovaniya* [Methods of formation of automated land management design systems]. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*, no. 2, pp. 38-44.
10. Ponomarev V.P., Beloglazova I.YU. (2016). *Primeneniye faktornogo i klasternogo statisticheskogo analiza v meditsine* [Application of factor and cluster statistical analysis in medicine]. *Advanced Information Technologies: International Scientific and Technical Conference*, pp. 589-592.
11. Tret'yak V.P. (2008). *Mnogovariantnost' ispol'zovaniya klasternoi tekhnologii* [The multivariate of using cluster technology]. *Science. Innovation. Education*, no. 3(4), pp. 87-98.
12. Khlystun V.N., Murasheva A.A., Stolyarov V.M. (2020). *Kontseptual'nye podkhody k razrabotke i realizatsii programmy вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель* [Conceptual approaches to the development and implementation of a program to involve unused agricultural land in turnover]. *The economics of agricultural and processing enterprises*, no. 5, pp. 2-11.
13. Charykova O.G., Markova, E. S. (2019). *Regional'naya klasterizatsiya v tsifrovoi ehkonomike* [Regional clustering in the digital economy]. *The economy of the region*, no. 15(2), pp. 409-419.
14. Shestakov R.B., Lovchikova E.I. (2023). *Klasterizatsiya regionov na osnove bazovykh agrarno-ehkonomicheskikh kriteriev* [Regional clustering in the digital economy]. *The economy of the region*, no. 19(1), pp. 178-191.
15. Bhatnagar A., Vrat, P. & Shankar, R. (2019). Multi-criteria clustering analytics for agro-based perishables in cold-chain. *Journal of Advances in Management Research*, no. 16(4), pp. 563-593.
16. Vandana B. & Kumar S. (2019). Hybrid K-Mean Clustering Algorithm for Crop Production Analysis in Agriculture International. *Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE)*, vol. 9, no. 2, pp. 9-13.
17. Novikova N.V., Strogonova E.V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 2, pp. 76-93.
18. Zhanyun Wang, Wei Deng, Shaoyao Zhang, Hao Zhang, (2024). Improved trade-off model of land use functions: Differentiated objective setting by territory spatial planning. *Ecological Indicator*, vol. 160, no. 4, <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111881>

Strategic dead ends]. *The economy of the region*, no. 15 (4), pp. 967-980.

6. Murasheva A.A., Lepekhin P.P. (2015). *Informatsionno-modeliruyushchaya sistema dlya resheniya regional'nykh ehkologicheskikh problem* [Information modeling system for solving regional environmental problems]. *Earth Sciences*, no. 1, pp. 24-32.

7. Ovsyannikov A.O. (2018). *Analiz vnutrennikh zatrat na nauchnye issledovaniya i razrabotki po sub'ektam Rossiiskoi Federatsii pri pomoshchi klasternogo analiza RapidMiner* [Analysis of internal research and development costs for the subjects of the Russian Federation using RapidMiner cluster analysis]. *Scientific and practical electronic journal Alley of Science*, no. 6.

8. Ognitvsev S.B. (2019). *Tsifrovizatsiya ehkonomiki i ehkonomika tsifrovizatsii APK* [Digitalization of the economy and the economy of digitalization of agriculture]. *International Agroindustrial Journal*, no. 2, pp. 77-80.

9. Papaskiri T.V. (2015). *Metody formirovaniya sistem avtomatizirovannogo zemleustroitel'nogo proektirovaniya* [Methods of formation of automated land management design systems]. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*, no. 2, pp. 38-44.

10. Ponomarev V.P., Beloglazova I.YU. (2016). *Primeneniye faktornogo i klasternogo statisticheskogo analiza v meditsine* [Application of factor and cluster statistical analysis in medicine]. *Advanced Information Technologies: International Scientific and Technical Conference*, pp. 589-592.

11. Tret'yak V.P. (2008). *Mnogovariantnost' ispol'zovaniya klasternoi tekhnologii* [The multivariate of using cluster technology]. *Science. Innovation. Education*, no. 3(4), pp. 87-98.

12. Khlystun V.N., Murasheva A.A., Stolyarov V.M. (2020). *Kontseptual'nye podkhody k razrabotke i realizatsii programmy вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель* [Conceptual approaches to the development and implementation of a program to involve unused agricultural land in turnover]. *The economics of agricultural and processing enterprises*, no. 5, pp. 2-11.

13. Charykova O.G., Markova, E. S. (2019). *Regional'naya klasterizatsiya v tsifrovoi ehkonomike* [Regional clustering in the digital economy]. *The economy of the region*, no. 15(2), pp. 409-419.

14. Shestakov R.B., Lovchikova E.I. (2023). *Klasterizatsiya regionov na osnove bazovykh agrarno-ehkonomicheskikh kriteriev* [Regional clustering in the digital economy]. *The economy of the region*, no. 19(1), pp. 178-191.

15. Bhatnagar A., Vrat, P. & Shankar, R. (2019). Multi-criteria clustering analytics for agro-based perishables in cold-chain. *Journal of Advances in Management Research*, no. 16(4), pp. 563-593.

16. Vandana B. & Kumar S. (2019). Hybrid K-Mean Clustering Algorithm for Crop Production Analysis in Agriculture International. *Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEE)*, vol. 9, no. 2, pp. 9-13.

17. Novikova N.V., Strogonova E.V. (2020). Regional aspects of studying the digital economy in the system of economic growth drivers. *Journal of New Economy*, vol. 21, no. 2, pp. 76-93.

18. Zhanyun Wang, Wei Deng, Shaoyao Zhang, Hao Zhang, (2024). Improved trade-off model of land use functions: Differentiated objective setting by territory spatial planning. *Ecological Indicator*, vol. 160, no. 4, <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111881>





Научная статья

УДК 330.1+332.1+338.432

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_538

АНАЛИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРАН ЕАЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Д.Г. Родионов¹, Н.Д. Дмитриев¹, Ф.С. Агузарова²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

²Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, Владикавказ, Россия

Аннотация. Исследование обусловлено необходимостью повышения эффективности агропромышленного производства и адаптации стран ЕАЭС к изменяющимся экономическим условиям. В процессе анализа ресурсного потенциала АПК стран ЕАЭС для определения траекторий повышения эффективности применяются экономико-математические методы, включая иерархическую кластеризацию, анализ главных компонент (РСА) и машинное обучение. Данные подходы позволили выявить структурные связи между аграрными и макроэкономическими параметрами. Целью исследования является определение факторов, влияющих на дифференциацию развития сельского хозяйства стран ЕАЭС, с ориентацией на повышение стратегической отдачи от их ресурсного потенциала. Для этого проведен анализ аграрных показателей, таких как площадь орошаемых земель, урожайность зерновых культур, потребление удобрений, использование воды в сельском хозяйстве, а также их взаимосвязь с экономическими индикаторами, включая долю сельского хозяйства в ВВП, экспорт и импорт сельскохозяйственной продукции. Метод РСА позволил сократить размерность данных, выделив факторы, объясняющие 65% дисперсии. На основе РСА и кластерного анализа выделены группы стран ЕАЭС: с высоким аграрным потенциалом (Россия, Казахстан); средним уровнем аграрного развития (Беларусь); с ограниченными аграрными ресурсами (Армения, Кыргызстан). Эконометрическое моделирование показало, что детерминирующими факторами, влияющими на эффективность сельского хозяйства, являются площадь орошаемых земель, среднегодовое количество осадков и потребление удобрений. Данные показатели оказывают весомое влияние на урожайность зерновых культур, а также на макроэкономические параметры состояния АПК. Анализ с использованием методов машинного обучения показал высокую значимость использования воды в сельском хозяйстве и экспорта сельскохозяйственной продукции для стран с высоким аграрным потенциалом. Полученные результаты могут быть применены для оптимизации использования ресурсов стран ЕАЭС и разработки стратегий экономической политики, направленных на повышение конкурентоспособности аграрного сектора в условиях неблагоприятной макроэкономической динамики.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственное производство, экономико-математические методы, страны ЕАЭС, экономическая политика, машинное обучение, анализ главных компонент, макроэкономические показатели

Благодарности: работа выполнена в рамках реализации проекта «Разработка методологии формирования инструментальной базы анализа и моделирования пространственного социально-экономического развития систем в условиях цифровизации с опорой на внутренние резервы» (FSEG-2023-0008).

Original article

ANALYSIS OF AGRICULTURAL COMPONENTS OF THE RESOURCE POTENTIAL OF EAEU COUNTRIES USING ECONOMICO-MATHEMATICAL METHODS

D.G. Rodionov¹, N.D. Dmitriev¹, F.S. Aguzarova²

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia

²North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

Abstract. The study is driven by the need to enhance the efficiency of agro-industrial production and adapt the EAEU countries to changing economic conditions. Economic and mathematical methods, including hierarchical clustering, principal component analysis (PCA), and machine learning, are used to analyze the resource potential of the agro-industrial complex of the EAEU countries to determine trajectories for improving efficiency. These approaches have revealed structural relationships between agricultural and macroeconomic parameters. The aim of the study is to identify the factors influencing the differentiation of agricultural development in the EAEU countries, focusing on increasing the strategic returns on their resource potential. To achieve this, an analysis of agricultural indicators, such as irrigated land area, grain crop yield, fertilizer consumption, and water use in agriculture, was conducted, as well as their relationships with economic indicators, including the share of agriculture in GDP, agricultural product exports, and imports. The PCA method allowed for dimensionality reduction, identifying factors that explain 65% of the variance. Based on PCA and cluster analysis, the EAEU countries were grouped into categories: high agricultural potential (Russia, Kazakhstan), medium agricultural development level (Belarus), and limited agricultural resources (Armenia, Kyrgyzstan). Econometric modeling showed that the key factors influencing agricultural efficiency are irrigated land area, average annual precipitation, and fertilizer consumption. These indicators significantly impact grain crop yields and the macroeconomic parameters of the agro-industrial complex. Analysis using machine learning methods revealed the high significance of water use in agriculture and agricultural product exports for countries with high agricultural potential. The results obtained can be applied to optimize resource use in the EAEU countries and develop economic policy strategies aimed at enhancing the competitiveness of the agricultural sector under unfavorable macroeconomic dynamics.

Keywords: resource potential, agro-industrial complex, agricultural production, economic and mathematical methods, EAEU countries, economic policy, machine learning, analysis of the main components, macroeconomic indicators

Acknowledgments: the work was carried out as part of the project "Development of a methodology for the formation of an instrumental base for the analysis and modeling of spatial socio-economic development of systems in the context of digitalization based on internal reserves" (FSEG-2023-0008).



Введение. Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике стран ЕАЭС, обеспечивая продовольственную безопасность, развитие экспортного потенциала и занятость сельского населения. В то же время АПК сталкивается с такими вызовами, как ограниченность ресурсов, нестабильность мировых аграрных рынков и необходимость адаптации к изменяющимся макроэкономическим условиям. Возникает потребность в использовании системного подхода, основанного на аналитических и экономико-математических методах, предоставляющих возможность разрабатывать стратегически обоснованные решения для повышения эффективности функционирования сельского хозяйства [1, 2].

Аграрный сектор оказывает влияние на формирование экономического роста, продовольственную безопасность регионов и макроэкономическую стабильность. Индикаторы, такие как площадь орошаемых земель, производительность сельскохозяйственных культур, потребление удобрений и использование воды в сельском хозяйстве, предоставляют данные для оценки состояния и перспектив развития АПК. Применение экономико-математических методов обеспечивает возможность проведения типологизации стран ЕАЭС по уровню аграрного развития, а также комплексного анализа их ресурсного потенциала [3, 4].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации АПК стран ЕАЭС к внешним вызовам на основе инновационных подходов к управлению ресурсами и производственными процессами. Количественный анализ взаимосвязей между сельскохозяйственными и макроэкономическими показателями формирует основу для стратегических решений, направленных на повышение производительности и оптимизацию аграрного сектора.

Научная новизна работы заключается в применении комплексного подхода для анализа ключевых аграрных компонентов ресурсного потенциала стран ЕАЭС на основе использования анализа главных компонент и методов кластеризации. Практическая значимость заключается в применении результатов для совершенствования управления ресурсами, повышения производительности и разработки научно обоснованных рекомендаций по экономической политике.

Цель данного исследования состоит в выявлении факторов, влияющих на развитие сельского хозяйства стран ЕАЭС для оптимизации использования их ресурсного потенциала. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Исследовать взаимосвязи между аграрными показателями (площадь орошаемых земель, урожайность зерновых культур, потребление удобрений, использование воды) и макроэкономическими параметрами (доля сельского хозяйства в ВВП, экспорт и импорт агропродукции).
2. Провести кластеризацию стран ЕАЭС по уровням аграрного развития на основе анализа главных компонент и методов иерархического анализа.
3. Применить методы машинного обучения для оценки значимости факторов и разработки рекомендаций по совершенствованию управления ресурсами.

Объектом исследования выступает ресурсный потенциал АПК стран ЕАЭС. Предметом исследования выступают количественные взаимосвязи между аграрными и макроэкономическими параметрами, определяющие уровень развития сельского хозяйства наднационального объединения.

Теоретический анализ. Научный дискурс уделяет весомое внимание исследованию АПК, особенно при трансформации макроэкономической среды и потребности в стабильном развитии сельского хозяйства. Экономико-математические методы эффективно используются для анализа ресурсного потенциала сельского хозяйства, взаимосвязей между производственными и макроэкономическими параметрами, а также для разработки стратегий повышения эффективности аграрного сектора.

Анализ публикаций в данной области подтверждает высокую теоретическую проработку вопросов, включая методы экономического анализа, моделирование производственных процессов и прогнозирование динамики сельскохозяйственного производства.

1. Методы экономического анализа и моделирования в сельском хозяйстве. В данном блоке сосредоточено внимание на исследовании методов, которые применяются для анализа сельскохозяйственного потенциала, оценки производственных факторов и прогнозирования динамики аграрного сектора.

Факторный анализ и структурно-аналитические модели являются основой для построения факторных зависимостей. В частности, статья [5] описывает специфику сельскохозяйственного рынка России. Рассматривается факторный анализ как инструмент экономической диагностики. В исследовании выделены сложности, связанные с конкуренцией, регулированием цен и поддержкой сельскохозяйственных организаций. Работа [6] посвящена разработке структурно-аналитической модели ресурсного потенциала, применяемой для регионального анализа. В статье уделено внимание рентным отношениям, их взаимосвязи с инвестиционным, финансовым и интеллектуальным потенциалом. Модель адаптирована для аграрной сферы и демонстрирует возможности совершенствования механизмов государственного регулирования, особенно в условиях обострения геополитической борьбы и необходимости обеспечения экономического суверенитета.

Исследование С. Манги и Д. Макьюэна [3] подробно рассматривает математическое моделирование и управление ресурсами. В работе детализируются количественные методы, применяемые в управлении сельскохозяйственными ресурсами. В работе рассматриваются подходы к оптимизации производственных процессов и управлению водными ресурсами, что особенно актуально для стран ЕАЭС. Авторами использованы математические методы для оценки структуры сельскохозяйственного производства и повышения устойчивости управления ресурсами.

Эконометрическое моделирование рассмотрено в статье [7], где освещаются возможности использования многофакторного анализа. В работе изучаются внутренние и внешние факторы, влияющие на состояние сельскохозяйственного производства. Применение эконометрического анализа способствует улучшению управления

и повышению эффективности агропромышленных предприятий. Моделирование влияния факторов производства, описанное в статье [8], исследует воздействие таких производственных факторов, как труд и капитал, на выпуск продукции. Использование ретроспективного анализа и формирование прогнозных оценок способствует рациональному использованию трудовых ресурсов для повышения производительности аграрного сектора.

2. Анализ интеграции, торговых связей и конкурентоспособности. Данный блок посвящен вопросам экономической интеграции стран ЕАЭС, их взаимной торговле и повышению конкурентоспособности аграрного сектора.

В работе [9] анализируются подходы к индустриализации предпринимательских структур в рамках региональной экономической политики. Исследуются методы механизации производственных процессов, автоматизации и совершенствования организационной структуры. Отмечается необходимость создания условий для повышения производительности и конкурентоспособности, включая развитие человеческого капитала и внедрение инновационных технологий. Авторы предлагают механизмы импортозамещения, способствующие снижению зависимости от внешних поставок и увеличению внутреннего производства, что особенно актуально для аграрной сферы стран ЕАЭС. В статье [10] продолжается обсуждение аспектов индустриализации, уделяя внимание стратегиям устойчивого роста предпринимательских структур через внедрение технологий и совершенствование бизнес-процессов. Рассмотрены меры поддержки предпринимательства, такие как финансовая помощь, образовательные программы и меры борьбы с недобросовестной конкуренцией.

Торговая комплементарность и экономическая интеграция, рассмотренные в исследовании [11], позволяют выделить факторы, значимые для моделирования взаимной аграрной торговли стран ЕАЭС, например, через использование индекса торговой комплементарности. В работе показано, как интеграционные процессы способствуют развитию аграрного потенциала через анализ структуры экспорта и импорта сельскохозяйственной продукции. Результаты исследования демонстрируют высокий уровень взаимодополняемости торговых операций между странами ЕАЭС, создавая предпосылки для более тесной координации аграрной политики объединения.

В работе [12] рассмотрена конкурентоспособность зерновых культур на основе эконометрического анализа панельных данных. Были оценены факторы, влияющие на конкурентоспособность, включая технологическое развитие, государственную поддержку и особенности ценообразования. Авторы подчеркивают важность гармонизации стандартов качества зерновых культур и развития транспортно-логистической инфраструктуры, что способствует усилению позиций стран ЕАЭС на международных рынках. Статья [13] анализирует взаимосвязь между финансированием агропромышленного комплекса и обеспечением продовольственной безопасности на примере Казахстана. Обосновано, что использование экономико-математических методов для оценки структуры финансирования и его влияния на



устойчивость аграрного производства позволяет выявить зависимость продовольственной безопасности от господдержки.

Таким образом, развитие сельскохозяйственного сотрудничества на наднациональном уровне представляется необходимым. Применение математического моделирования, описанного в работе [14], позволило выявить возможности интернационализации аграрного сектора и прогнозировать развитие торгово-экономических связей. Анализ потенциала сельскохозяйственного сотрудничества между странами через изучение комплементарности ресурсов подчеркивает значимость рационального распределения ресурсов для укрепления конкурентных позиций стран ЕАЭС в международной торговле.

3. Оптимизация ресурсов и инновации в агропромышленном комплексе. Данный блок рассматривает вопросы оптимизации использования ресурсов, внедрения инновационных технологий и повышения эффективности управления сельским хозяйством.

Монография [15] посвящена исследованию механизмов формирования региональной экономической политики, ориентированной на поддержку предпринимательства и развитие человеческого капитала. Рассматриваются аспекты стимулирования инновационной активности и повышения эффективности аграрного сектора. Подчеркивается необходимость выработки стратегий, обеспечивающих рациональное использование ресурсов и развитие инновационного потенциала. Интерес вызывает работа [16], демонстрирующая применение экономико-математического моделирования для оптимизации структуры производственных мощностей в аграрном секторе с целью повышения эффективности использования ресурсного потенциала. Результаты включают обоснование оптимальных параметров элементов производственно-отраслевой структуры для повышения продуктивности сельскохозяйственных формирований.

Практико-ориентированное обучение и оптимизация ресурсов являются перспективными направлениями для формирования компетентности в принятии решений с применением методов оптимизации и математического моделирования [17]. Оценка ресурсного потенциала сельскохозяйственных предприятий, рассмотренная в статье [18], формирует инструментарий, учитывающий взаимозаменяемость и ограниченность ресурсов. Появляется возможность разработать алгоритмы стратегий эффективного использования ресурсов с учетом инновационных процессов и их влияния на конкурентоспособность аграрного производства.

Использование инновационных технологий и информационных решений способствует повышению маркетинговой активности сельскохозяйственных предприятий [19]. В работе описаны методы оптимизации бизнес-процессов с применением современных технологий, включая снижение издержек, управление рисками и повышение продаж за счет комплексных инструментов. Для учета современных тенденций в области социально-экономического развития необходимо уделить внимание взаимосвязи между устойчивым развитием региона, энергетической безопасностью и охраной окружающей среды. В работах [20, 21] детализированы связи между устойчивым развитием

региона, энергетической безопасностью и охраной окружающей среды. Рассматриваются вопросы использования влияния стратегической устойчивости на АПК. Авторы предлагают модели, способствующие интеграции экологических аспектов в планирование и развитие сельского хозяйства. Статья [22] анализирует подходы к моделированию инновационной деятельности в сельском хозяйстве. Особое внимание уделяется разработке показателей, оценивающих инновационную активность предприятий, и созданию моделей, направленных на повышение конкурентоспособности отрасли. Предложенные решения ориентированы на контроль динамики технологического развития и формирования условий для его активизации.

Вывод по теоретическому анализу. Изучение публикаций, посвященных АПК стран ЕАЭС, демонстрирует проработку проблематики применения экономико-математических методов для анализа сельскохозяйственного потенциала. Исследования охватывают вопросы моделирования ресурсного потенциала, развития экономической интеграции и совершенствования производственных процессов. Особое внимание уделено анализу факторов, влияющих на эффективность аграрного сектора, таких как использование факторного анализа, эконометрических моделей и методов прогнозирования. Комплексный подход, объединяющий изучение производственных, макроэкономических и инновационных показателей, создает научно обоснованную основу для формирования стратегий, направленных на повышение конкурентоспособности сельского хозяйства стран ЕАЭС. Результаты кластерного анализа и моделей оптимизации подчеркивают значимость рационального распределения ресурсов и учета региональных особенностей АПК.

Методология исследования. В данном исследовании использованы современные экономико-математические методы, предназначенные для анализа ресурсного потенциала АПК стран ЕАЭС. Основными этапами исследования стали сбор данных, их предварительная обработка и применение аналитических методов для исследования взаимосвязей между аграрными и макроэкономическими показателями.

Этап 1. Сбор и обработка данных. Для анализа использованы данные статистических агентств стран ЕАЭС. Рассматриваемые показатели:

- Аграрные показатели (пахотные земли (%), орошаемые земли (%), потребление удобрений (кг/га), урожайность зерновых (кг/га), использование воды в сельском хозяйстве (%)).
- Макроэкономические индикаторы (доля сельского хозяйства в ВВП (%), ВВП, темпы роста ВВП, экспорт и импорт сельхозпродукции).
- Природно-климатические характеристики (среднегодовая температура (°C), количество осадков (мм)).

Данные охватывали период 2010-2022 гг., что обеспечило глубину ретроспективного анализа. Для устранения пропусков применялись методы линейной интерполяции (для линейно зависимых показателей; для остальных применялись медианные значения), а выявленные аномалии корректировались с использованием медианных значений. Предварительная обработка включала удаление признаков с низкой вариативностью (например, с дисперсией <1-5) и нормализацию данных с использованием стандартизатора StandardScaler.

Этап 2. Вычисление временных характеристик. Для каждой страны были рассчитаны временные тренды, средние значения и стандартные отклонения для ключевых показателей с использованием линейной регрессии. Данный анализ позволил выявить изменения в динамике аграрного сектора и оценить их долгосрочные тенденции.

Этап 3. Метод главных компонент (PCA) использовался для выделения скрытых факторов, определяющих основные закономерности в данных. Для выбора оптимального числа кластеров применялся метод «локтя», что позволило провести иерархический кластерный анализ стран ЕАЭС.

Этап 4. Эконометрическое моделирование. В ходе исследования были применены следующие модели: Линейная регрессия; ElasticNet; KNN; Случайный лес; CatBoost; XGBoost (варианты градиентного бустинга). Метрики оценки включали: Коэффициент детерминации (R^2); Mean Squared Error (MSE); Mean Absolute Percentage Error (MAPE); Коэффициент силуэта (для кластеров).

Цели анализа:

- Урожайность зерновых (кг/га) — анализ зависимости от пахотных земель, осадков, удобрений.
- Доля сельского хозяйства в ВВП (%) — оценка влияния макроэкономических факторов.
- Экспорт и импорт сельхозпродукции (%) — влияние производственных и климатических факторов.

Этап 5. Фильтрация моделей по экономической логике. Для отбора моделей учитывались логические (соответствие экономической логике) связи между признаками и целевыми переменными, а также исключались модели с противоречивыми или нелогичными результатами. В результате выделены модели, соответствующие научным и практическим требованиям для каждой цели анализа.

Результаты и обсуждение исследования. Анализ временных рядов основных показателей стран ЕАЭС за период с 2000 по 2022 гг. выявил закономерности в развитии сельскохозяйственного сектора и макроэкономических индикаторов. В исследовании были проанализированы аграрные, макроэкономические, демографические и природно-климатические параметры.

1. Анализ ключевых трендов и закономерностей. Таблица 1 систематизирует параметры, используемые для анализа временных рядов, с указанием их категорий, единиц измерения и идентификаторов. Исследование охватывает спектр показателей, отражающих состояние и динамику сельскохозяйственного комплекса стран ЕАЭС.

На рисунке 1 представлена динамика урожайности зерновых в странах ЕАЭС. Наибольшие значения показателей зафиксированы в Беларуси, где наблюдается устойчивый рост до 2020 г. Казахстан и Кыргызстан демонстрируют значительные колебания, что свидетельствует о высокой чувствительности их сельскохозяйственного производства к внешним и внутренним факторам. Россия и Армения показывают рост урожайности, что указывает на прогресс в агротехнологиях.

На рисунке 2 представлена динамика доли сельского хозяйства в ВВП. Во всех странах ЕАЭС отмечается снижение значимости сектора. Казахстан и Кыргызстан демонстрируют наиболее резкое падение, связанное с диверсификацией



Таблица 1. Основные параметры для анализа временных трендов в АПК
Table 1. The main parameters for analyzing time trends in agriculture

Категория	Показатель
Аграрные показатели	Пахотные земли (%)
	Орошаемые земли (%)
	Потребление удобрений (кг/га)
	Урожайность зерновых (кг/га)
	Использование воды в сельском хозяйстве (%)
Макроэкономические показатели	ВВП (текущие долл. США)
	ВВП по ППС (текущие международные долл. США)
	Темпы роста ВВП (%)
	Доля сельского хозяйства в ВВП (%)
	Занятость в сельском хозяйстве (%)
	Экспорт сельхозпродукции (%)
	Импорт сельхозпродукции (%)
Демографические показатели	Общая численность населения
	Рост населения (%)
	Доля сельского населения (%)
	Доля городского населения (%)
Природно-климатические показатели	Среднегодовая температура (°C)
	Среднегодовое количество осадков (мм)
	Площадь лесов (% от земельной площади)
	Расходы на исследования и разработки (% от ВВП)
Финансово-экономические индикаторы	Инфляция (индекс потребительских цен, %)
	Открытость торговли (% от ВВП)
	Доступ к электричеству (% населения)

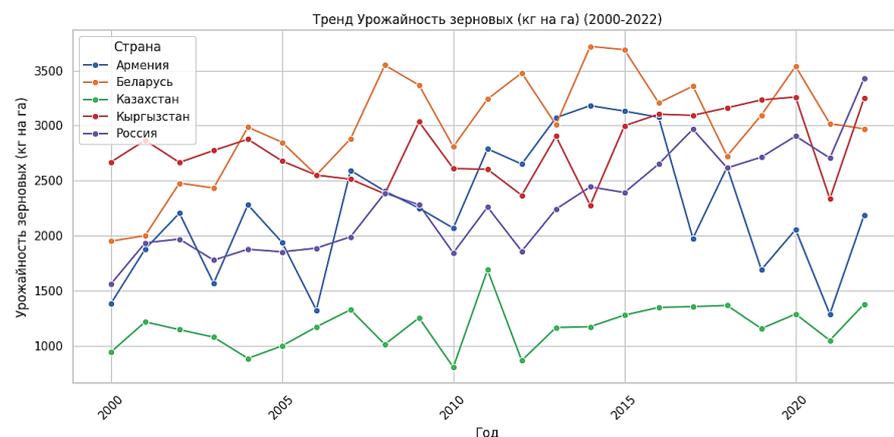


Рисунок 1. Тренд урожайности зерновых (2000-2022 гг.), кг/га
Figure 1. Grain yield trend (2000-2022), kg/ha

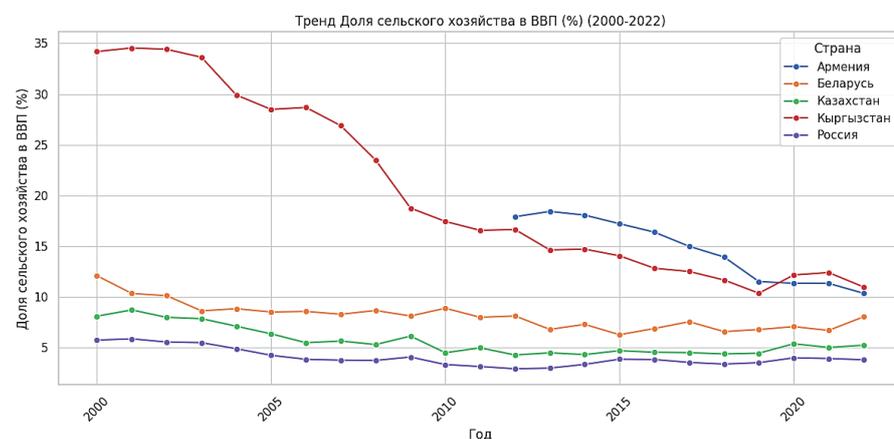


Рисунок 2. Тренд доли сельского хозяйства в ВВП (2000-2022 гг.), %
Figure 2. Trend of the share of agriculture in GDP (2000-2022), %

экономики. Россия и Беларусь сохраняют более стабильный тренд, что указывает на значимость сельского хозяйства в их экономике.

Рисунок 3 отражает динамику темпов роста ВВП стран ЕАЭС. Экономическая нестабильность выражается резкими спадами в 2009 и 2020 гг., вызванными глобальными кризисами. Казахстан демонстрирует наиболее устойчивый рост, в то время как в других странах зафиксированы значительные колебания.

Анализ выявил разнообразие динамик среди стран ЕАЭС, что обусловлено различиями в их экономической структуре, уровнях развития сельского хозяйства и природно-климатических условиях. Такой подход предоставляет глубокое понимание влияния исследуемых факторов на сельскохозяйственный комплекс региона.

2. Группировка стран на основе временных характеристик. Анализ стран ЕАЭС проводился методом кластеризации на основании ключевых показателей, таких как аграрные, демографические и природно-климатические параметры. Для выявления закономерностей использованы методы снижения размерности (PCA) и расчет временных характеристик, включая средние значения, стандартные отклонения и тренды.

Результаты определения оптимального числа кластеров методом «локтя» и оценки коэффициента силуэта показали, что оптимальное количество кластеров равно трем. На рисунке 4 представлены страны ЕАЭС в координатах первых двух главных компонент PCA, которые объясняют 34,46 и 32,09% общей дисперсии. Основные переменные, оказывающие влияние на PC1, включают демографические показатели и долю пахотных земель, а на PC2 — климатические характеристики и уровень занятости в сельском хозяйстве.

На основании усредненных значений показателей выделены следующие группы стран (табл. 2).

- Описание кластеров:
- Кластер 0 (Беларусь). Отличается высокой урожайностью зерновых (2995 кг/га) и наибольшей долей пахотных земель (27,75%). Низкий уровень занятости в сельском хозяйстве (13,33%) свидетельствует о значительной механизации и применении современных технологий. Рекомендуется усилить экспортную ориентацию и диверсифицировать продукцию для укрепления экономических позиций.
 - Кластер 1 (Россия и Казахстан). Характеризуется крупнейшими экономиками региона с высоким средним уровнем ВВП (744,5 млрд долл. США). Умеренная доля сельскохозяйственной занятости (16,59%) и пахотных земель (9,12%) свидетельствуют о высокой роли промышленности и урбанизации. Перспективные направления включают модернизацию сельскохозяйственных технологий и улучшение использования земельных ресурсов.
 - Кластер 2 (Армения и Кыргызстан). Сельскохозяйственная специализация обусловлена значительной долей занятости в аграрном секторе (43,71%) и сельского населения (50,33%). Основными вызовами являются недостаточная инфраструктура и низкая механизация. Рекомендуется развивать инфраструктурные проекты и внедрять современные агротехнологии для повышения эффективности.



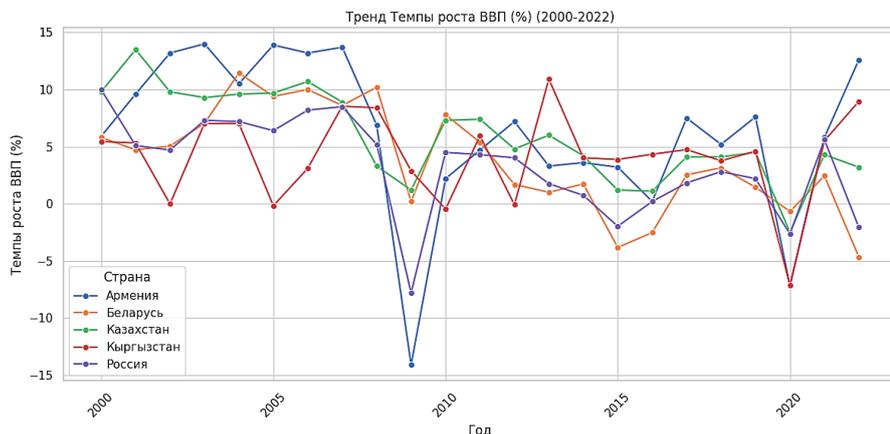


Рисунок 3. Тренд темпов роста ВВП (2000-2022 гг.), %
Figure 3. Trend of GDP growth rates (2000-2022), %

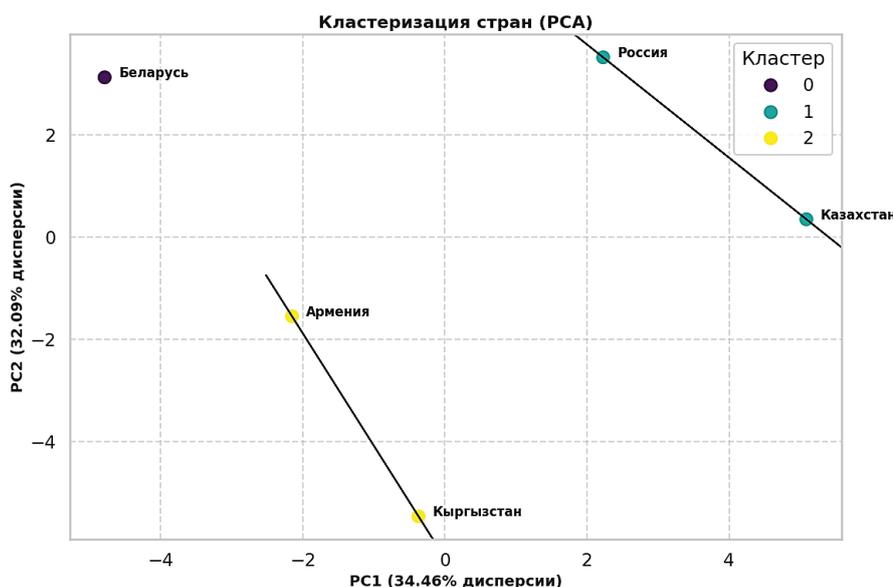


Рисунок 4. Результаты кластеризации стран ЕАЭС на основе PCA
Figure 4. The results of clustering of the EAEU countries based on PCA

Таблица 2. Характеристики кластеров на основе PCA
Table 2. Characteristics of PCA-based clusters

Показатель	Кластер 0: Беларусь	Кластер 1: Россия, Казахстан	Кластер 2: Армения, Кыргызстан
Урожайность зерновых (кг/га)	2995	1728	2518
Доля пахотных земель (%)	27,75	9,12	11,27
Занятость в сельском хозяйстве (%)	13,33	16,59	43,71
Доля сельского населения (%)	24,79	34,58	50,33
Среднегодовая температура (°C)	6,8	5,5	7,2

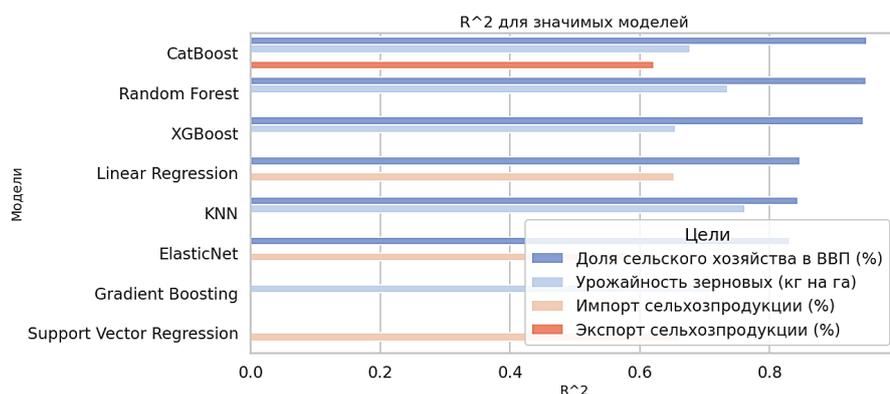


Рисунок 5. Распределение значений R²
Figure 5. Distribution of R² values

Группировка стран на основе аграрных и макроэкономических характеристик демонстрирует различия в ресурсном потенциале и стратегии использования сельскохозяйственных активов. Выделенные кластеры позволяют предложить дифференцированные стратегии развития:

- Развитие экспортного потенциала для стран с высокой продуктивностью (кластер 0).
- Оптимизация аграрной и промышленной структуры в странах с крупной экономикой (кластер 1).
- Модернизация аграрного сектора в странах с доминирующим сельскохозяйственным уклоном (кластер 2).

Применение данного подхода способствует повышению эффективности использования ресурсного потенциала стран ЕАЭС и укреплению продовольственной безопасности региона

3. Эконометрический анализ и моделирование. Поиск взаимосвязей сельскохозяйственных показателей стран ЕАЭС выполнен с использованием современных методов машинного обучения и регрессионного анализа. Модели оценивались по четырем основным целям: урожайность зерновых, доля сельского хозяйства в ВВП, экспорт и импорт сельхозпродукции. Основные результаты представлены в таблице 3.

Среди примененных моделей наиболее высокие значения коэффициента R² продемонстрировали ансамблевые методы, включая CatBoost, Random Forest, Gradient Boosting, а также линейные модели, такие как Linear Regression и ElasticNet. Результаты визуализации (рис. 5) демонстрируют, что модели CatBoost и Random Forest наиболее точно прогнозируют зависимость для всех целевых переменных.

4. Результаты фильтрации моделей по экономической логике. Фильтрация выполнена с учетом следующих аспектов: соответствие влияния факторов экономической теории; устойчивость метрик R², Adjusted R², Cross-Validation R² и MAPE; выборка факторов, наиболее значимых для каждой целевой переменной. Результаты представлены в таблице 4.

После анализа были выделены качественные модели, удовлетворяющие критериям экономической логики:

- Доля сельского хозяйства в ВВП. Модели Linear Regression и CatBoost продемонстрировали высокий уровень точности (R²=0,847-0,950). Экономическая логика моделей подтверждается выявлением значимости экспорта, занятости и использования водных ресурсов для доли сельского хозяйства в ВВП.
- Урожайность зерновых. Методы Random Forest и Gradient Boosting продемонстрировали высокую точность в моделировании урожайности зерновых (R²=0,735-0,713). Основное влияние оказывают удобрения, осадки и площадь лесов.
- Экспорт сельхозпродукции. CatBoost выявил устойчивую связь между экспортной ориентацией, урожайностью зерновых и использованием удобрений, подтверждая зависимость от производственных факторов.

Выводы. В исследовании получены следующие ключевые выводы:

1. Проведенный анализ сельскохозяйственного потенциала стран ЕАЭС на основе методов кластеризации подтвердил целесообразность



Таблица 3. Статистически значимые модели
Table 3. Statistically significant models

Цель	Модель	R ²	Adjusted R ²	MAPE	Основные факторы
Урожайность зерновых	KNN	0,7626	0,6736	10,08%	Пахотные земли, осадки, удобрения
Доля сельского хозяйства в ВВП	CatBoost	0,9499	0,9266	11,17%	Темпы роста ВВП, занятость, использование воды
Экспорт сельхозпродукции	CatBoost	0,6213	0,5099	20,70%	Импорт, урожайность зерновых
Импорт сельхозпродукции	Support Vector Regression	0,6602	0,5327	17,39%	Экспорт, пахотные земли

Таблица 4. Результаты фильтрации моделей по экономической логике
Table 4. Results of filtering models by economic logic

Целевая переменная	Модель	R ²	Adjusted R ²	Cross-Validation R ²	Значимые факторы	Описание влияния факторов
Доля сельского хозяйства в ВВП (%)	Linear Regression	0,847	0,776	0,641	Использование воды (+4,19), экспорт (+2,86), ВВП (-0,21)	Водные ресурсы доминируют в объяснении доли сектора. Экспорт и занятость оказывают положительное влияние.
	CatBoost	0,950	0,927	0,868	Использование воды (+45,06), экспорт (+13,42), занятость (+6,71)	Высокая точность. Основные факторы: водные ресурсы и внешнеторговая ориентация.
Урожайность зерновых (кг/га)	Random Forest	0,735	0,636	0,646	Удобрения (+0,37), лесные площади (+0,26), осадки (+0,16)	Удобрения — ключевой фактор. Климатические факторы (осадки, температура) также значимы.
	Gradient Boosting	0,713	0,605	0,686	Удобрения (+0,51), лесные площади (+0,24), осадки (+0,18)	Подтверждает важность агротехнологий и климатических условий.
	CatBoost	0,677	0,556	0,717	Удобрения (+20,0), лесные площади (+15,97), осадки (+11,94)	Высокая значимость агрохимии и климатических ресурсов для роста урожайности.
Экспорт сельхозпродукции (%)	CatBoost	0,621	0,510	0,228	Импорт (+26,64), урожайность (+19,60), удобрения (+24,70), открытость торговли (+12,0)	Импорт как фактор переработки для экспорта. Урожайность и удобрения поддерживают конкурентоспособность.
Импорт сельхозпродукции (%)	CatBoost	0,621	0,510	0,228	Экспорт (-26,64), пахотные земли (-0,45), открытость торговли (+)	Импорт падает с ростом экспорта и увеличением пахотных земель. Открытость торговли способствует росту.

разделения стран по уровням аграрной специализации и эффективности использования ресурсов. Применение анализа главных компонент (PCA) позволило выделить три группы стран: Беларусь, обладающая высокой урожайностью и развитой аграрной инфраструктурой; Россия и Казахстан с умеренными показателями на фоне крупных макроэкономических масштабов; Армения и Кыргызстан, характеризующиеся высокой долей занятости в сельском хозяйстве и значительным сельским населением.

2. Эконометрический анализ, проведенный с использованием методов машинного обучения, выявил устойчивые зависимости между сельскохозяйственными показателями и ключевыми экономическими и природно-климатическими факторами. Ансамблевые методы, такие как CatBoost, Random Forest и Gradient Boosting, обеспечили высокие значения R² для целевых переменных, демонстрируя точность в моделировании нелинейных взаимосвязей. Линейные модели, включая Linear Regression и ElasticNet, продемонстрировали адекватную точность в моделировании доли сельского хозяйства в ВВП, подтверждая адекватность традиционных методов для анализа определенных показателей.

3. Фильтрация моделей по критериям экономической логики выявила соответствие теоретическим ожиданиям значимых факторов для каждой целевой переменной. Для доли сельского хозяйства в ВВП были определяющими такие показатели, как экспорт, занятость, использование воды и ВВП. Урожайность зерновых показала высокую зависимость от удобрений, климатических условий и природных ресурсов. Экспорт сельхозпродукции находился под влиянием урожайности зерновых, удобрений и степени открытости торговли, что соответствует принципам экспортно-ориентированного сельского хозяйства.

Результаты исследования подчеркивают необходимость системного подхода к планированию аграрной политики стран ЕАЭС. Применение кластерного анализа и методов машинного обучения позволяет интегрировать количественные данные с теоретическими концепциями для обоснования аграрной политики, что создает предпосылки для разработки точечных стратегий развития аграрного сектора. Беларуси рекомендуется укреплять экспортный аграрный центр, России и Казахстану целесообразно сосредоточиться на модернизации сельского хозяйства и рациональном использовании ресурсов, в то время как для Армении и Кыргызстана рекомендуется активное развитие инфраструктуры и внедрение инновационных агротехнологий.

Список источников

- Долгов В.С. Экономика сельского хозяйства. СПб.: Лань, 2019. 124 с.
- Попова В.Б., Смагин Б.И. Экономико-статистическое исследование эффективности аграрного производства. Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2010. 166 с.
- Msangi, S., MacEwan, D. (2019). Applied Methods for Agriculture and Natural Resource Management: A Festschrift in Honor of Richard E. Howitt. Cham: Springer.
- Зайцев А.А., Дмитриев Н.Д., Родионов Д.Г. Инструментарий диагностики продовольственной безопасности территории как составляющей ее ресурсного потенциала // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2. С. 144-148.
- Кот Е.М., Пильникова И.Ф., Горбунова О.С., Малькова Ю.В., Петрякова С.В. Роль экономического анализа в сельском хозяйстве // Образование и право. 2024. № 2. С. 206-210.
- Зайцев А.А., Дмитриев Н.Д., Михель Е.А. Структурно-аналитическая модель ресурсного потенциала в системе экономических отношений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1. С. 32-36.
- Акиндинов В.В., Лосева А.С., Клинина С.И., Акиндинов К.В. Применение эконометрических моделей в ана-

лизе сельскохозяйственного производства // Наука и образование. 2022. Т. 5. № 4. С. 236.

8. Потапов А.П. Моделирование влияния ресурсных факторов на выпуск продукции аграрного производства // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. № 4. С. 154-168.

9. Полянин А.В., Родионов Д.Г. Методологические аспекты региональной экономической политики на основе ориентации предпринимательских структур // Региональная и отраслевая экономика. 2024. № 1. С. 67-73.

10. Полянин А.В., Родионов Д.Г. Индустриализация предпринимательских структур в рамках региональной экономической политики // Индустриальная экономика. 2023. № 5. С. 91-96.

11. Karavdin, A.A. (2021). Analysis of Mutual Agricultural Trade of the EAEU Countries on the Basis of the Trade Complementarity Index in a Framework of Integration and Globalization Processes. In: Popkova, E.G., Sergi, B.S. (eds). Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 198, Springer Cham.

12. Maslova, V., Zarak, N., Fuchs, C., Avdeev, M. (2019). Competitiveness of Agricultural Products in the Eurasian Economic Union. *Agriculture*, no. 9 (3), p. 61.

13. Алибаев Е.А., Онучко М.Ю. Финансирование сельского хозяйства как основа обеспечения продовольственной безопасности Казахстана в условиях ЕАЭС // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14. № 6. С. 404-422.

14. Guo, R., Qiu, X., He, Y. (2021). Research on Agricultural Cooperation Potential Between China and CEE Countries Based on Resource Complementarity. *Mathematics*, no. 9 (5), p. 503.

15. Формирование новой стратегии России: от экономической устойчивости к опережающему развитию / под ред. В.В. Сорокожердьева. М.: Научно-исследовательский институт истории, экономики и права, 2024. 266 с.

16. Ainakulov, Z., Akhmetov, K., Osipov, S., Kurmankulova, G., Tengaeva, A., Schüle, H., Kurmanbek, T. (2024). Economic and Mathematical Modelling of Estimating the Use of Basic Production Resources of Agricultural Formations. *AIP Conference Proceedings*, no. 3033 (1), p. 020022.





17. Berishvili, O., Rudneva, T., Pecherskaya, E., Karaseva, E. (2019). Pedagogical Tools and Economic and Mathematical Methods in Agricultural Production Management. In: Mantulenko, V. (ed). Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, vol. 57, pp. 166-176.

18. Kukushina, O., Okomina, E. (2019). Assessing the Impact of Resource Potential on the Results of Agricultural Activity. In: Trifonov, V.A. (ed.). Contemporary Issues of Economic Development of Russia: Challenges and Opportunities. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, vol. 59, pp. 408-415.

19. Родионов Д.Г., Еремина И.А., Александрович Ю.А. Особенности применения инновационных технологий продвижения продукции в условиях импортозамещения // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 6 (50). С. 400-406.

20. Zaytsev, A., Dmitriev, N., Barykin, S. (2023). Resource Potential of Socio-Economic Development in the Regional Sustainability Context: The Role of Energy Security and Environment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1275, p. 012041.

21. Zaytsev, A., Dmitriev, N., Sebbaggala, T. (2022). Economic Aspects of Green Energy Development in the Context of Maintaining Strategic Sustainability and Environmental Conservation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, no. 1111, p. 012080.

22. Шахвалеева С.Т. Моделирование экономических аспектов сельского хозяйства в Российской Федерации // Вестник науки. 2023. № 12 (69). С. 1140-1142.

References

1. Dolgov, V.S. (2019). *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva* [Economics of agriculture]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 124 p.

2. Popova, V.B., Smagin, B.I. (2010). *Ehkonomiko-statisticheskoe issledovanie ehffektivnosti agrarnogo proizvodstva* [Economic and statistical study of agricultural production efficiency]. Michurinsk, Michurinsky State Agrarian University, 166 p.

3. Msangi, S., MacEwan, D. (2019). *Applied Methods for Agriculture and Natural Resource Management: A Festschrift in Honor of Richard E. Howitt*. Cham: Springer.

4. Zaitsev, A.A., Dmitriev, N.D., Rodionov, D.G. (2024). Instrumentarii diagnostiki prodovol'stvennoi bezopasnosti territorii kak sostavlyayushchei ee resursnogo potentsiala [Toolkit for diagnosing food security of a territory as a component of its resource potential]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 144-148.

5. Kot, E.M., Pil'nikova, I.F., Gorbunova, O.S., Mal'kova, Yu.V., Petryakova, S.V. (2024). Rol' ehkonomicheskogo analiza v sel'skom khozyaistve [The role of economic analysis in agriculture]. *Obrazovanie i pravo* [Education and law], no. 2, pp. 206-210.

6. Zaitsev, A.A., Dmitriev, N.D., Mikhel', E.A. (2024). Strukturno-analiticheskaya model' resursnogo potentsiala v sisteme ehkonomicheskikh otnoshenii [Structural-analytical model of resource potential in the system of economic relations]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 32-36.

7. Akindinov, V.V., Loseva, A.S., Kilina, S.I., Akindinov, K.V. (2022). Primenenie ehkonometricheskikh modelei v analize sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [Application of econometric models in the analysis of agricultural production]. *Nauka i obrazovanie* [Science and education], vol. 5, no. 4, p. 236.

8. Potapov, A.P. (2020). Modelirovanie vliyaniya resurnykh faktorov na vypusk produktsii agrarnogo proizvodstva [Modeling the influence of resource factors on the output of agricultural production]. *Ehkonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], no. 4, pp. 154-168.

9. Polyanin, A.V., Rodionov, D.G. (2024). Metodologicheskie aspekty regional'noi ehkonomicheskoi politiki na osnove orientatsii predprinimatel'skikh struktur [Methodological aspects of regional economic policy based on the orientation of entrepreneurial structures]. *Regional'naya i otraslevaya ehkonomika* [Regional and sectoral economy], no. 1, pp. 67-73.

10. Polyanin, A.V., Rodionov, D.G. (2023). Industrializatsiya predprinimatel'skikh struktur v ramkakh regional'noi ehkonomicheskoi politiki [Industrialization of entrepreneurial structures within regional economic policy]. *Industrial'naya ehkonomika* [Industrial economy], no. 5, pp. 91-96.

11. Karavdin, A.A. (2021). Analysis of Mutual Agricultural Trade of the EAEU Countries on the Basis of the Trade Complementarity Index in a Framework of Integration and Globalization Processes. In: Popkova, E.G., Sergi, B.S. (eds.) *Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap*. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 198, Springer Cham.

12. Maslova, V., Zarak, N., Fuchs, C., Adevde, M. (2019). Competitiveness of Agricultural Products in the Eurasian Economic Union. *Agriculture*, no. 9 (3), p. 61.

13. Alibaev, E.A., Onuchko, M.Yu. (2022). Finansirovanie sel'skogo khozyaistva kak osnova obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti Kazakhstana v usloviyakh EAEHS [Financing agriculture as the basis for ensuring food security of Kazakhstan in the EAEU conditions]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, vol. 14, no. 6, pp. 404-422.

14. Guo, R., Qiu, X., He, Y. (2021). Research on Agricultural Cooperation Potential Between China and CEE Countries Based on Resource Complementarity. *Mathematics*, no. 9 (5), p. 503.

15. Sorokozher'dev, V.V. (ed.) (2024). *Formirovanie novoi strategii Rossii: ot ehkonomicheskoi ustoychivosti k operezhayushchemu razvitiyu* [Formation of a new strategy for Russia: from economic stability to accelerated development]. Moscow, Research Institute of History, Economics and Law, 266 p.

16. Ainakulov, Z., Akhmetov, K., Ospanov, S., Kurmankulova, G., Tengaeva, A., Schüle, H., Kurmanbek, T. (2024). Economic and Mathematical Modelling of Estimating the Use of Basic Production Resources of Agricultural Formations. *AIP Conference Proceedings*, no. 3033 (1), p. 020022.

17. Berishvili, O., Rudneva, T., Pecherskaya, E., Karaseva, E. (2019). Pedagogical Tools and Economic and Mathematical Methods in Agricultural Production Management. In: Mantulenko, V. (ed.) Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, vol. 57, pp. 166-176.

18. Kukushina, O., Okomina, E. (2019). Assessing the Impact of Resource Potential on the Results of Agricultural Activity. In: Trifonov, V.A. (ed.). Contemporary Issues of Economic Development of Russia: Challenges and Opportunities. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, vol. 59, pp. 408-415.

19. Rodionov, D.G., Eremina, I.A., Aleksandrovich, Yu.A. (2023). Osobennosti primeneniya innovatsionnykh tekhnologii proizvodzeniya produktsii v usloviyakh importozameshcheniya [Features of applying innovative promotion technologies under import substitution conditions]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 6 (50), pp. 400-406.

20. Zaytsev, A., Dmitriev, N., Barykin, S. (2023). Resource Potential of Socio-Economic Development in the Regional Sustainability Context: The Role of Energy Security and Environment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1275, p. 012041.

21. Zaytsev, A., Dmitriev, N., Sebbaggala, T. (2022). Economic Aspects of Green Energy Development in the Context of Maintaining Strategic Sustainability and Environmental Conservation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, no. 1111, p. 012080.

22. Shakhvaleeva, S.T. (2023). Modelirovanie ehkonomicheskikh aspektov sel'skogo khozyaistva v Rossiiskoi Federatsii [Modeling the economic aspects of agriculture in the Russian Federation]. *Vestnik nauki* [Bulletin of science], no. 12 (69), pp. 1140-1142.

Информация об авторах:

Родионов Дмитрий Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, директор Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1254-0464>, Scopus ID: 56087793300, Researcher ID: A-9693-2017, SPIN-код: 2889-8516, drodionov@spbstu.ru

Дмитриев Николай Дмитриевич, кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0282-1163>, Scopus ID: 57220424916, Researcher ID: AAB-3198-201, SPIN-код: 9261-2023, dmitriev_nd@spbstu.ru

Агузарова Фатима Савкуевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов, бухгалтерского учета и налогообложения, Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2699-8561>, Scopus ID: 55935098400, Researcher ID: B-1722-2014, SPIN-код: 1274-8419, aguzarus@yandex.ru

Information about the authors:

Dmitry G. Rodionov, doctor of economic sciences, professor, director of the Graduate school of industrial economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1254-0464>, Scopus ID: 56087793300, Researcher ID: A-9693-2017, SPIN-code: 2889-8516, drodionov@spbstu.ru

Nikolay D. Dmitriev, candidate of economic sciences, associate professor of the Graduate school of industrial economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0282-1163>, Scopus ID: 57220424916, Researcher ID: AAB-3198-201, SPIN-code: 9261-2023, dmitriev_nd@spbstu.ru

Fatima S. Aguzarova, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of finance, accounting and taxation, North Ossetian State University named after Kosta Levonovich Khetagurov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2699-8561>, Scopus ID: 55935098400, Researcher ID: B-1722-2014, SPIN-code: 1274-8419, aguzarus@yandex.ru



Научная статья

УДК 332.1

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_545

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЗУДА В МОНГОЛИИ

С.Н. Аюшеева, Н.Б. Ботоева, А.С. Михеева

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

Аннотация. Исторически сложилось, что пастбищное животноводство является ведущей отраслью экономики Монголии. И довольно часто сталкивается с природными и климатическими рисками. Почти ежегодно от стихийных бедствий (таких как дзуд, сильный дождь, пожар, молния, инфекционные и неинфекционные заболевания, хищничество диких животных и несчастные случаи) гибнет огромное количество скота в Монголии. Серьезную угрозу представляет дзуд, выражающийся в массовой гибели скота и возникающий не только в зимнее, но и в весеннее время. Основными задачами исследования являлись определение причин и последствий, а также оценка экономического ущерба от дзуда. Стремительный рост поголовья скота в Монголии, в особенности овец и коз, а также существенные изменения в структуре (соотношение овец и коз) отрицательно сказываются на состоянии пастбищ. Оценка потенциала пастбищных угодий выполнена для пяти модельных аймаков. Выявлен как запас, так и превышение потенциала пастбищных угодий кочевых хозяйств. Отмечается, что перевыпас скота приводит к снижению продуктивности скота, эрозии почв, опустыниванию, обезлесению, деградации земель. В статье представлен методологический подход к экономической оценке потерь кочевого хозяйства от дзуда. Проведена экономическая оценка ущерба как стоимость прямых потерь продукции (мясо, шерсть, пух), затраты на утилизацию туш скота и снижение стоимости экосистемных услуг пастбищ. Для оценки природных и антропогенных рисков территории Монголии представлена методика природно-антропогенной обусловленности территорий к возникновению рисков. Выполнена дифференциация аймаков Монголии по коэффициенту природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков.

Ключевые слова: Монголия, кочевое хозяйство, климатические изменения, дзуд, пастбищный потенциал, экономический ущерб от дзуда

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН 0273-2021-0003 (N AAAA-A21-121011590039-6).

Original article

ASSESSMENT OF THE ECONOMIC CONSEQUENCES OF DZUD IN MONGOLIA

S.N. Ayusheeva, N.B. Botoeva, A.S. Mikheeva

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract. Historically, pastoralism has been the leading sector of the Mongolian economy. And quite often it faces natural and climate risks. Almost every year, natural disasters (such as dzud, heavy rain, fire, lightning, infectious and non-infectious diseases, wildlife predation and accidents) kill a huge number of livestock in Mongolia. A serious threat is posed by dzud, which is expressed in the mass death of livestock and occurs not only in winter, but also in spring. The main objectives of the study were to determine the causes and consequences, as well as to assess the economic damage from dzud. The rapid increase in livestock numbers in Mongolia, especially sheep and goats, as well as significant changes in the structure (ratio of sheep and goats) have a negative impact on the condition of pastures. The pasture potential assessment was carried out for five model aimags. Both the reserve and the excess of the potential of pasture lands of nomadic farms have been revealed. It is noted that overgrazing leads to a decrease in livestock productivity, soil erosion, desertification, deforestation, and land degradation. The article presents a methodological approach to the economic assessment of losses of a nomadic economy from dzud. An economic assessment of the damage was carried out as the cost of direct product losses (meat, wool, fluff), the cost of disposal of livestock carcasses and the reduction in the value of ecosystem services of pastures. To assess the natural and anthropogenic risks of the territory of Mongolia, a methodology for the natural and anthropogenic conditioning of territories to the occurrence of risks is presented. The aimags of Mongolia were differentiated according to the coefficient of natural-anthropogenic conditions for the occurrence of risks.

Keywords: Mongolia, nomadic economy, climate change, dzud, grazing potential, economic damage from dzud

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the state assignment of the CDS SB RAS 0273-2021-0003 (N AAAA-A21-121011590039-6).

Введение. Дзуд представляет собой одну из серьезных экономических, экологических и социальных проблем, которая характерна для Монголии и сопоставима с такими проблемами, как опустынивание, изменение климата, потеря биологического разнообразия, загрязнение среды, поэтому изучение причин и последствий дзуда является важной научной задачей. В различных аймаках Монголии последствия дзуда имеют свои особенности, оказывая влияние на качество жизни населения, экологические и социально-экономические условия его проживания. Проведение эколого-экономических исследований позволяет не только выявить различия в аймаках, но и сравнить экономические потери кочевого хозяйства, социальное самочувствие аратов, экологические проблемы, обусловленные последствиями данного процесса.

Дзуд (монг. зуд) — монгольский термин для обозначения стихийного бедствия, выражаю-

щегося в массовой гибели скота и возникающего как в зимнее время (скот лишен возможности добывать корм из-за снежного покрова), так и в весенние месяцы (скот не в состоянии добыть себе корм из-за прочного ледяного покрова). Дзуд встречается также в Центральной Азии (Казахстан, Китай). В англоязычной литературе для дзуда в Китае используется термин «snowdisaster» [1].

В Монголии пастбищным животноводством занимаются преимущественно на семейной основе, в основном разводится скот местной монгольской породы при круглогодичном пастбищном содержании. Животноводство представлено овцеводством, разведением крупного рогатого скота, коз и верблюдов, табунным коневодством. Изменение устоявшегося уклада кочевого общества — переход от четырехсезонных к двухсезонным кочевкам монгольских аратов [2, 3], приводит к нерегулируемому, хаотичному территориальному перемещению животно-

дов на более дальние расстояния и дислокации стойбищ на отдельных территориях на продолжительный период времени.

В Монголии, обладающей полусухим климатом, дзуд возникает вследствие значительных перепадов температуры и выпадения большого количества осадков. По данным Министерства продовольствия, сельского хозяйства и легкой промышленности Монголии, количество зимних стихийных бедствий составило: в 1941-1960 гг. — 7; в 1961-1980 гг. — 9; в 1981-2000 гг. — 8; в 2001-2020 гг. — 9; в 2021-2024 гг. — 2. В таблице 1 представлена характеристика зимних стихийных бедствий Монголии в динамике лет.

В настоящее время различают шесть видов дзуда:

1. белый (обильный снегопад делает подножный корм недоступным),
2. черный (недостаточное количества корма летом из-за засухи и холодной зимы),



- штормовой (тяжелые условия добывания корма из-за повышенной скорости ветра и сильного снегопада),
- железный /ледяной (выпавший снег (дождь) замерзает и образует ледяную корку, делая корм недоступным),
- копытный дзуд (вследствие чрезмерного выпаса скота возникает нехватка корма),
- комбинированный (недостаточность корма вследствие нескольких видов дзуда).

Цель настоящего исследования состоит в оценке воздействий дзуда на социально-экономические условия и качество жизни местного населения. Методы исследования социально-экономических последствий дзуда основаны на оценках макроэкономических показателей развития аймаков, сравнительном анализе биологической урожайности пастбищ, картографической визуализации климатических изменений. Необходимость проведения исследований на территории Монголии обусловлена усилением процессов дзуда миграцией сельского населения, увеличением бедности, снижением традиционных навыков кочевого хозяйствования и обострением экономических проблем. Проведенные ранее исследования отражали

динамику процессов, их физико-географические характеристики, вероятностные изменения при разных условиях развития процесса, текущее социально-экономическое состояние сомона или аймака.

Основная часть. Монголия расположена в центральной части Восточной Азии. Климат — резко-континентальный с суровой зимой и сухим жарким летом. Площадь территории страны составляет 1564,1 тыс. км². Численность населения — 3457,5 тыс. человек (на 01.01.2024 г.). В 2022 г. объем ВВП Монголии в текущих ценах составил 16810,9 млн. долл. США, в расчете на душу населения — 5,0 тыс. долл. США. Вклад горнодобывающей промышленности в ВВП составляет 24%, сельского хозяйства — 13%. Численность рабочей силы, занятой в отраслях экономики Монголии, равна 1180,5 тыс. человек, из которых доля занятых в сельском хозяйстве 24,9%.

Исторически сложилось, что пастбищное животноводство является ведущей отраслью экономики Монголии. Традиционно номады разводят 5 основных видов скота: лошади, КРС, верблюды, овцы и козы. Динамика поголовья скота представлена на рис. 1.

За последние три десятилетия общее поголовье скота Монголии увеличилось в 2,5 раза: с 26 до 65 млн. гол: поголовье овец — в 2 раза, коз — в 5 раз. Численность КРС (коров и яков) и лошадей в Монголии остается стабильным и составляет более 5,3 млн. гол. крупного рогатого скота и 4,8 млн. гол. лошадей. Поголовье верблюдов в стране незначительно — 474 тыс. гол. (1%), в основном сосредоточено в пригубийских аймаках. Если до 1990-х гг. соотношение овец и коз составляло 3:1, то в настоящее время оно равно 1:1.

Удельный вес мелкого рогатого скота (овец и коз) в структуре 2023 г. составляет 84%. Значительный рост поголовья коз связан с ростом цен на козий пух и изделия из кашемира. Многие исследователи отмечают, что козье поголовье является самым неэкологичным видом скота [4, 5].

Огромные по площади территории, разнообразие природных и социально-экономических условий аймаков, невозможность проведения сплошных обследований требуют репрезентативного представления о процессах и необходимости выделения модельных территорий, обладающих типичными свойствами, для проведения детального изучения влияния дзуда на хозяйство и население. Выбор модельных участков осуществляется на основе единых критериев и экспертных оценок. В качестве критериев принимались следующие показатели: частота и продолжительность дзуда; экологическая ситуация; уровень социально-экономического развития аймака; экономическая специализация — животноводство; рост поголовья скота; численность погибшего скота; миграция населения.

Зимний период 2023-2024 гг. в Монголии характеризовался ранним образованием снежного покрова, значительным количеством осадков [6], низкими температурами. Согласно данным Национального центра дистанционного зондирования земли Монголии, на 01 ноября 2023 г. высота снежного покрова составляла 25-30 см. Значительные перепады температур вызвали дзуд — образовалась толстая корка льда, из под которой животные не могли самостоятельно добывать корм. От дзуда пострадало 15 аймаков из 21. За 4 месяца 2024 г. количество погибшего поголовья скота составило 7,4 млн. гол. (табл. 2).

Суровые климатические условия привели к гибели почти 4 млн. гол. овец и 2,4 млн. гол. коз. На аймаки Сухэ-Батор, Хэнтий, Архангай, Туве и Дорноговь пришлось 63,8% общих потерь поголовья страны (рис. 2).

Большинство исследователей считает, что на продолжительность и частоту появления дзуда в значительной степени влияют климатические изменения. Некоторые авторы причинами дзуда называют не только условия окружающей среды, изменение климата, но и современную практику выпаса скота и слабое управление кочевым хозяйством [7].

В Монголии за последние 60 лет произошли документально подтвержденные изменения климата [8], а такие экстремальные явления как дзуд, по прогнозам, будут увеличиваться по частоте и масштабам [9]. Монголия относится к поясу засушливых земель в Северной Евразии, который является крупнейшей засушливой территорией на Земле. За последнее столетие в МНР произошли изменения в землепользовании (увеличение площадей пахотных земель, расширение городов), началась интенсивная добыча природных ресурсов (уголь, железные руды, нефть, газ), осуществлялись быстрые институциональные

Таблица 1. Характеристика зимних стихийных бедствий Монголии
Table 1. Characteristics of winter natural disasters in Mongolia

Годы	Стихийное бедствие	Количество пострадавших административных территорий
2012-2013	Дзуд	В 98 суммах 18 аймаков
2014-2015	Лесные пожары	В восточных провинциях
2015-2016	Дзуд	В 98 суммах 18 аймаков
2016-2017	Дзуд	В 81 суммах 13 аймаков
2017-2018	Дзуд	В 106 суммах 16 аймаков
2019-2020	Дзуд	В 36 суммах 8 аймаков
2020-2021	Дзуд	В 33 суммах 13 аймаков
2021-2022	Дзуд	В 22 суммах 11 аймаков
2023-2024	Дзуд	15 аймаков

Источник: составлено авторами по данным Ministry of Food, Agriculture and Light Industry <http://www.mofa.gov.mn/>

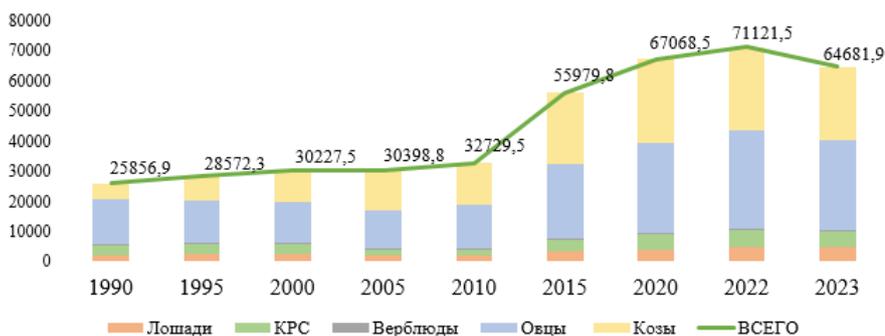


Рисунок 1. Динамика поголовья скота в Монголии, тыс. голов

Источник: составлено авторами по данным National Statistics Office of Mongolia <http://www.nso.mn/en>

Figure 1. Dynamics of livestock numbers in Mongolia, thousand heads

Таблица 2. Количество погибшего скота вследствие дзуда, тыс. голов
Table 2. Number of dead livestock due to dzud, thousand heads

Аймаки	январь 2024 г.	январь-февраль 2024 г.	январь-март 2024 г.	январь-апрель 2024 г.
Архангай	32,8	246,2	674,3	821,8
Дорноговь	60,2	337,8	511,8	566,5
Хэнтий	66,8	480,7	847,7	960,4
Сухэ-Батор	151,3	1017,2	1556,2	1737,8
Туве	15,8	263,4	553,7	632,2
Монголия	453,9	3483,3	6308,7	7391,6



сдвиги, происходили масштабные стихийные бедствия (лесные пожары, наводнения, пыльные бури). Эти явления зачастую влияли друг на друга, усиливая синергетический и кумулятивный эффект.

В последние годы исследователи констатируют противоречивую картину более мягких зим с меньшим количеством снега в горных районах по сравнению с пустынными районами Монголии. Зима 2009-2010 гг. был необычайно продолжительной и суровой с глубоким и обширным снежным покровом в пустыне и необычайно мягкой в горных районах. В отличие от «внезапных» стихийных бедствий, таких как землетрясения и цунами, дзуды обычно представляют собой «медленно возникающие» стихийные бедствия, что дает достаточно времени и возможностей для подготовки и реализации мер по предотвращению стихийных бедствий и смягчению их последствий.

Ученые отмечают, что частота разрушительных дзудов возросла после распада сельскохозяйственных коллективов [10]. Существует мнение, что после того, как в 1950-е годы монгольские пастухи были вынуждены отказаться от кочевого образа жизни и вступить в сельскохозяйственные кооперативы, они потеряли контроль над своими отарами и стадами, что привело к утрате навыков управления смешанным стадом [11]. По данным Темплера и др. (1993) [12], коллективизация конца 1950-х годов привела к сокращению сезонных перемещений внутри районов, была сформирована целостная система землепользования на территории каждого района (пастбищный кооператив) [13].

Исследование Накамуры (2020) выявило, что после дзуда 2009–2010 гг. 45 домохозяйств из 138 обследованных отказались от скотоводства и большинство жителей переехали в городские или пригородные районы [14]. Экономическое неравенство после дзуда увеличилось (коэффициент Джини повысился с 0,46 до 0,61), уровень неравенства сохранялся в течение 4 лет после катастрофы [15].

Международный фонд сельскохозяйственного развития сообщает, что экономическое воздействие дзуда настолько велико, что дзуд сводит на нет любые экономические выгоды, полученные от горнодобывающих видов деятельности [16]. Некоторые исследователи приводят данные, что следствием дзуда является недостаток мясных и молочных продуктов в рационе питания скотоводов, приводящий к недоеданию, влияет на здоровье населения, о чем свидетельствует высокая детская смертность в Монголии [17].

Лимитирующим и обеспечивающим факторами социально-экономического развития кочевого хозяйства являются не только наличие природно-ресурсного потенциала, но и воспроизводственные функции пастбищ и сенокосов [18], и именно эти факторы определяют экономические потери животноводов.

Разработанный нами методологический подход к экономической оценке потерь кочевого хозяйства включает многокомпонентный анализ социально-экономического состояния аймаков, климатических изменений снежного покрова, сравнительной оценки природного потенциала территорий и антропогенного состояния природных комплексов, прямых и косвенных потерь домохозяйств. В нашем случае, использование метода многокомпонентного анализа способствует проведению максимально возможных оценок по совокупности факторов. В основу разработанных

концептуальных подходов нами была разработана следующая структура (рис. 3).

Почти ежегодно в Монголии от стихийных бедствий (дзуд, сильный дождь, пожары, молнии, инфекционные и неинфекционные заболевания, хищничество диких животных и несчастные случаи) гибнет несколько сотен тысяч голов скота. Наибольшие потери поголовья скота наблюдаются от дзуда, что подтверждается данными государственной статистики Монголии.

По данным карт снежного покрова Национального центра дистанционного зондирования земли Монголии, на 01 ноября 2023 г. (рис. 4) большая часть территории страны была покрыта снегом, доля заснеженной площади в аймаке Сухэ-Батор составляла 90%, Туве — 82%, Архангай — 79%. 01 января 2024 г. в 14 аймаках из 21 доля заснеженной площади превышала 75%. Сложная ситуация в Монголии сохранялась до марта 2024 г.



Рисунок 2. Аймаки Монголии, наиболее пострадавшие от дзуда

Источник: составлено авторами по данным National Statistics Office of Mongolia <http://www.nso.mn>

Figure 2. Aimaks of Mongolia most affected by dzud

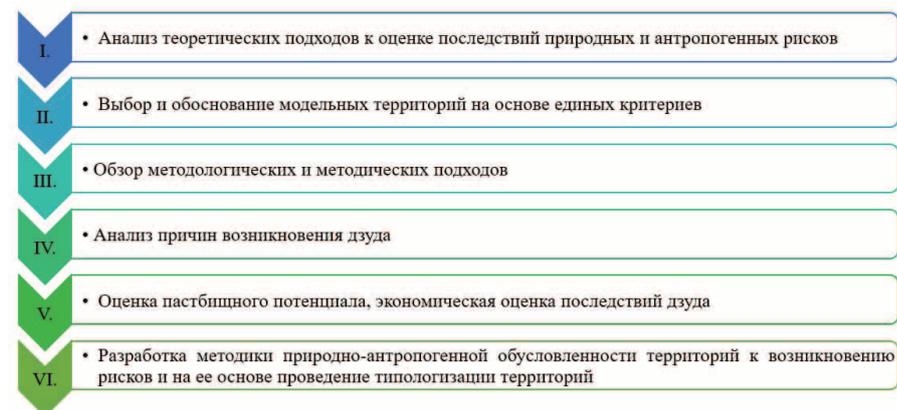


Рисунок 3. Концептуальная схема оценки экономического ущерба от дзуда

Figure 3. Conceptual scheme for assessing economic damage from dzud

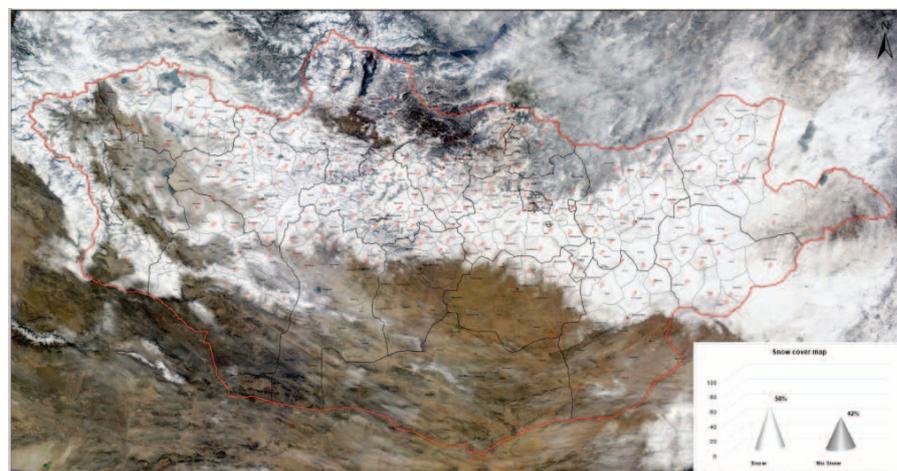


Рисунок 4. Карта снежного покрова территории Монголии (01.11.2023)

Источник: составлено авторами по данным National Statistics Office of Mongolia <http://www.nso.mn>

Figure 4. Snow map of Mongolia (01.11.2023)





В процессе исследования нами выявлено, что основными причинами, формирующими дзуд на территории Монголии, являются климатические и организационно-экономические факторы. К климатическим факторам влияния на дзуд относятся: температура и влажность воздуха, количество осадков (снег, дождь), скорость ветра, перепады температур, образование снежного или ледового наста. К организационно-экономическим факторам влияния на дзуд относятся: переход от традиционных (четырёхсезонных) кочевков животноводов на двухсезонные (зимние и летние), снижение доли пастбищных угодий, изменение структуры стада с преобладанием поголовья коз. Совместное воздействие перечисленных факторов ведет к деградации растительного покрова, изменениям структуры растительных сообществ, снижению урожайности [19]. Учитывая глобальные тенденции изменения климата, нарастающую аридизацию, изменение традиционного уклада кочевого хозяйства Монголии, мы предполагаем, что частота дзуда увеличится, а социальные и экономические потери от дзуда многократно возрастут.

Снижение урожайности пастбищ Монголии связано с резким увеличением поголовья скота и их перегрузкой [20]. Территория Монголии характеризуется большими площадями пастбищных угодий, а также методическими особенностями перевода количества поголовья в условные головы овец [21]. Принятые в Монголии коэффициенты перевода в условные головы овец составляют: лошади — 7, КРС — 6, верблюды — 5, овцы — 1, козы — 0,9. Для определения пастбищного потенциала нами рассчитана емкость и нагрузка на 1 га пастбищ. Если пастбищная нагрузка в течение длительного времени превышает емкость пастбищ, то это может привести к истощению и дальнейшей деградации пастбищных угодий.

Емкость пастбища — это показатель, учитывающий количество животных (усл. голов овец/га),

которые могут прокормиться на 1 га пастбища в течение пастбищного периода. По данным Главного агентства по землеустройству, геодезии и картографии Монголии, на рассматриваемых территориях в 2022 г. емкость пастбищ была равна 0,69-1,17 усл. гол. овец/га (табл. 3).

Показатель нормативной нагрузки отражает количество животных (тыс. усл. гол. овец), которое способно прокормиться на пастбище аймака. Например, на пастбищах аймака Дорноговь площадью 9087,2 тыс. га способны прокормить 6257 тыс. усл. гол. овец.

Фактическая нагрузка показывает имеющееся количество животных (тыс. усл. гол. овец), выпасаемых на пастбищах в данный момент, для чего необходимо поголовье скота перевести в условные головы овец.

Фактическая нагрузка на 1 га пастбища в четырех аймаках превышает емкость пастбища: Архангай в 3,2 раза, Туве в 1,5 раза, Хэнтий в 1,7 раз, Сухэ-Батор в 1,2 раза. В аймаке Дорноговь нагрузка на 1 га пастбища меньше, чем его емкость и равна 0,44 усл. гол. овец /1 га. В 2022 г. деградация пастбищных угодий составила 4,7 млн. га. Таким образом, расчеты показали, что в аймаке Дорноговь имеется запас пастбищного потенциала. На пастбищах способны прокормить еще 2,3 млн усл. гол. овец. Во всех остальных аймаках наблюдается превышение пастбищного потенциала. Перевыпас скота на пастбищных угодьях приводит к снижению продуктивности животных, эрозии почв, опустыниванию, обезлесению, деградации земель. При перевыпасе животные, полностью поедая растительность, не дают формироваться семенам трав. Высокий удельный вес мелкого рогатого скота (овцы и козы) в структуре стада также приводит к деградации пастбищ, т.к. копыта этих животных оказывают наиболее разрушительное воздействие на почву [22].

Экономическая оценка последствий дзуда включает прямые потери: гибель скота; сниже-

ние потребительских функций пастбищных угодий; потери от повреждения основных производственных и непроизводственных фондов; потери запасов кормов; сокращение объемов производства — мяса, молока, шерсти, пуха; ветеринарные расходы; увеличение производственных расходов — закупка кормов, расходы на утилизацию, сокращение общих доходов домохозяйств и т.д. Косвенные ущербы возникают в смежных производствах, он обусловлен простоем предприятий, перерабатывающих продукцию кочевых хозяйств. К косвенному ущербу относятся также оплата за период простоя предприятия, потери на транспорте, упущенная выгода (недополучение торговой прибыли, налогов от смежных предприятий).

По предварительным расчетам экономическая оценка ущерба прямым потерь продукции кочевых хозяйств аймаков Архангай, Дорноговь, Хэнтий, Сухэ-Батор, Туве за январь-апрель 2024 г. составила 401,3 млн. долл. США (табл. 4). Для расчетов были использованы данные численности погибшего поголовья скота, среднерыночные цены на продукцию животноводства (1 голова КРС, лошади, овцы, козы; 1 кг пуха коз, шерсти овец).

По данным Правительства Монголии, в 2010 г. затраты на утилизацию 1 туши сельскохозяйственного скота составляли 1000 тугров, что в ценах 2024 г. равно 3266,6 тугров.

Экономическую оценку природных пастбищных экосистем можно проводить на основе стоимости кормовых ресурсов по количеству поедаемого корма. Согласно информации Главного управления географии, геодезии и картографии Монголии, средняя кормовая продуктивность пастбищ в рассматриваемых аймаках составляла 1,2-2,6 ц/га зеленой массы. По данным официальных статистических органов аймаков Монголии, цена за 1 тук сена (25 кг) в октябре 2023 г. составляла от 7 тыс. тугров (аймак Сухэ-Батор) до 18 тыс. тугров (аймак Архангай). В таблице 4 представлена оценка снижения стоимости экосистемных услуг пастбищ в период дзуда на основе стоимости сложившихся рыночных цена на сено.

В работе Констанзы Р. представлена суммарная оценка годовой стоимости экосистемных услуг, которые предоставляют пастбища: услуги по регулированию потоков воздуха, водных ресурсов, контролю эрозии почв, формированию почв, переработке отходов, опылению, биологическому контролю, производству кормов, предоставлению рекреационных услуг. Многие из методов оценки, используемые в исследовании Констанзы Р. основаны на оценках «готовности платить» людей за экосистемные услуги [23]. Мировая стоимость экосистемных услуг пастбищ по предоставлению кормов оценивается в 129,1 долл. США/га/год (в ценах 2023 г.). Снижение стоимости экосистемных услуг пастбищ модельных аймаков оценивалось за период дзуда (октябрь 2023 г. — март 2024 г.).

Для оценки диапазонов общего экономического ущерба учитывались стоимость прямых потерь продукции животноводства, затраты на утилизацию туш скота, оценка снижения стоимости экосистемных услуг пастбищ (рыночный подход и мировые оценки).

Для оценки природных и антропогенных рисков территории Монголии нами разработана методика природно-антропогенная обусловленности территорий к возникновению рисков. На первом этапе были отобраны доминантные

Таблица 3. Оценка потенциала пастбищных угодий аймаков Монголии
Table 3. Assessment of the potential of pasture lands of aimags of Mongolia

Аймаки	Емкость, усл. гол. овец/ 1 га	Нормативная нагрузка, тыс. усл. гол. овец	Фактическая нагрузка, тыс. усл. гол. овец	Удельный показатель нагрузки, усл. гол. овец/ 1 га	Запас (+) / превышение (-) потенциала пастбищных угодий, тыс. усл. гол. овец
Архангай	0,92	3435,8	11122,8	2,98	-7687
Дорноговь	0,69	6256,9	3987,4	0,44	+2269,5
Хэнтий	0,98	4907	8458,3	1,69	-3551,3
Сухэ-Батор	0,80	6105,2	7489,1	0,98	-1383,9
Туве	1,17	6040,6	9125,4	1,77	-3084,8

Источник: составлено авторами

Таблица 4. Экономическая оценка ущерба от дзуда на модельных территориях
Table 4. Economic assessment of damage from dzud in model areas

Аймаки	Экономическая оценка ущерба прямых потерь продукции, тыс. долл. США	Затраты на утилизацию туш скота, тыс. долл. США	Снижение стоимости экосистемных услуг пастбищ (рыночный подход), тыс. долл. США	Снижение стоимости экосистемных услуг пастбищ (мировые оценки), тыс. долл. США	Оценка экономического ущерба, тыс. долл. США
Архангай	76 386,4	774,6	275 801,7	241 254,2	318 415,2 — 352 962,7
Дорноговь	44 873,7	534,0	202 578,8	586 575,9	247 986,5 — 631 983,60
Хэнтий	100 791,2	905,3	214 455,1	323 273,7	316 151,6 — 424 970,20
Сухэ-Батор	124 543,7	1 638,1	115 304,8	495 004,5	241 486,6 — 621 186,30
Туве	54 709,6	595,9	329 999,4	333 215,6	385 304,9 — 388 521,10

Источник: составлено авторами



Таблица 5. Коэффициенты природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков аймагов Монголии бассейна оз. Байкал
Table 5. Coefficients of natural-anthropogenic conditioning for the emergence of risks in the aimags of Mongolia in the Lake Baikal basin

Аймаки	Природные факторы обусловленности возникновения рисков										Антропогенные факторы обусловленности возникновения рисков						Сводный коэф-т	Степень обусловленности
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅			
Архангай	0,77	0,89	0,93	0,88	0,94	0,80	0,90	0,73	0,82	0,62	0,69	0,67	0,75	0,82	0,93	0,92	0,97	высокий
Баянхонгор	0,84	0,92	0,87	1,00	0,96	0,81	0,95	0,62	0,81	0,78	0,47	0,73	0,56	0,78	0,94	0,92	0,95	высокий
Булган	0,87	0,95	0,97	0,39	0,95	0,63	0,94	0,95	1,00	0,66	0,69	0,72	0,89	0,90	0,93	0,92	0,97	высокий
Дархан-Уул	0,88	0,95	0,82	0,08	0,98	0,86	0,85	0,42	0,95	0,63	0,75	1,00	0,56	0,77	0,93	0,92	0,83	низкий
Дорноговь	0,85	0,93	0,91	0,70	1,00	1,00	0,94	0,42	0,76	1,00	0,28	0,66	0,54	0,81	1,00	0,92	0,91	средний
Хэнтий	0,93	1,00	0,91	0,50	0,99	0,82	1,00	0,40	0,59	0,72	0,61	0,77	0,89	0,95	0,94	0,92	0,93	высокий
Хувсгел	0,92	0,96	0,91	0,15	0,96	0,88	0,91	0,29	0,70	0,71	0,69	0,74	0,75	0,77	0,93	0,92	0,84	низкий
Орхон	0,78	0,72	0,89	0,76	0,93	0,64	0,81	0,42	0,53	0,64	1,00	0,72	0,50	0,97	0,94	1,00	0,89	средний
Сэлэнгэ	0,91	0,97	0,95	0,64	0,98	0,86	0,85	0,54	0,87	0,66	0,69	0,73	1,00	1,00	0,93	0,92	0,99	высокий
Сүхэ-Батор	0,89	0,96	1,00	0,50	0,98	0,90	0,99	0,29	0,72	0,65	0,47	0,93	0,96	0,80	0,95	0,92	0,92	средний
Тувэ	0,85	0,92	0,95	0,88	0,95	0,87	0,98	0,76	0,60	0,63	0,61	0,77	0,78	0,95	0,96	0,92	0,98	высокий
Улан-Батор	0,87	0,93	0,93	0,88	0,97	0,85	0,97	0,86	0,95	0,63	0,86	0,67	0,72	0,65	0,93	0,92	1,00	высокий
Уверхангай	0,81	0,86	0,98	0,85	0,94	0,80	0,87	1,00	0,60	0,61	0,47	0,74	0,63	0,81	0,94	0,92	0,94	средний
Завхан	1,00	0,98	0,87	0,80	0,97	0,95	1,00	0,40	0,88	0,79	0,47	0,70	0,75	0,80	0,94	0,92	0,96	высокий

Источник: составлено авторами по данным официального сайта Монгольской статистической службы <http://www.1212.mn>

показатели, рассчитаны и приведены в сопоставимый вид, для чего был использовано нормирование методом логарифмического масштабирования (табл. 5). Поскольку показатели могут выражаться в различных единицах измерения, для создания общей системы координат могут быть использованы следующие формулы:

$$A_{ij} = \frac{\log_{x_{min}} X_{ij}}{\log_{x_{min}} X_{max}} \quad (1)$$

$$A_{ij} = \frac{\log_{x_{max}} X_{min}}{\log_{x_{max}} X_{ij}} \quad (2)$$

Формула (1) используется для показателей, несущих отрицательную оценку:

1. средняя температура января (K₁),
2. минимальная температура января (K₂),
3. максимальная скорость ветра в январе (K₃),
4. количество осадков в январе (K₄),
5. максимальная температура в июле (K₅),
6. количество пыльных дней в феврале-июне (K₆),
7. максимальная скорость ветра за год (K₇),
8. отношение количества высохших озер к озерам (K₈),
9. отношение количества высохших источников к источникам (K₉),
10. нагрузка на пастбища (K₁₀),
11. доля нарушенных земель (K₁₁),
12. количество природных пожаров (лесных и степных) (K₁₂),
13. объем используемой воды на 1 чел. (K₁₃),
14. производство отходов на 1 чел. (K₁₄),
15. производство опасных отходов на 1 чел. (K₁₅),

Формула (2) применяется в отношении показателей, несущих положительную оценку:

1. количество осадков в июле (K₁₆),

Второй этап подразумевает синтез стандартизированных значений, итогом которого является расчет обобщенных показателей, характеризующих природно-антропогенную обусловленность территорий к возникновению рисков. Для расчета обобщенного показателя используется формула средней геометрической:

$$K_{обусл.} = \sqrt[15]{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot K_{10} \cdot K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13} \cdot K_{14} \cdot K_{15} \cdot K_{16}} \quad (3)$$

где K_{обусл.} — коэффициент природно-антропогенной обусловленности территорий к возникновению рисков.

Таблица 6. Дифференциация аймагов Монголии бассейна оз. Байкал по коэффициенту природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков

Table 6. Differentiation of aimags of Mongolia in the Lake Baikal basin according to the coefficient of natural-anthropogenic conditioning for the occurrence of risks

Аймаки с высокой степенью природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков (0,95-1,00)	Аймаки со средней степенью природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков (0,89-0,94)	Аймаки с низкой степенью природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков (0,83-0,88)
Архангай Баянхонгор Булган Сэлэнгэ Тувэ Улан-Батор Хэнтий Завхан	Дорноговь Орхон Сүхэ-Батор Уверхангай	Дархан-Уул Хувсгел
8 аймагов	4 аймака	2 аймака

Источник: составлено авторами

В зависимости от значений коэффициентов обусловленности, исследуемые территории группируются с учетом всей совокупности анализируемых показателей: территории с высокой степенью природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков, территории со средней степенью природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков, территории с низкой степенью природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков (табл. 6).

Таким образом, 8 аймагов, в том числе отдельные аймаки Архангай, Сүхэ-Батор, Хэнтий, Тувэ, имеют высокую степень природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков, что определяется большой нагрузкой скота на пастбища, значительными площадями нарушенных земель, сильными перепадами температур в зимний и летний период, значительным количеством осадков в январе. Аймаки Дархан-Уул, Хувсгел имеют низкую степень природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков вследствие более благоприятных природно-климатических условий по сравнению с другими анализируемыми аймаками, низкую нагрузку на пастбища, невысокий уровень площади деградированных земель, меньшее количество природных пожаров.

Заключение. Пастбищное животноводство Монголии все чаще сталкивается с природными и климатическими рисками. Периодически

случаются сильные засухи, наводнения, лесные пожары, дзуд, которые являются причинами гибели скота. В 2024 г. из-за суровых погодных условий пастбища покрылись толстым слоем снега и ледяным покровом, в результате чего погибло 7,4 млн гол. домашнего скота. Нами проведена оценка экономических последствий дзуда на модельных территориях, которая составила 1 543 892,30 тыс. долл. США — 2 385 076,40 тыс. долл. США. При оценке экономического ущерба нами учитывались прямые потери продукции (мясо, шерсть, пух), затраты на утилизацию туш скота, а также оценка снижения стоимости экосистемных услуг пастбищ. Наиболее пострадавшие от дзуда аймаки Архангай, Дорноговь, Хэнтий, Сүхэ-Батор, Тувэ, являются аймаками с высокими значениями коэффициентов природно-антропогенной обусловленности к возникновению рисков.

Список источников

1. Shang, Z.H., Gibb, M.J., Long, R.J. (2012). Effect of snow disasters on livestock farming in some rangeland regions of China and mitigation strategies — a review. *The Rangeland Journal*, 34:89–101. DOI: 10.1071/RJ11052.
2. Пространственная трансформация пастбищного животноводства Монголии в результате изменения продуктивности «кормящего ландшафта» / П.В. Осодоев, А.С. Михеева, Д.А. Дарбалаева [и др.] // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2013. Т. 10, № 1. С. 124–128.





3. Многолетняя динамика состояния пастбищных экосистем в экотонной зоне сухих и пустынных степей Центральной Монголии (Среднегобийский аймак) / И.А. Петухов, С.Н. Бажа, Е.В. Данжалова [и др.] // Эко-системы: экология и динамика. 2018. Т. 2, № 2. С. 5-39. DOI: 10.24411/2542-2006-2018-10007.
4. Yoshihara, Y., Chimeddorj, B., Buuveibaatar, B. (2009). Heavy grazing constraints on foraging behavior of Mongolian livestock. *Grassland science*, vol. 55, no. 1, pp. 29-35.
5. Анализ земельных ресурсов Монголии: эколого-экономический аспект / Б. Лхагвадорж, У. Дзидбал, И.М. Потравный // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: материалы VIII Международной научно-практической конференции кафедры управления проектами и программами, Москва, 11–15 апреля 2018 года. Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». 2018. С. 355-358.
6. Ботоева Н.Б. Перспективы развития органического сельского хозяйства на приграничных территориях / Н.Б. Ботоева, С.Н. Аюшеева, А.С. Михеева // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 4(400). С. 437-442. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_4_437.
7. Sternberg, T. (2010). Unravelling Mongolia's extreme winter disaster of 2010. *Nomadic Peoples*, vol.14, no. 1, pp. 72-86.
8. Batima, P., Natsagdorj, L., Gomboluudev, P. and Erdenetsetseg B. (2005). Observed climate change in Mongolia. *Assess Imp Adapt Clim Change Work Pap*, vol.12, pp.1-26.
9. Bayasgalan, B., Mijiddorj, R., Gombuluudev, P. et al (2009). Climate change and sustainable livelihood of rural people in Mongolia. *The adaptation continuum: groundwork for the future*. ETC Foundation, Leusden, pp. 193-213.
10. Tomita, T. (2022). Dzud and the industrialization of pastoralism in socialist Mongolia/ *Journal of Contemporary East Asia Studies*. vol. 11, no. 1, pp. 64-85.
11. Van Gelder R., Brown N., Shombodon D. (2013). Mongolian Pastoralism–Nomadism and Marketing. *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, Sydney, Australia*, pp. 15-19.
12. Templer G., Swift J., Payne P. (1993). The changing significance of risk in the Mongolian pastoral economy. *Nomadic Peoples*, pp.105-122.
13. Sneath D. (1999). Special Mobility and Inner Asian Pastoralism. *The end of Nomadism-Society, State and the Environment in Inner Asia*.
14. Nakamura K. (2020). Pastoralism and natural disasters (dzud) in Mongolia — experimental vulnerability assessments in Gobi region. Akashi Shoten, Tokyo.
15. Kakinuma, K., Tamura, K., Takikawa, H. et al. (2024). Economic inequality expanded after an extreme climate event: a long-term analysis of herders' household data in Mongolia. *Sustainability Science*. vol. 19, no. 1, pp. 275-283. DOI: 10.1007/s11625-023-01429-7
16. Daley, E., Lanz, K., Narangerel, Y. et al (2018). Gender, land and mining in Mongolia. *Mokoro Ltd & PCC Mongolia*, no. 1.
17. Fernandez-Gimenez M.E., Batjav B., Baival B. (2012). Lessons from the dzud: Adaptation and resilience in Mongolian pastoral social-ecological systems. *World Bank*.
18. Radnaev B.L., Mikheeva A.S. (2011). Approaches to the ecological and economical assessment of desertification processes. *Regional Research of Russia*, vol. 1, pp. 259-263.
19. Khishigbayar, J., Fernández-Giménez, M.E., Angerer, J.P. et al. (2015). Mongolian rangelands at a tipping point? Biomass and cover are stable but composition shifts and richness declines after 20 years of grazing and increasing temperatures. *Journal of Arid Environments*, vol. 115, pp. 100-112.
20. Бакей А., Батхшиг Б. Экономические вопросы регулирования поголовья скота в соответствии с потенциальной нагрузкой пастбищ // Grand Altai Research & Education. 2021. № 1 (14). С. 4-14.
21. Комплексная оценка антропогенной нагрузки на агроландшафты трансграничных территорий Северной Азии / Т.Б. Бардаханова, В.Д. Мункуева, С.Н. Иванова [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2(398). С. 210-215. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_2_210.
22. Грайворонский В.В. Монголия: пастбищное-кочевое животноводство — рекордный рост скота и экологическая угроза // Азия и Африка сегодня. 2018. № 9(734). С. 49-55. DOI: 10.31857/S032150750000691-2.
23. Costanza R. et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, vol. 387, no. 6630, pp. 253-260

References

1. Shang, Z.H., Gibb, M.J., Long, R.J. (2012). Effect of snow disasters on livestock farming in some rangeland regions of China and mitigation strategies — a review. *The Rangeland Journal*, 34:89-101. DOI: 10.1071/RJ11052.
2. Osodoev P.V., Mikheeva A.S., Darbalaeva D.A. et al. (2013). *Prostranstvennaya transformatsiya pastbishchnogo zhitovnovodstva Mongolii v rezul'tate izmeneniya produktivnosti «kormyshchego landshafta»* [Spatial transformation of grazing in Mongolia as a result of «feeding» landscape productivity changes]. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova*, vol. 10, no. 1, pp. 124-128.
3. Petukhov I.A., Bazha S.N., Danzhalova E.V. et al. (2018). *Mnogoletnyaya dinamika sostoyaniya pastbishchnykh ehkositsem v ehkotonnoi zone sukhikh i pustynnykh stepei Tsentral'noi Mongolii (Srednegobiiskii aймаk)* [Long-term dynamics of pasture ecosystems' condition along the ecotone zone of dry and desert steppes of Central Mongolia (Dundgovi province)]. *Ehkositemy: ehkologiya i dinamika*, vol. 2, no. 2, pp. 5-39. DOI: 10.24411/2542-2006-2018-10007.
4. Yoshihara Y., Chimeddorj B., Buuveibaatar B. (2009). Heavy grazing constraints on foraging behavior of Mongolian livestock. *Grassland science*, vol. 55, no. 1, pp. 29-35.
5. Lkhagvadorzh B., Dezhidbal U., Potravnyi I.M. (2018). *Analiz zemel'nykh resursov Mongolii: ehkologo-ehkonomiechikii aspekt*. Proceedings of the *Sovremennye problemy upravleniya proektami v investitsionno-stroitel'noi sfere i prirodopol'zovanii: materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii kafedry upravleniya proektami i programami*, Москва, 11–15 aprelya 2018 goda. Москва, ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», pp. 355-358.
6. Botoeva N.B., Ayusheeva S.N., Mikheeva A.S. (2024). *Perspektivy razvitiya organicheskogo sel'skogo khozyaistva na prigranichnykh territoriyakh* [Prospects for the development of organic agriculture in border areas]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, no. 4(400), pp. 437-442. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_4_437.
7. Sternberg T. (2010). Unravelling Mongolia's extreme winter disaster of 2010. *Nomadic Peoples*, vol.14, no. 1, pp. 72-86.
8. Batima P., Natsagdorj L., Gomboluudev P. and Erdenetsetseg B. (2005). Observed climate change in Mongolia. *Assess Imp Adapt Clim Change Work Pap*, vol.12, pp.1-26.
9. Bayasgalan B., Mijiddorj R., Gombuluudev P. et al (2009). Climate change and sustainable livelihood of rural people in Mongolia. *The adaptation continuum: groundwork for the future*. ETC Foundation, Leusden, pp. 193-213.
10. Tomita, T. (2022). Dzud and the industrialization of pastoralism in socialist Mongolia/ *Journal of Contemporary East Asia Studies*. vol. 11, no. 1, pp. 64-85.
11. Van Gelder R., Brown N., Shombodon D. (2013). Mongolian Pastoralism–Nomadism and Marketing. *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, Sydney, Australia*, pp. 15-19.
12. Templer G., Swift J., Payne P. (1993). The changing significance of risk in the Mongolian pastoral economy. *Nomadic Peoples*, pp.105-122.
13. Sneath D. (1999). Special Mobility and Inner Asian Pastoralism. *The end of Nomadism-Society, State and the Environment in Inner Asia*.
14. Nakamura K. (2020). Pastoralism and natural disasters (dzud) in Mongolia — experimental vulnerability assessments in Gobi region. Akashi Shoten, Tokyo.
15. Kakinuma, K., Tamura, K., Takikawa, H. et al. (2024). Economic inequality expanded after an extreme climate event: a long-term analysis of herders' household data in Mongolia. *Sustainability Science*. vol. 19, no. 1, pp. 275-283. DOI: 10.1007/s11625-023-01429-7
16. Daley, E., Lanz, K., Narangerel, Y. et al (2018). Gender, land and mining in Mongolia. *Mokoro Ltd & PCC Mongolia*, no. 1.
17. Fernandez-Gimenez M.E., Batjav B., Baival B. (2012). Lessons from the dzud: Adaptation and resilience in Mongolian pastoral social-ecological systems. *World Bank*.
18. Radnaev B.L., Mikheeva A.S. (2011). Approaches to the ecological and economical assessment of desertification processes. *Regional Research of Russia*, vol. 1, pp. 259-263.
19. Khishigbayar, J., Fernández-Giménez, M.E., Angerer, J.P. et al. (2015). Mongolian rangelands at a tipping point? Biomass and cover are stable but composition shifts and richness declines after 20 years of grazing and increasing temperatures. *Journal of Arid Environments*, vol. 115, pp. 100-112.
20. Baki A., Batkhishig B. (2021). *Ehkonomiechskie voprosy regulirovaniya pogolov'ya skota v sootvetstvii s potentsial'noi nagruzkoj pastbishch*. *Grand Altai Research & Education*, no. 1(14), pp. 4-14.
21. Bardakhanova, T.B., Munkueva, V.D., Ivanova, S.N. et al. (2024). *Комплексная оценка антропогенной нагрузки на агроландшафты трансграничных территорий северной Азии* [Comprehensive assessment of anthropogenic load on agrolandscapes of transboundary territories of North Asia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, no. 2(398), pp. 210-215. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_2_210.
22. Грайворонский, В.В. (2018). *Монголия: пастбищное-кочевое животноводство — рекордный рост скота и экологическая угроза* [Mongolia: pastoral nomadic livestock husbandry's record growth and ecological challenge]. *Азия и Африка сегодня*, no. 9(734), pp. 49-55. DOI: 10.31857/S032150750000691-2.
23. Costanza R. et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, vol. 387, no. 6630, pp. 253-260

Информация об авторах:

- Аюшеева Светлана Никитична**, кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7365-3622>, asvetl@binm.ru
- Ботоева Надежда Бимбаевна**, ведущий инженер лаборатории экономики природопользования, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9172-3962>, botoevanb@binm.ru
- Михеева Анна Семеновна**, доктор экономических наук, заведующий лабораторией экономики природопользования, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1407-4441>, asmiheeva@binm.ru

Information about the authors:

- Svetlana N. Ayusheeva**, candidate of economic sciences, researcher of the laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7365-3622>, asvetl@binm.ru
- Nadezhda B. Botoeva**, leading engineer of the laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9172-3962>, botoevanb@binm.ru
- Anna S. Mikheeva**, doctor of economic sciences, head of the laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1407-4441>, asmiheeva@binm.ru