Международный
сельскохозяйственный журнал
Издается с 1957 года

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

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

INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER

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

ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)
при Министерстве образования и науки Российской Федерации

«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-2026, категория научной значимости К1)

AGRIS

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

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

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

RSCI / РИНЦ
Science Index

Журнал включен в список RSCI

Российский центр научной информации

Журнал включен
в Единый государственный перечень
научных изданий (Белый список)
Размещается в ИС «Метафора»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

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

Заместитель главного редактора И.Ю. Мамонтова
Выпускающий редактор Т.В. Казённова
Литературный редактор М.Г. Фомина
Ответственный секретарь редакции Г.А. Якушкина
Дизайн и верстка И.В. Котова
Издательство: Е.И. Сямина, Е.Д. Зотов
e-science@list.ru

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-90427 от 18.11.2025 г.

Свидетельство Московской регистрационной Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

Редакция: 105064, Москва,
ул.Садовая-Чернорязская,13/3-1, к.48
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 15.11.2026 г. Тираж 3400
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 I.Yu. Mamontova
Publishing editor T.V. Kazennova
Literary editor M.G. Fomina
Executive Secretary of the Editorial Board
G.A. Yakushkina
Design and layout I.V. Kotova
Publishing: E.I. Syamina, E.D. Zotov
e-science@list.ru

Founder and publisher: OOO «E-science»

Certificate of registration of the mass media
PI № FS 77-90427 of 11/18/2025

Certificate of Moscow registration Chamber
№ 002.043.018 of 04.05.2001

Editorial office: 105064, Moscow,
Sadovaya-Chernoryazskaya str., 13/3-1, 48
tel: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru
Address for postal correspondence:
105064, Moscow, box 62

Date of issue 15.11.2026. Edition 3400
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»



Food and Agriculture Organization of the United Nations
AGRIS
Data provider
2026

Международная научная
база FAO AGRIS наградила
Издательство «Электронная наука»
«Знаком признания как лучшего
поставщика активных научных данных»,
подтвердив наше постоянное
сотрудничество

Земельные отношения и землеустройство

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО
LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

Симаков А.В., Симакова Т.В., Евтушкова Е.П., Ямова А.А., Юрина Т.А., Конушина Е.Ю. Определение микрорельефа сельскохозяйственных угодий методом спутниковых геодезических измерений
Simakov A.V., Simakova T.V., Evtushkova E.P., Yamova A.A., Yurina T.A., Konushina E.Yu. Determination of agricultural land micro-relief using satellite geodetic measurements 904

Щербаков К.А. Землеустроительный механизм повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования в системе территориального программирования
Shcherbakov K.A. Land management mechanism for improving the rationality of agricultural land use in the system of territorial programming 910

Уварова Е.Л. Применение методов линейного программирования и геоинформационных технологий для обоснования функционального зонирования особо охраняемых природных территорий
Uvarova E.L. Application of linear programming methods and geoinformation technologies to justify the functional zoning of specially protected natural areas 914

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

Шилова А.Э., Матвеева Е.В., Чуркина Е.С. Анализ динамики ожиданий и установок населения Кемеровской области — Кузбасса относительно развития сельских территорий
Shilova A.E., Matveeva E.V., Churkina E.S. Analysis of the dynamics of expectations and attitudes of the Kemerovo region — Kuzbass population regarding rural development 919

Носов А.В., Алимова Ю.А., Кухарев О.Н., Полякова Д.Д. Государственная поддержка сельских территорий: финансовый аспект реализации программы «Комплексное развитие сельских территорий Пензенской области»
Nosov A.V., Alimova Yu.A., Kukharev O.N., Polyakova D.D. State support for rural areas: the financial aspect of implementing the program "Integrated development of rural areas in the Penza region" 923

Головко М.В., Белоусов М.В., Анцибор А.В. Региональные аспекты адаптации аграрных рынков к деформации глобального рынка удобрений
Golovko M.V., Belousov M.V., Antsibor A.V. Regional aspects of agricultural market adaptation to the deformation of the global fertilizer market 927

Кухаренко А.А., Гайдук В.И. Рейтинговая оценка муниципальных образований Краснодарского края с сельским населением
Kukharenko A.A., Gaiduk V.I. Rating assessment of municipalities of the Krasnodar territory with the rural population 932

Строев П.В., Ревунов Р.В. Современное состояние и тенденции социально-экономического развития сельских опорных населённых пунктов
Stroyev P.V., Revunov R.V. The current status and trends in the socio-economic development of rural support settlements 938

Иванюк И.А., Новикова Н.Ю., Плешакова М.В., Езангина И.А., Воротилова О.А. Финансовая устойчивость сельскохозяйственного сектора Дальнего Востока в условиях различной капиталоемкости производства
Ivanyuk I.A., Novikova N.Yu., Pleshakova M.V., Ezangina I.A., Vorotilova O.A.. Financial sustainability of the agricultural sector in the Russian Far East under varying capital intensity of production 945

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

Минченко Ж.Н., Емельянова А.А. Формирование урожая и качества зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы в зависимости от внесения микроэлементных удобрений в условиях Курской области
Minchenko Zh.N., Emelyanova A.A. Yield formation and grain quality of new varieties of soft winter wheat depending on the application of microelement fertilizers in the conditions of the Kursk region 950

Капитонова Е.В., Курдакова О.В., Гаврилова А.Ю. Агроэкологичекая оценка разных сортов клевера лугового в условиях Смоленской области
Kapitonova E.V., Kurdakova O.V., Gavrilova A.Yu. Agro-ecological assessment of different varieties of meadow clover in the conditions of the Smolensk region 955

Зайнуллин В.Г., Пожирицкая А.Н., Кожевников С.Ю., Дурягина В.М., Коковкина С.В., Юдин А.А. Пролонгирующий эффект влияния предпосевной обработки электромагнитным излучением семенного картофеля селекционных сортов с доступом для северных регионов России
Zainullin V.G., Pozhiritskaya A.N., Kozhevnikov S.Yu., Duryagina V.M., Kokovkina S.V., Yudin A.A. Prolonged effect of pre-sowing treatment of seed potatoes of breeding varieties with electromagnetic radiation for northern regions of Russia 959

Магомадов А.С., Оказова З.П., Титова Л.А. О возможности использования биоудобрения Триходермин-Про для сокращения критического периода вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики
Magomadov A.S., Okazova Z.P., Titova L.A. On the potential use of the biofertilizer Trichodermin-Pro to shorten the critical period of weed harmfulness in winter wheat agrocenoses in the forest-steppe zone of the Chechen Republic 965

Киселева И.В., Пуртова Л.Н. Влияние состава бобово-злаковых травосмесей на микробиологическую активность и эколого-трофические индексы агрогенных почв Приморья
Kiseleva I.V., Purtova L.N. The influence of the composition of legume–cereal grass mixtures on the microbiological activity and ecological–trophic indices of agrogenic soils of Primorye 969

Иванова И.Ю., Дементьев Д.А. Влияние способа получения посадочного материала и условий выращивания на приживаемость и развитие саженцев хмеля (*Humulus Lupulus* L.) в питомниководстве
Ivanova I.Yu., Dementyev D.A. The influence of the method of obtaining planting material and growing conditions on the survival and development of hop seedlings (Humulus Lupulus L.) in pediculture 974

Алексеева В.И., Неустроев А.Н., Матвеева А.Н., Бурцева А.Д. Изучение образцов костреца безостого из Северного Казахстана в условиях Центральной Якутии
Alekseeva V.I., Neustroev A.N., Matveeva A.N., Burtseva A.D. Study of samples of awnless brome from Northern Kazakhstan under conditions of Central Yakutia 978

Балуров И.В., Базарова М.У. Качество жизни сельского населения как наблюдаемая величина: возможности муниципальной статистики (на материалах Республики Бурятия)
Balurov I.V., Bazarova M.U. Quality of life of the rural population as an observable quantity: the capacity of municipal statistics (evidence from the Republic of Buryatia) 982

Охлопкова П.П., Протопопова А.В. Оценка эффективности предпосадочной обработки картофеля в условиях Центральной Якутии
Okhlopkova P.P., Protopopova A.V. Evaluation of the efficiency of pre-planting treatment of potatoes in Central Yakutia 986

Васильев А.А., Давыдова Н.А. Отзывчивость картофеля сорта Каштак на приемы агротехники в условиях Челябинской области
Vasiliev A.A., Davydova N.A. Responsibility of Kashtak potato variety to agricultural techniques in the Chelyabinsk region 989

Огородников С.С. Нереляционные базы данных почвенных свойств для цифрового почвоведения и сельского хозяйства
Ogorodnikov S.S. Non-relational soil property databases for digital soil science and agriculture 994

Бакулова И.В., Прахова Т.Я., Махмудов Г.И. Формирование продуктивности и оценка адаптивных свойств конопли посевной
Bakulova I.V., Prakhova T.Ya., Makhmudov G.I. Formation of productivity and evaluation of adaptive properties of hem 1002

АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ
AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Васильченко М.Я., Воронов А.С., Дерунова Д.В. Концептуальные основы формирования системы факторов пространственно-отраслевого развития агропромышленного комплекса
Vasilchenko M.Ya., Voronov A.S., Derunova D.V. Conceptual foundations for forming a system of factors in the spatial and sectoral development of the agro-industrial complex 1006

Дука К.Э., Епанчинцев В.Ю. Методический подход к оценке экономической эффективности использования энергоресурсов в животноводстве региона
Duka K.E., Epanchintsev V.Yu. Methodological approach to assessing the economic efficiency of energy resource use in the regional livestock sector 1011

Петрушина О.В., Волкова А.В., Спицына А.О., Ткачева Н.И., Быканова Н.А. Влияние экономических рисков на снижение эффективности в аграрном бизнесе
Petrushina O.V., Volkova A.V., Spitsyna A.O., Tkacheva N.I., Bykanova N.A. The impact of economic risks on efficiency reduction in the agricultural business 1016

Оборин М.С., Новикова Н.В., Страхов И.А. Цифровизация сельского хозяйства России: расхождение между ростом затрат и снижением доли пользователей технологий искусственного интеллекта
Oborin M.S., Novikova N.V., Strakhov I.A. Digitalization of Russian Federation agriculture: the divergence between growing expenditure and the declining share of users of artificial intelligence technologies 1021

Медведев С.О. Развитие внутренних рынков продукции лесного комплекса для нужд АПК
Medvedev S.O. Development of domestic markets for forestry products for the needs of the Agro-Industrial Complex 1028

Решетникова Н.В. Теоретико-методологические подходы к пространственному анализу развития малого агробизнеса
Reshetnikova N.V. Theoretical and methodological approaches to spatial analysis of small agribusiness development 1033

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

Кузнецова Э.А., Кузнецова В.П. Оценка неблагоприятных эколого-географических процессов карбонового полигона «Кучак»
Kuznetsova E.A., Kuznetsova V.P. Assessment of adverse geo-environmental processes at the «Kuchak» carbon polygon 1037

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

Иванова С.В., Леонов Н.Д. Зарубежные модели формирования рынка биотоплива и потенциал России
Ivanova S.V., Leonov N.D. Foreign models of biofuel market formation and the potential of Russia 1041

Прохорова Н.В., Гамидов А.Г., Маслов В.В., Матчинова Н.В., Жирная О.В. Международная торговля персиками и нектаринами: объемы, страны, тенденции
Prokhorova N.V., Gamidov A.G., Maslov V.V., Matchinova N.V., Zhirnaya O.V. International trade in peaches and nectarines: volumes, countries, trends 1046

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

1. **ВОЛКОВ С.Н.,** председатель редакционного совета, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, акад. 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

2. **Вершинин В.В.,** д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow

3. **Гордеев А.В.,** акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow

4. **Долгушкин Н.К.,** вице-президент РАН, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Dolgushkin Nikolai, Vice-President of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow

5. **Белобров В.П.,** д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.
Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow

6. **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

7. **Завалин А.А.,** акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.
Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow

8. **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

9. **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

10. **Коробейников М.А.,** вице-президент ВЭО России, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Korobeynikov Mikhail, Vice-President of the VEO of Russia, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow

11. **Никитин С.Н.,** зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», д-р с.-х. наук, проф**.** Россия, Ульяновск.
Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk

12. **Романенко Г.А.,** член президиума РАН, акад. 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

13. **Петриков А.В.,** акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow

14. **Ушачев И.Г.,** акад. 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

15. **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

16. **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

17. **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

18. **Узун В.Я.,** д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Ekon. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow

19. **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

20. **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

21. **Хлыстун В.Н.,** акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow

22. **Закшевский В.Г.,** акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh

23. **Чекмарев П.А.,** акад. 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

24. **Цыпкин Ю.А.,** чл.-кор. РАН**,** д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.
Tsypkin Yuri, corresponding member cor. RAS, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow

25. **Гусаков В.Г.,** Председатель Президиума НАН Беларуси, акад. БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.
Gusakov Vladimir, Chairman of the Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk

26. **Ревишвили Т.О.,** акад. 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

27. **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

28. **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

29. **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

30. **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

31. **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

Научная статья
УДК 332.36
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_904

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ МЕТОДОМ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.В. Симаков, Т.В. Симакова, Е.П. Евтушкова,
А.А. Ямова, Т.А. Юрина, Е.Ю. Конушина

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Определение микрорельефа местности играет важную роль в современной геодезии и сельском хозяйстве, особенно в рамках концепции точного земледелия. Форма поверхности поля оказывает существенное влияние на распределение поверхностных и внутрипочвенных вод, развитие эрозионных процессов, а также на пространственную изменчивость урожайности и свойств почв. Работа нацелена на определение микрорельефа сельскохозяйственных угодий методом спутниковых геодезических измерений (опытное поле Аграрного института Тюменского государственного университета) для проведения планировки рационального использования пахотного массива. В статье рассмотрен процесс определения микрорельефа местности методом спутниковых геодезических измерений, в результате чего, для обеспечения наглядной интерпретации пространственного строения микрорельефа и облегчения идентификации замкнутых депрессий на исследуемой территории, была построена трехмерная цифровая модель участка, определены контрастно-высотные участки местности (замкнутые понижения). По результатам анализа представленных материалов установлено, что рельеф исследуемого участка не относится к категории критически деградированных, однако фиксируются локальные высотные депрессии и выраженная микронеровность поверхности. Указанные морфометрические особенности оказывают негативное воздействие на агроэкологическое состояние территории, что требует своевременной реализации мероприятий по нивелированию данных неблагоприятных факторов. Для обоснования эффективного землепользования в границах исследуемого пахотного массива на основе составленных картографических материалов и целевого назначения участка предложена адаптивная система дифференцированного размещения культур с учетом микрозональных особенностей рельефа и почвенного покрова. Реализация предлагаемого подхода обеспечит оптимизацию структуры землепользования в границах исследуемого участка. Нивелирование неровностей мезорельефа будет способствовать минимизации пространственной неоднородности увлажнения, создаст благоприятные предпосылки для высокопроизводительной обработки почвы агрегатами, а также позволит увеличить продуктивность посевов благодаря гомогенизации распределения удобрений и влагозапасов. Разработанные проектные мероприятия могут быть использованы в качестве базиса для составления технической документации, регламентирующей восстановительные работы и агротехническую мелиорацию на территории опытного полигона.

Ключевые слова: микрорельеф местности, пахотные угодья, почвенный состав, метод спутниковых геодезических измерений, цифровая модель, рекогносцировка местности, сетка измерений, построение интерполяции, контрастно-высотные участки, планировка территории

Original article

DETERMINATION OF AGRICULTURAL LAND MICRO-RELIEF USING SATELLITE GEODETIC MEASUREMENTS

A.V. Simakov, T.V. Simakova, E.P. Evtushkova,
A.A. Yamova, T.A. Yurina, E.Yu. Konushina

University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. Determining the micro-relief of terrain plays a crucial role in modern geodesy and agriculture, particularly within the framework of precision farming. Field surface topography significantly influences the distribution of surface and subsurface water, erosion processes, and the spatial variability of crop yields and soil properties. This study aims to determine the micro-relief of agricultural land using satellite geodetic measurements (conducted at the experimental field of the Agrarian Institute, University of Tyumen) to plan the rational use of the arable area. The article examines the process of determining terrain micro-relief via satellite geodetic measurements; a 3D digital model of the site was generated to provide a clear visualization of the micro-relief's spatial structure and to facilitate the identification of closed depressions (areas of contrasting elevation). Analysis of the data revealed that, while the site's topography does not fall into the category of critically degraded land, localized depressions and pronounced surface micro-irregularities were observed. These morphometric features negatively impact the area's agro-ecological condition, necessitating timely measures to mitigate these adverse factors. To support effective land use within the studied arable area, and based on the generated cartographic materials and the site's intended use, an adaptive system for the differentiated placement of crops is proposed, taking into account the micro-zonal characteristics of the relief and soil cover. Implementing this approach will optimize the land-use structure within the study area. Smoothing out meso-relief irregularities will help minimize spatial moisture heterogeneity, create favorable conditions for high-performance mechanized tillage, and increase crop productivity by homogenizing the distribution of fertilizers and soil moisture reserves. The developed project measures can serve as a basis for preparing technical documentation governing restoration work and agro-technical land improvement at the experimental site.

Keywords: micro-relief of the terrain, arable land, soil composition, satellite geodetic measurement method, digital model, terrain reconnaissance, measurement grid, interpolation construction, areas with contrasting elevations, site planning

Введение. Определение микрорельефа местности играет важную роль в современной геодезии и сельском хозяйстве, особенно в рамках концепции точного земледелия. Форма поверхности поля оказывает существенное влияние на распределение поверхностных и внутрипочвенных вод, развитие эрозионных процессов, а также на пространственную изменчивость урожайности и свойств почв [1-3]. В этих условиях точное и оперативное получение высотных характеристик территории становится необходимым элементом для эффективного планирования сельскохозяйственных работ, проектирования мелиоративных мероприятий и оценки агрономического состояния земель [4]. Для проектирования элементов внутрихозяйственного землеустройства и мелиоративных мероприятий требуются высокоточные данные

© Симаков А.В., Симакова Т.В., Евтушкова Е.П., Ямова А.А., Юрина Т.А., Конушина Е.Ю., 2026

о микрорельефе местности. Однако расположение земель сельскохозяйственного использования делает невозможным применение методов аэрофотосъемки и БПЛА, а точность открытых цифровых моделей рельефа недостаточна для землеустроительных работ. В этих условиях наиболее эффективным решением является метод спутниковых геодезических измерений в режиме кинематики — он позволяет создавать достоверные цифровые модели микрорельефа для нужд землеустройства и кадастра [5-10].

По мнению авторов В.В. Докучаева, А.А. Роде, Т.А. Хлебниковой и др., определение микрорельефа должно быть комплексным, включающим природные и антропогенные структурные линии, выполняться на детальном уровне и быть жестко привязанным к оценке почвенно-агрохимических свойств, поскольку именно эта связь является основой для управления урожайностью [13].

Авторы Чекалина С.И., Mallappa Madolli, P.S. Kanannavar, Carmelina Costanzo и др. выступают за сбалансированное применение ДЗЗ (дистанционное зондирование Земли) и наземной геодезии с учетом масштаба задачи, требуемой точности, экономической эффективности и правовых ограничений, при этом наземные измерения сохраняют критическую роль как эталонная основа для калибровки и верификации дистанционных данных [11, 12].

Работа нацелена на определение микрорельефа сельскохозяйственных угодий методом спутниковых геодезических измерений (опытное поле Аграрного института ТюмГУ) для проведения планировки рационального использования пахотного массива.

Методы и материалы. Применение БПЛА и воздушного лазерного сканирования для съемки рельефа невозможно на территориях, попадающих в приаэродромные зоны (согласно ст. 47 ВК РФ). Использование спутниковых снимков (ДЗЗ) не обеспечивает требуемой вертикальной точности для точного земледелия, а традиционная тахеометрическая съемка или нивелирование трудоемки и экономически неэффективны на больших площадях.

В сложившихся условиях метод спутниковых геодезических измерений (ГНСС) в режиме кинематики (Stop&Go) является оптимальным, так как позволяет одному оператору выполнять работы с сантиметровой точностью.

Инструментарий исследования базировался на комплексном подходе, он включает следующие этапы (рис. 1).

Предложенная методика сочетает нормативные требования к точности топосъемки с практической эффективностью, позволяя создавать цифровые модели рельефа (ЦМР) с детальностью, достаточной для проектирования систем точного земледелия в условиях правовых ограничений на использование воздушного пространства [14,15].

Результаты и обсуждения. Определение границ земельных участков сельскохозяйственного назначения и съемка ситуации и рельефа проведены на учебно-опытном поле Аграрного института ТюмГУ, находящемся в западной части города Тюмени Тюменской области вблизи микрорайона Утешево.

Условия проведения ГНСС-съемки определяются равнинным типом рельефа исследуемой территории, которая представляет собой возвышенность с высотной отметкой 112 м. Отсутствие крутых склонов и локальных экранирующих объектов делает данную местность оптимальной для спутникового позиционирования. Размеры полигона охватывают площадь в 71,8 га, что отражено на рисунке 2.

Базой для выполнения научно-исследовательских задач служит учебно-опытное поле, закрепленное за коллективом ученых Аграрного института ТюмГУ. Данная площадка используется в качестве экспериментального полигона при оценке реакции сортовых культур на совокупность абиотических и биотических воздействий. Программой работ, проводимых на объекте, охвачен широкий спектр направлений: от селекции до апробации новых генотипов сельскохозяйственных растений в полевых условиях.

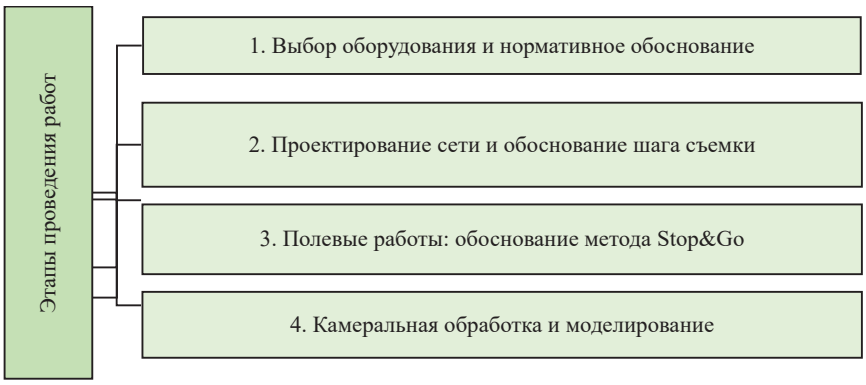


Рисунок 1. **Методика определения микрорельефа сельскохозяйственных угодий методом спутниковых геодезических измерений (ГНСС)**
Figure 1. **Methodology for determining the micro-relief of agricultural land using satellite geodetic measurements (GNSS)**

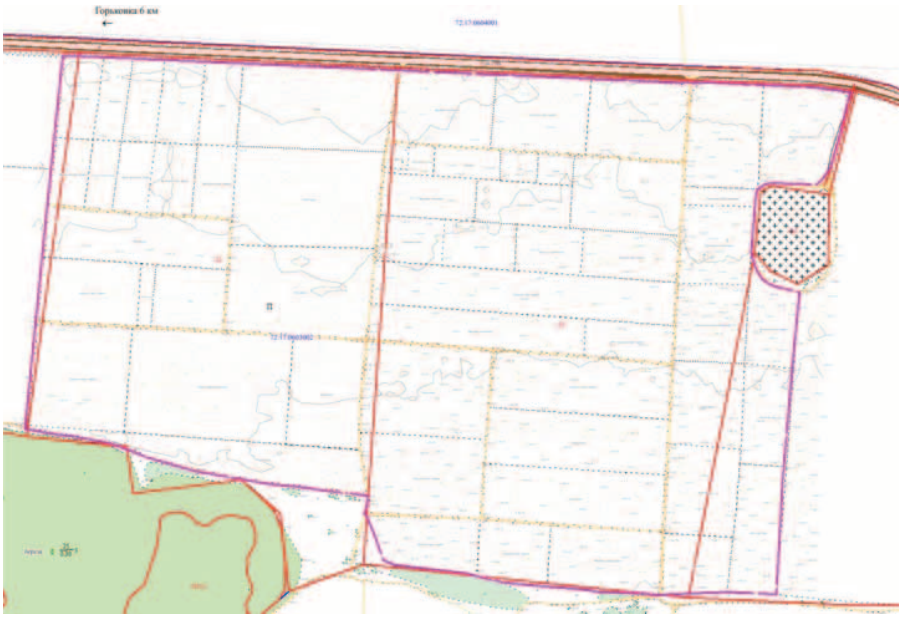


Рисунок 2. **Топографическая карта учебно-опытного поля Аграрного института ТюмГУ**
Figure 2. **Topographic map of the experimental training field of the Agrarian Institute, University of Tyumen**

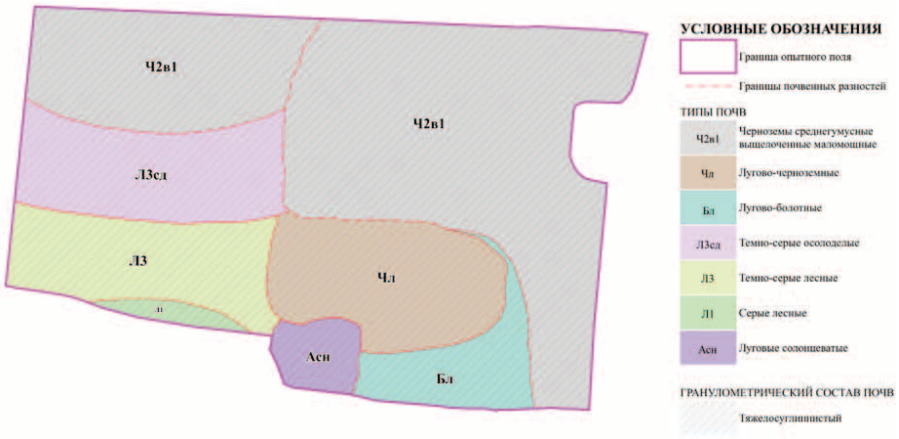


Рисунок 3. **Почвенная карта учебно-опытного поля**
Figure 3. **Soil map of the educational and experimental field**

Неоднородный характер почвообразования на территории опытного поля объясняется совокупностью региональных природно-климатических параметров, свойственных окрестностям Тюмени и Тюменскому району в целом. Данные факторы обусловливают пестроту почвенного профиля в пределах исследуемого участка (рис. 3).

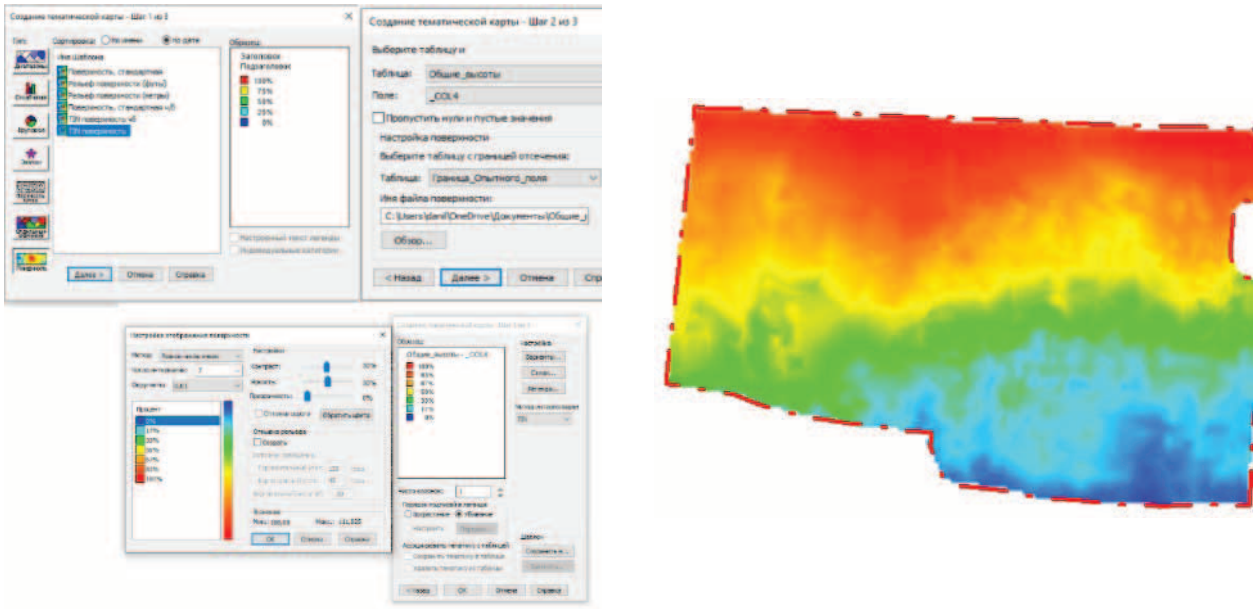
Почвенный спектр участка Аграрного института ТюмГУ представлен преимущественно среднегумусными черноземами выщелоченного типа малой мощности, занимающими 53% общей площади. С крайне незначительной долей участия (1%) встречаются серые лесные почвы. Подобное соотношение почвенной разности считается эталонным для условий лесостепи и создает благоприятные предпосылки для сельскохозяйственного использования территории.

Подготовительный этап открывает весь комплекс работ. Его отправной точкой служит техническое задание, на основе которого проводится систематизация и изучение первичных данных по объекту — учебно-опытному полю Аграрного института ТюмГУ. В ходе этого этапа уточняются географическое положение участка, его размеры и выполняется предварительная оценка временных затрат. Затем исполнителем инициируется рекогносцировочное обследование местности. Кроме того, разрабатывается рабочий проект: в рамках настоящего исследования данная стадия предусматривала формирование нового проектного решения и построение на местности координатной сетки с шагом 10×10 м. Качество и оперативность последующих измерений напрямую зависят от полноты сведений, собранных на этом подготовительном этапе.

В течение полевого этапа ведется регистрация спутниковых данных непосредственно на участке. Известны два формата съемки: статика (для опорных геодезических построений) и кинематика (для топографической съемки рельефа и контуров); в данном исследовании предпочтение отдано второму варианту.

После сборки комплекта и юстировки относительно базовой станции начинается трассовая съемка объекта. ГНСС-измерения проводятся по технологии Stop&Go или в реальном масштабе времени (RTK). Микрорельеф фиксировался кинематическим методом с остановкой на точках и использованием дифференциальных поправок от постоянно действующих базовых сетей. Суть Stop&Go сводится к поочередному позиционированию ровера на характерных элементах местности с выдержкой не менее 5 секунд на каждой позиции; оператор отслеживает количество видимых спутников, периодически сверяет данные на контрольных реперах и контролирует показания регистратора. Отчет координат велся в системе МСК-72, поправки поступали от соответствующей станции.

Третий, камеральный, этап — ключевой в преобразовании точечного облака в конечные материалы (координатные ведомости, карты, планы). Данные импортируются с приемника в программную среду, где вычисляются приращения (DX, DY, DZ) и выполняется трансформация в рабочую координатную систему. Затем формируется цифровая модель рельефа и/или топоплан — импорт скорректированных координат в ГИС (MapInfo) сопровождается отрисовкой ситуации, построением ЦМР по высотным точкам и горизонталей.



а) настройки тематической карты

б) интерполированная поверхность

Рисунок 4. **Построение интерполяции методом TIN**
Figure 4. **Constructing an interpolation using the TIN method**

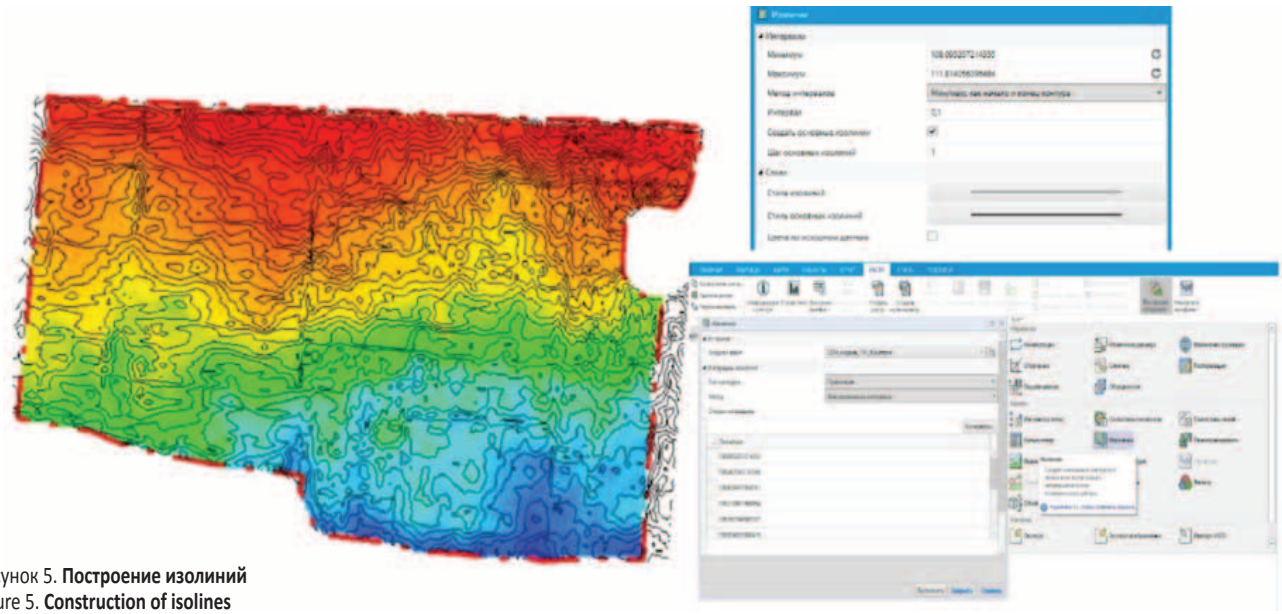


Рисунок 5. **Построение изолиний**
Figure 5. **Construction of isolines**

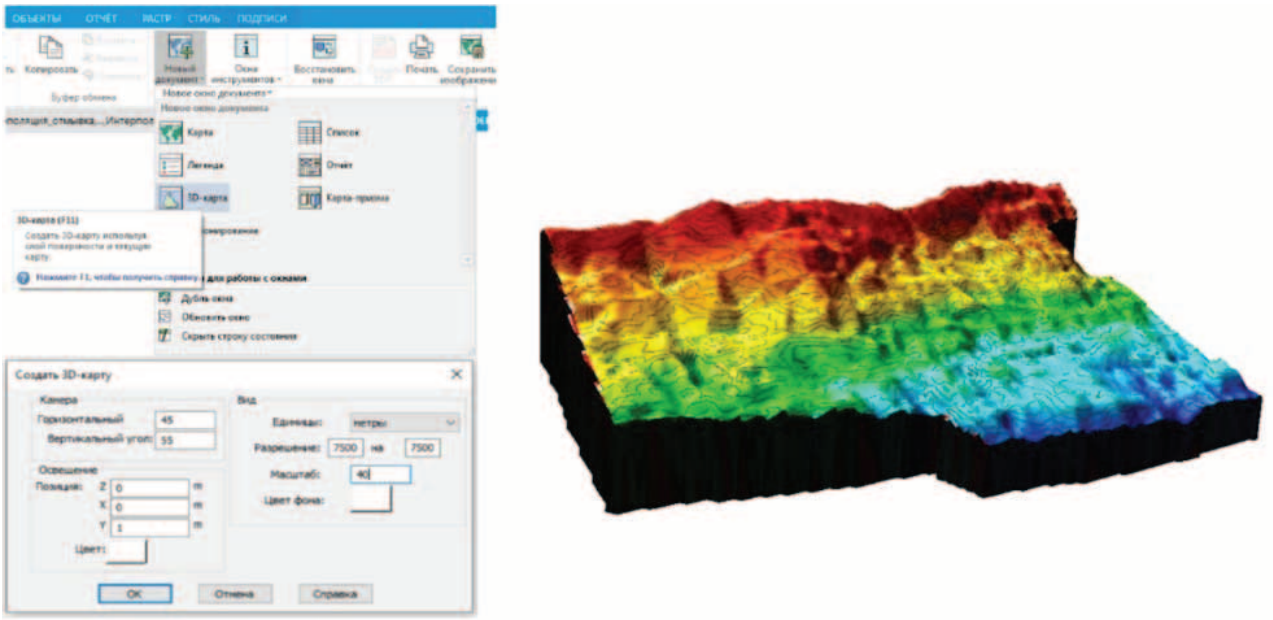


Рисунок 6. **3D-модель микрорельефа**
Figure 6. **3D model of the micro-relief**

Ключевое значение в обработке полевых GNSS-измерений имеет камеральный этап, цель которого — повысить точность позиционирования и компенсировать полевые погрешности. Для этого использовался пакет Trimble Business Center, в который загружались исходные файлы.

Процедура обработки включает: импорт и визуальный контроль наблюдений (продолжительность сессий, число эпох, спутниковый состав, целостность записей); разрешение фазовых неоднозначностей (совместная обработка кода и фазы, оценка стартовых условий); определение координат по МНК с обработкой базовых векторов.

Непрерывная поверхность рельефа строилась в MapInfo 17 через триангуляцию Делоне (TIN). Метод позволяет перейти от разреженных высотных точек, полученных спутниковым методом, к связной поверхности, адекватно передающей микроформы пашни без избыточной фильтрации. Интерполяция по треугольным граням сохраняет достоверность уклонов и направлений стока поверхностных вод (рис. 4).

По завершении интерполяционных построений визуализированная поверхность исследуемого участка позволяет выявить зоны, требующие последующей корректировки. При обнаружении изломанных конфигураций линий пересечения, что особенно характерно для материалов с разреженной сеткой опорных точек, целесообразно задействовать алгоритмы сглаживания. Для повышения репрезентативности итоговой модели рекомендуется дополнительное построение изолинейных линий (горизонталей) (рис. 5).

Для обеспечения наглядной интерпретации пространственного строения микрорельефа и облегчения идентификации замкнутых депрессий на исследуемой территории была построена трехмерная цифровая модель участка (рис. 6).

С целью улучшения наглядности восприятия пространственных характеристик исследуемого участка в качестве фоновой основы использованы снимки Д33 и ортофотопланы, обеспечивающие более полную и контрастную визуализацию объектов местности (рис. 7).

Ввиду объемного характера реальной среды трехмерное картографирование обеспечивает наиболее реалистичную визуализацию и упрощает идентификацию пространственных объектов. Поиск замкнутых понижений («блюдец») выполняется путем последовательной активации слоев изолиний и интерполяции с последующим изучением 3D-модели на предмет резких высотных перепадов. На рисунке 8 данные аномалии выделены красным, а остальная территория — зеленым.

В пределах идентифицированных зон будет формироваться поверхностный сток, что оказывает неблагоприятное воздействие на агроценозы. Негативное влияние стока на пахотных угодьях проявляется в следующем: инициируются водно-эрозионные процессы, ухудшаются агрофизические свойства почвенного профиля, формируются эрозионные формы рельефа (борозды, промоины, овраги), а также развиваются явления переувлажнения и заболачивания. Бесконтрольный смыв поверхностных вод запускает деградационные изменения земельных ресурсов: утрата гумусового горизонта и деградация почвенных свойств способны снизить урожайность на десятки процентов, а трансформация рельефа влечет за собой существенные экономические издержки.

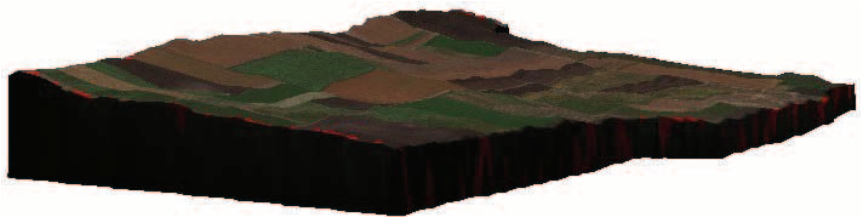


Рисунок 7. **3D-модель с подложкой спутниковых снимков**
Figure 7. **3D model with satellite imagery overlay**



Рисунок 8. **Контрастно-высотные участки**
Figure 8. **Areas of high relief contrast**

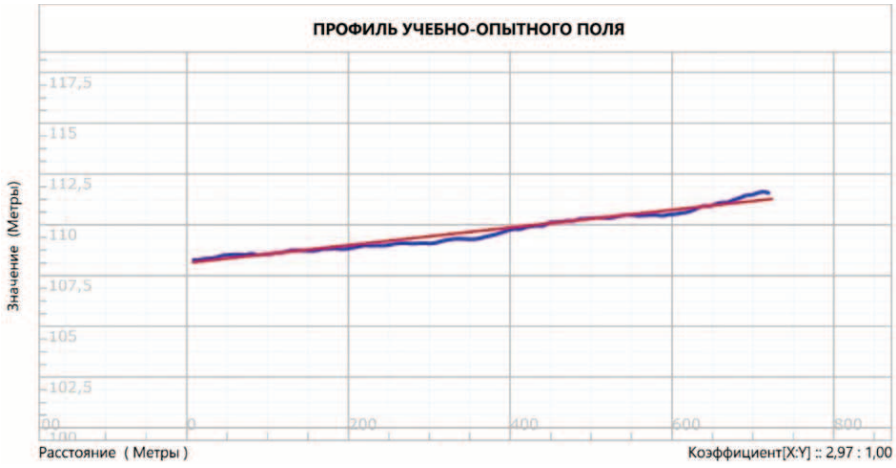


Рисунок 9. **Планировка учебно-опытного поля**
Figure 9. **Layout of the educational and experimental field**

Под профилем понимается вертикальное сечение земной поверхности вдоль выбранного направления. Такие построения востребованы при решении широкого круга инженерных задач — от разработки предпроектной документации для линейных сооружений и составления геологических разрезов до оценки взаимной видимости между точками и детального морфометрического описания местности по маршруту. На рисунке 9 представлен профиль исследуемого объекта, синей линией показана действующая ситуация, красной линией — проектное предложение по планировке.

По результатам анализа представленных материалов установлено, что рельеф исследуемого участка не относится к категории критически деградированных, однако фиксируются локальные высотные депрессии и выраженная микронеровность поверхности. Указанные морфометрические особенности оказывают негативное воздействие на агроэкологическое состояние территории, что требует своевременной реализации мероприятий по нивелированию данных неблагоприятных факторов.

Поскольку на рассматриваемой территории систематически выполняются научно-исследовательские работы, обоснованным представляется проведение планировочных мероприятий по оптимизации пространственной структуры поля. Данное решение направлено на улучшение условий возделывания сельскохозяйственных культур — создание благоприятного агрофона для процессов роста и развития растений. Кроме того, рациональная перепланировка участка обеспечивает более высокую достоверность экспериментальных данных, что существенно повышает практическую значимость получаемых результатов для аграрного производства.

Заключение. Для обоснования эффективного землепользования в границах исследуемого пахотного массива на основе составленных картографических материалов и целевого назначения участка предложена адаптивная система дифференцированного размещения культур с учетом микрозональных особенностей рельефа и почвенного покрова.

1. Северо-восточный сектор, характеризующийся максимальными гипсометрическими отметками, рекомендуется отводить под засухоустойчивые сорта, поскольку здесь распространены черноземы выщелоченные маломощные (Ч2в1), пригодные для большинства возделываемых на данном поле культур.

2. Юго-восточная часть, приуроченная к наиболее низким высотным уровням, целесообразна для влаголюбивых форм, толерантных к переувлажнению и засоленным субстратам, так как почвенный спектр здесь представлен лугово-болотными (Бл), луговыми солонцеватыми (Асн) и лугово-черноземными разностями (Чл).

3. Юго-западный участок признан наименее перспективным для растениеводства по совокупности лимитирующих факторов: здесь фиксируются процессы вторичного засоления, сокращенная мощность плодородного горизонта, периодическое подтопление вследствие пониженного рельефа, а также значительное затенение от прилегающей лесополосы, ограничивающей инсоляцию.

4. Северо-западная зона, напротив, является наиболее благоприятным местом для возделывания агрокультур: здесь залегают черноземы выщелоченные маломощные (Ч2в1), хорошо адаптированные к сибирским агроклиматическим условиям, а средневысотное положение обеспечивает оптимальный водо- и световой режим без риска затопления и аккумуляции солей.

Дополнительно, на основе анализа микрорельефа (по данным цифровой модели высот и геодезической съемки) обосновано проведение планировочных работ по выравниванию поверхности с перераспределением плодородного слоя в границах массива. Мероприятие направлено на нивелирование неровностей, нормализацию водного режима, сокращение эрозионных потерь и повышение продуктивности. Поскольку планировка ограничена внутренним перемещением почвенных масс и корректировкой микрорельефа в пределах существующих контуров, конфигурация, площади и функциональное назначение участков не изменяются. По итогам исследования определены ключевые параметры: общая площадь — 71,8 га; перепад высот микрорельефа — 3,75 м; площадь замкнутых понижений («блюдец») — 5593 м^2; площадь контрастных повышений — 6614 м^2. Предлагается выборочная схема планировки по принципу «срезка-подсыпка» с применением коэффициента разрыхления в интервале 1,1-1,3.

Реализация предлагаемого подхода обеспечит оптимизацию структуры землепользования в границах исследуемого участка. Нивелирование неровностей мезорельефа будет способствовать минимизации пространственной неоднородности увлажнения, создаст благоприятные предпосылки для высокопроизводительной обработки почвы агрегатами, а также позволит увеличить продуктивность посевов благодаря гомогенизации распределения удобрений и влагозапасов. Разработанные проектные мероприятия могут быть использованы в качестве базиса для составления технической документации, регламентирующей восстановительные работы и агротехническую мелиорацию на территории опытного полигона.

Список источников

1. Леднев Д.Н., Симаков А.В. Методические основы разработки цифровой векторной карты с применением ГИС-технологий // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 27 февраля 2023 г. Часть 5. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 209-215. EDN WMGYPU

2. Евтушкова Е.П. Темпы роста отрасли сельского хозяйства Уральского федерального округа // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 4(400). С. 417-424. doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_417. EDN XAQOVC

3. Тельманов А.С., Симакова Т.В., Симаков А.В. Определение координат характерных точек границ земельного участка методом спутниковых геодезических измерений (определений) // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14-18 марта 2022 г. Часть 2. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 776-785. EDN YELZFL

4. Тельманов А.С. Анализ методов определения границ земельных участков // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17-19 марта 2021 г. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. С. 499-504. EDN NADQQF

5. Тельманов А.С., Симакова Т.В., Симаков А.В. Применение картометрического метода при определении координат характерных точек земельных участков, отнесенным к различным категориям земель // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 12 октября 2021 г. Часть 1. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. С. 635-643. EDN YZVQFG

6. Волков С.Н. Основные направления использования земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации на перспективу: научно-практическое пособие. М.: ФГБОУ ВО ГУЗ, 2018. 344 с.

7. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении / отв. ред. Р.В. Ковалев; АН СССР, Сибирское отделение, Институт почвоведения и агрохимии. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1971. 92 с.

8. Сайдалина К.К., Добротворская Н.И. Экологические проблемы земель сельскохозяйственного назначения // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2021. № 3. С. 86-89. doi: 10.33764/2687-041X-2021-3-86-89

9. Пермякова Л.В., Юрлова А.А. Оценка пригодности земель сельскохозяйственного назначения Голышмановского ГО Тюменской области // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сборник трудов LVII Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 30 ноября 2022 г. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 499-511. EDN STRJXA

10. Simakova, T.V., Simakov, A.V. (2021). Monitoring of the condition and use of land in settlements (on the example of the city of Tchaikovsky, Perm Krai). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, June 20-21, 2021*. Ussurijsk, p. 042039. doi: 10.1088/1755-1315/937/4/042039. EDN PJLZCW

11. Волков С.Н., Вершинин В.В., Черкашина Е.В., Черкашин К.И. Обоснование видов разрешенного использования земель сельскохозяйственного назначения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2014. № 6. С. 3-9. EDN SXVXTZ

12. Симаков А.В., Симакова Т.В., Евтушкова Е.П. и др. ГИС-технологии в землеустройстве и кадастре / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. 254 с.

13. Хлебникова Т.А., Горобцов С.Р. Моделирование и пространственный анализ в ГИС. Цифровое моделирование рельефа в ГИС «Панорама»: учебно-методическое пособие / Сибирский государственный университет геосистем и технологий. Новосибирск: СГУГиТ, 2018. 68 с. ISBN 978-5-907052-17-8

14. Чекалин С.И. Геодезия в маркшейдерском деле: учебное пособие для вузов. Москва: Академический проект, 2020. 543 с. ISBN 978-5-8291-2973-6

15. Шпедт А.А., Никитина В.И. Агрохимические свойства чернозема и продуктивность зерновых культур в условиях микрорельефа. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2008. С. 36-37.

References

1. Lednev, D.N., Simakov, A.V. (2023). Metodicheskie osnovy razrabotki tsifrovoi vektornoi karty s primeneniem GIS-tekhnologii [Methodological foundations for developing a digital vector map using GIS technologies]. *Dostizheniya molodezhnoi nauki dlya agropromyshlennogo kompleksa: sbornik trudov LVII nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tyumen', 27 fevralya 2023 g. Chast' 5* [Achievements of youth science for the agro-industrial complex: proceedings of the 57th scientific and practical conference of students, postgraduate students, and young scientists, Tyumen, February 27, 2023, part 5]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, pp. 209-215. EDN WMGYPU

2. Evtushkova, E.P. (2024). Tempy rosta otrasli sel'skogo khozyaistva Ural'skogo federal'nogo okruga [Growth rates of the agricultural sector of the Ural Federal District]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4(400), pp. 417-424. doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_417. EDN XAQOVC

3. Tel'manov, A.S., Simakova, T.V., Simakov, A.V. (2022). Opredelenie koordinat kharakternykh tochek granits zemel'nogo uchastka metodom sputnikovykh geodezicheskikh izmerenii (opredelenii) [Determination of coordinates of characteristic land parcel boundary points using satellite geodetic measurement methods]. *Dostizheniya molodezhnoi nauki dlya agropromyshlennogo kompleksa: sbornik materialov LVI nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tyumen', 14-18 marta 2022 g. Chast' 2* [Achievements of youth science for the agro-industrial complex: proceedings of the 56th scientific and practical conference of students, postgraduate students, and young scientists, Tyumen, March 14-18, 2022, part 2]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, pp. 776-785. EDN YELZFL

4. Tel'manov, A.S. (2021). Analiz metodov opredeleniya granits zemel'nykh uchastkov [Analysis of methods for determining land parcel boundaries Current Issues in Science and Agriculture]. *Aktual'nye voprosy nauki i khozyaistva: novye vyzovy i resheniya: sbornik materialov LV Studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Tyumen', 17-19 marta 2021 g.* [New challenges and solutions proceedings of the 55th Student scientific and practical conference, Tyumen, March 17-19, 2021]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, pp. 499-504. EDN NADQQF

5. Tel'manov, A.S., Simakova, T.V., Simakov, A.V. (2021). Primenenie kartometricheskogo metoda pri opredelenii koordinat kharakternykh tochek zemel'nykh uchastkov, otnesennym k razlichnym kategoriyam zemel' [Application of the cartometric method to determine coordinates of characteristic points of land parcels belonging to different land categories]. *Sbornik trudov LVI Studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Uspekhi molodezhnoi nauki v agropromyshlennom komplekse», Tyumen', 12 oktyabrya 2021 g. Chast' 1* [Proceedings of the 56th Student scientific and practical conference "Achievements of Youth Science in the Agro-Industrial Complex", Tyumen, October 12, 2021, part 1]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, pp. 635-643. EDN YZVQFG

6. Volkov, S.N. (2018). *Osnovnye napravleniya ispol'zovaniya zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya v Rossiiskoi Federatsii na perspektivu: nauchno-prakticheskoe posobie* [Main directions of agricultural land use in the Russian Federation for the future: scientific and practical manual]. Moscow, State University of Land Use Planning, 344 p.

7. Rode, A.A. (1971). *Sistema metodov issledovaniya v pochvovedenii* [System of research methods in soil science]. Novosibirsk, Nauka, Sibirskoe otdelenie Publ., 92 p.

8. Saidalina, K.K., Dobrotvorskaya, N.I. (2021). Ehkologicheskie problemy zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Ecological problems of agricultural lands]. *Regulirovanie zemel'no-imushchestvennykh otnoshenii v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe obespechenie, otsenka nedvizhimosti, ehkologiya, tekhnologicheskie resheniya* [Regulation of land and property relations in Russia: legal and geospatial support, real estate valuation, ecology, technological solutions], no. 3, pp. 86-89. doi: 10.33764/2687-041X-2021-3-86-89

9. Permyakova, L.V., Yurlova, A.A. (2022). Otsenka prigodnosti zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Golyshmanovskogo GO Tyumenskoi oblasti [Assessment of the suitability of agricultural lands of the Golyshmanovsky GO of the Tyumen region]. *Uspekhi molodezhnoi nauki v agropromyshlennom komplekse: sbornik trudov LVII Studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Tyumen', 30 noyabrya 2022 g.* [Achievements of youth science in the agro-industrial complex: collection of works of the LVII Student scientific and practical conference, Tyumen, November 30, 2022]. Tyumen, State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, pp. 499-511. EDN STRJXA

10. Simakova, T.V., Simakov, A.V. (2021). Monitoring of the condition and use of land in settlements (on the example of the city of Tchaikovsky, Perm Krai). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, June 20-21, 2021*. Ussurijsk, p. 042039. doi: 10.1088/1755-1315/937/4/042039. EDN PJLZCW

11. Volkov, S.N., Vershinin, V.V., Cherkashina, E.V., Cherkashin, K.I. (2014). Obosnovanie vidov razreshennogo ispol'zovaniya zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Justification of the types of permitted use of agricultural land]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 3-9. EDN SXVXTZ

12. Simakov, A.V., Simakova, T.V., Evtushkova, E.P. i dr. (2022). *GIS-tekhnologii v zemleustroistve i kadastre* [GIS technologies in land management and cadaster]. Tyumen, Tyumen State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 254 p.

13. Khlebnikova, T.A., Gorobtsov, S.R. (2018). *Modelirovanie i prostranstvennyi analiz v GIS. Tsifrovoe modelirovanie rel'efa v GIS «Panorama»: uchebno-metodicheskoe posobie* [Modeling and spatial analysis in GIS digital terrain modeling in the "Panorama" GIS: teaching aid]. Novosibirsk, Siberian State University of Geosystems and Technologies, 68 p. ISBN 978-5-907052-17-8

14. Chekalin, S.I. (2020). *Geodeziya v marksheiderskom dele: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Geodesy in mine surveying: university textbook]. Moscow, Akademicheskii proekt Publ., 543 p. ISBN 978-5-8291-2973-6

15. Shpedt, A.A., Nikitina, V.I. (2008). *Agrokhimicheskie svoistva chernozema i produktivnost' zernovykh kul'tur v usloviyakh mikrorel'efa* [Agrochemical properties of chernozem and grain crop productivity under micro-relief conditions]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University, pp. 36-37.

Информация об авторах:

Симаков Антон Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5974-7449, a.v.simakov@utmn.ru
Симакова Тамара Владиславовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8700-4674, simakova.tamara@mail.ru
Евтушкова Елена Павловна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой землеустройства и кадастров,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7352-0248, e.p.evtushkova@utmn.ru
Ямова Анна Анатольевна, старший преподаватель кафедры землеустройства и кадастров,
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2788-3467, a.a.iamova@utmn.ru
Юрина Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров,
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3412-8864, t.a.iurina@utmn.ru
Конушина Елена Юрьевна, старший преподаватель кафедры землеустройства и кадастров,
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-7511-826X, e.i.konushina@utmn.ru

Information about the authors:

Anton V. Simakov, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of land management and cadastre,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5974-7449, a.v.simakov@utmn.ru
Tamara V. Simakova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of land management and cadastre,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8700-4674, simakova.tamara@mail.ru
Elena P. Evtushkova, candidate of agricultural sciences, head of the department of land management and cadastre,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7352-0248, e.p.evtushkova@utmn.ru
Anna A. Yamova, senior lecturer of the department of land management and cadastre,
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2788-3467, a.a.iamova@utmn.ru
Tatyana A. Yurina, candidate of biological sciences, associate professor of the department of land management and cadastre,
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3412-8864, t.a.iurina@utmn.ru
Elena Yu. Konushina, senior lecturer of the department of land management and cadastre,
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-7511-826X, e.i.konushina@utmn.ru

✉ **simakova.tamara@mail.ru**

Научная статья
УДК 332.3:631.11
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_910

ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

К.А. Щербаков
Московский университет «Синергия», Москва, Россия

Аннотация. В статье обоснована необходимость формирования землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования в системе муниципального территориального программирования. Отмечено, что существующие подходы к оценке рациональности и разработке программ развития агропромышленного комплекса нередко реализуются раздельно, что ограничивает эффективность пространственного регулирования структуры угодий. Методологической основой исследования послужили системный и пространственно-структурный подходы, положения ландшафтной организации территории и агроэкологической типизации земель. Разработана модель землеустроительного механизма, включающая диагностический, проектно-территориальный, программно-организационный и мониторингово-адаптивный этапы. Предложен алгоритм формирования муниципальной программы повышения рациональности, предусматривающий последовательный переход от выявления пространственных диспропорций к институциональному закреплению мероприятий и их мониторинговому сопровождению. Обоснована роль муниципального уровня как базового контура пространственного регулирования сельскохозяйственных угодий. Полученные результаты формируют теоретико-методическую основу разработки территориальных программ рационального землепользования и могут быть использованы при совершенствовании муниципального управления земельными ресурсами.

Ключевые слова: рациональное землепользование, сельскохозяйственные угодья, муниципальное управление, пространственная организация территории, мониторинг земель

Original article

LAND MANAGEMENT MECHANISM FOR IMPROVING THE RATIONALITY OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE SYSTEM OF TERRITORIAL PROGRAMMING

K.A. Shcherbakov
Moscow University «Synergy», Moscow, Russia

Abstract. The article substantiates the need to develop a land management mechanism for improving the rationality of agricultural land use within the system of municipal territorial programming. It is noted that existing approaches to assessing rational land use and developing agro-industrial development programs are often implemented separately, which reduces the effectiveness of spatial regulation of land structure. The methodological framework is based on systemic and spatial-structural approaches, as well as principles of landscape-based territorial organization and agroecological land typification. A structural model of the land management mechanism is proposed, including diagnostic, project-territorial, program-organizational, and monitoring-adaptive stages. An algorithm for developing a municipal program aimed at improving land-use rationality is formulated, ensuring the transition from identification of spatial imbalances to institutional consolidation of measures and their monitoring support. The role of the municipal level as the basic spatial framework for regulating agricultural land use is substantiated. The results provide a theoretical and methodological basis for the development of territorial programs of rational land use and may be applied in improving municipal land management.

Keywords: rational land use, agricultural land, municipal governance, spatial organization, land monitoring

Введение. Рациональное использование сельскохозяйственных земель в современных условиях рассматривается не только как экономическая задача повышения эффективности аграрного производства, но и как пространственная проблема устойчивости территориальной структуры. Интенсивность сельскохозяйственного освоения, дифференциация природных условий, изменение форм собственности и трансформация институциональной среды обусловили усложнение организации землепользования на уровне муниципальных образований. В этих условиях обеспечение рациональности требует не только оценки состояния угодий, но и формирования механизмов целенаправленного регулирования их структуры.

Исследования, посвящённые рациональному землепользованию, преимущественно сосредоточены на разработке критериев и показателей оценки эффективности использования земельных ресурсов [2], [6], включая экономические аспекты интерпретации рациональности [14].

Существенное внимание уделяется также вопросам устойчивости сельскохозяйственных угодий и цифровизации кадастровых процедур [10], [12], [15]. Вместе с тем программные инструменты муниципального развития агропромышленного комплекса нередко формируются без достаточной пространственной детализации, что снижает результативность управленческих решений [1], [4]. В ряде работ подчёркивается необходимость согласования территориального планирования и механизмов управления землепользованием [3], однако конкретная модель интеграции землеустроительных решений в систему муниципального программирования остаётся недостаточно разработанной.

Муниципальный уровень управления представляет собой базовый пространственный контур, в границах которого формируется целостная система сельскохозяйственных угодий. Именно на этом уровне возможна координация землеустроительных мероприятий, разработка программ развития агропромышленного комплекса и обеспечение мониторингового сопровождения изменений структуры землепользования. Отсутствие структурированного механизма перевода результатов оценки рациональности в программно закреплённые мероприятия приводит к разрыву между аналитической и управленческой составляющими регулирования.

В научной литературе подчёркивается значение пространственного подхода к организации территории [9], а также роль агроэкологической типизации земель в обосновании землеустроительных решений [8]. Однако данные положения редко рассматриваются в контексте муниципального территориального программирования как инструмента повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования. Зарубежные исследования в области

© Щербаков К.А., 2026

пространственного планирования и управления земельными ресурсами [16] подтверждают необходимость системной интеграции механизмов регулирования в структуру программных документов, однако специфика сельскохозяйственных угодий и институциональные особенности муниципального уровня требуют дополнительного методического обоснования.

Таким образом, возникает объективная потребность в разработке землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования, который обеспечивал бы переход от оценки состояния угодий к формированию и реализации муниципальных территориальных программ.

Цель исследования заключается в формировании модели землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования в системе муниципального территориального программирования, обеспечивающей интеграцию пространственных решений в структуру программных документов.

Задачи исследования включают: обоснование роли муниципального уровня в регулировании структуры сельскохозяйственных угодий; разработку структурной модели землеустроительного механизма; формирование алгоритма подготовки муниципальной программы повышения рациональности; определение принципов адаптивности и мониторингового сопровождения реализации мероприятий.

Материалы и методы исследования. Методологической основой исследования послужил системный подход к анализу сельскохозяйственного землепользования как пространственно-организованной социально-экономической структуры. В рамках данного подхода рациональность рассматривается не как изолированная характеристика отдельных земельных участков, а как интегральное свойство территориальной системы в границах муниципального образования. Такая интерпретация согласуется с положениями о необходимости пространственной увязки программных решений и механизмов управления земельными ресурсами [3], [16].

Исследование опирается на принципы территориального программирования в аграрной сфере, предполагающие формирование комплекса взаимосвязанных мероприятий, ориентированных на достижение целевых параметров развития территории [1], [7]. При этом особое внимание уделяется пространственной конкретизации программных решений, что позволяет избежать декларативного характера мероприятий и обеспечить их связь с реальной структурой сельскохозяйственных угодий [4], [11].

В качестве методологической базы землеустроительного проектирования использованы положения ландшафтного подхода к организации территории [9], а также принципы агроэкологической типизации земель [8], обеспечивающие учет природной неоднородности муниципальной территории. Эти положения позволяют обосновывать корректировку структуры угодий с учетом природных ограничений и производственной специализации.

Информационной основой разработки механизма выступают данные кадастрового учета и мониторинга земель. Значимость цифровых инструментов пространственного анализа и дистанционного наблюдения в обеспечении управляемости землепользования подчеркивается в современных исследованиях [12], [15]. Использование показателей эффективности муниципального землепользования [13] позволяет дополнить пространственный анализ оценкой результативности реализуемых мероприятий.

Методически формирование землеустроительного механизма осуществлялось с применением логико-модельного анализа, направленного на выявление взаимосвязей между этапами оценки, проектирования и программной реализации мероприятий. В работе использованы элементы структурно-функционального анализа, позволившие выделить ключевые этапы функционирования механизма и определить их взаимозависимость.

Муниципальное образование рассматривается как базовый уровень пространственного регулирования. Выбор данного уровня обусловлен необходимостью согласования землеустроительных решений с программными документами развития агропромышленного комплекса, формируемыми органами местного самоуправления [4], [11]. Такой подход обеспечивает интеграцию землеустроительных инструментов в систему территориального управления и позволяет рассматривать рациональность сельскохозяйственного землепользования как управляемый результат программной деятельности.

Таким образом, применённая совокупность методов — системный, пространственно-структурный, логико-модельный и программно-ориентированный анализ — позволила сформировать концептуальную модель землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования на муниципальном уровне.

Результаты и обсуждение.

1. Теоретические основания интеграции землеустройства и территориального программирования.

Рациональность сельскохозяйственного землепользования на муниципальном уровне формируется в результате взаимодействия природных, хозяйственных и институциональных факторов. Пространственная структура угодий не является неизменной: она трансформируется под влиянием рыночной конъюнктуры, технологических изменений и нормативно-правовых решений. В этой связи регулирование рациональности не может ограничиваться оценочными процедурами, а должно предполагать системное управленческое воздействие.

Исследования в области территориального планирования подчёркивают, что программные инструменты развития сельских территорий часто ориентированы на социально-экономические показатели и инвестиционные параметры [1], [4], тогда как пространственная организация сельскохозяйственных угодий остаётся в фоновом положении. При этом именно конфигурация и структура угодий во многом определяют устойчивость агроландшафта и эффективность производственной деятельности [6].

Муниципальное образование представляет собой пространственно завершённую систему, в пределах которой возможна согласованная реализация землеустроительных решений и программных мероприятий.

Анализ муниципального землепользования показывает, что дисбаланс структуры угодий — избыточная распаханность, деградация склоновых участков, фрагментация массивов — часто обусловлен отсутствием целенаправленной пространственной политики [3], [13]. При этом инструменты муниципального управления земельными ресурсами нередко реализуются без достаточной пространственной детализации и межотраслевой координации [5].

Программы развития агропромышленного комплекса в таких условиях не всегда учитывают необходимость корректировки конфигурации угодий и режима их использования [11].

Землеустроительный подход, основанный на ландшафтной организации территории [9], позволяет рассматривать муниципальную территорию как систему взаимосвязанных агроландшафтных элементов. Агроэкологическая типизация земель [8] обеспечивает возможность дифференцированного проектирования структуры угодий с учетом природных ограничений. Включение этих принципов в систему территориального программирования позволяет перейти от абстрактных целевых показателей к пространственно конкретизированным мероприятиям.

В зарубежной практике пространственного планирования вопросы интеграции управления земельными ресурсами в систему программных документов рассматриваются в контексте land governance и устойчивого развития [16]. Подчёркивается, что эффективность программ во многом определяется степенью их привязки к пространственным характеристикам территории. Однако специфика сельскохозяйственных угодий, включая их природную неоднородность и зависимость от агротехнологических факторов, требует более детальной землеустроительной проработки.

Цифровизация кадастрового учета и развитие инструментов мониторинга создают дополнительные предпосылки для интеграции землеустроительных решений в систему программирования. Использование пространственных данных и показателей динамики землепользования [12], [15] позволяет обосновывать необходимость корректировки мероприятий и обеспечивать адаптивность программных документов.

Таким образом, теоретическое обоснование интеграции землеустройства и территориального программирования основывается на признании пространственной структуры сельскохозяйственных угодий ключевым фактором устойчивости муниципальной территории. Повышение рациональности в данном контексте рассматривается как управляемый результат последовательного применения землеустроительных инструментов, закреплённых в программной форме.

2. Структура землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования.

Разработка землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования предполагает формирование целостной системы взаимосвязанных действий, направленных на корректировку пространственной структуры угодий в границах муниципального образования. В отличие от разрозненных управленческих мероприятий, механизм рассматривается как последовательный процесс, в котором результаты оценки трансформируются в программно закреплённые территориальные решения.

Исходным элементом механизма выступает диагностический этап. Он базируется на анализе структуры сельскохозяйственных угодий, выявлении пространственных диспропорций и определении проблемных зон. Используются данные кадастрового учёта и мониторинга земель [10], [12], а также показатели эффективности муниципального землепользования [13]. На этом этапе устанавливаются такие характеристики, как уровень распаханности территории, степень фрагментации земельных массивов, соответствие структуры угодий природным условиям. Пространственный анализ позволяет локализовать участки, требующие корректировки, и сформировать основу для проектных решений.

Следующий элемент механизма связан с проектно-территориальной проработкой выявленных диспропорций. Здесь реализуются принципы ландшафтной организации территории [9] и агроэкологической типизации земель [8], что обеспечивает учёт природной неоднородности муниципального образования. Корректирующие мероприятия могут включать трансформацию части пашни в кормовые угодья, консервацию деградированных участков, формирование защитных элементов агроландшафта, оптимизацию конфигурации земельных массивов. Пространственная логика решений ориентирована на восстановление сбалансированности структуры угодий, а не на формальное достижение целевых показателей.

Особенность предлагаемого механизма заключается в его интеграции в систему муниципального территориального программирования. Проектные решения не остаются на уровне землеустроительной документации, а группируются в программные блоки, включающие перечень мероприятий, сроки реализации и показатели результативности. Программная форма закрепления обеспечивает институциональную устойчивость механизма и позволяет увязать пространственные решения с ресурсным обеспечением [4], [11]. Тем самым достигается согласование землеустроительных инструментов с общей стратегией развития агропромышленного комплекса муниципального образования.

Завершающим структурным элементом механизма выступает мониторинговое сопровождение. Использование цифровых инструментов пространственного анализа и дистанционного наблюдения [12], [15] позволяет отслеживать изменения структуры угодий и оценивать динамику рациональности. При выявлении отклонений от запланированных параметров осуществляется корректировка программных мероприятий. Такая обратная связь обеспечивает адаптивность механизма и предотвращает накопление пространственных диспропорций.

Следует подчеркнуть, что все элементы механизма взаимосвязаны и функционируют в едином цикле. Диагностика без проектной корректировки не приводит к изменению структуры угодий; проектные решения без программного закрепления остаются декларативными; отсутствие мониторинга лишает механизм управляемости. Комплексность и цикличность являются ключевыми характеристиками предложенной модели.

Таким образом, структура землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования на муниципальном уровне представляет собой интегрированную систему диагностических, проектных, программных и мониторинговых действий, обеспечивающих последовательную корректировку пространственной организации угодий.

3. Алгоритм формирования муниципальной программы повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования.

Функционирование землеустроительного механизма на муниципальном уровне предполагает его институциональное оформление в виде территориальной программы повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования. Такая программа рассматривается не как формальный документ, а как инструмент системной корректировки пространственной структуры угодий.

Формирование программы не сводится к линейной последовательности действий и предполагает ряд взаимосвязанных этапов.

Первоначальным этапом является проведение комплексной землеустроительной оценки рациональности сельскохозяйственного землепользования в границах муниципального образования. Используются данные кадастрового учета и мониторинга [10], [12], показатели пространственной структуры и эффективности землепользования [13]. Результатом данного этапа становится выявление устойчивых диспропорций — чрезмерной распаханности, деградации отдельных участков, несоответствия структуры угодий природным условиям.

Следующий этап предполагает пространственную детализацию выявленных проблем. На основе агроэкологической типизации земель [8] и принципов ландшафтной организации территории [9] формируется перечень конкретных участков, требующих корректировки. Такой подход позволяет перейти от агрегированных показателей к территориально локализованным решениям.

Третий этап связан с разработкой комплекса землеустроительных мероприятий. Они могут включать изменение структуры угодий, уточнение границ землепользований, формирование защитных элементов агроландшафта, перераспределение отдельных участков в целях устранения фрагментации. В отличие от традиционных программных мероприятий, данные решения носят пространственно-конкретный характер и ориентированы на достижение сбалансированной структуры территории.

На четвертом этапе осуществляется структурирование мероприятий в программные блоки. Муниципальная программа формируется с учетом приоритетов развития агропромышленного комплекса [4], [11] и включает этапность реализации, систему индикаторов и ресурсное обеспечение. Пространственная специфика мероприятий позволяет связать целевые показатели программы с конкретными территориальными преобразованиями.

Пятый этап предполагает институциональное закрепление программы и включение её в систему муниципального управления. Землеустроительные решения отражаются в документации территориального планирования и согласуются с действующими режимами использования земель [3]. Это обеспечивает правовую определенность реализации мероприятий.

Заключительный этап связан с мониторинговым контролем и адаптивной корректировкой программы. Использование инструментов дистанционного наблюдения и пространственного анализа [15], а также регулярная оценка динамики структуры угодий позволяют выявлять отклонения и своевременно вносить изменения в программу. Таким образом, процесс повышения рациональности приобретает циклический характер.

Предложенный алгоритм обеспечивает последовательный переход от оценки состояния сельскохозяйственных угодий к формированию и реализации муниципальной программы. В отличие от традиционных подходов, в центре внимания находится пространственная организация территории, что позволяет рассматривать рациональность как управляемый результат системного землеустроительного воздействия.

4. Принцип адаптивности и цикличности землеустроительного механизма.

Формирование муниципальной программы повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования не может рассматриваться как разовое управленческое решение. Пространственная структура угодий подвержена изменению под влиянием природных факторов, агротехнологических преобразований и экономической конъюнктуры. В этих условиях устойчивость землепользования определяется способностью системы регулирования реагировать на возникающие отклонения.

Предлагаемый землеустроительный механизм носит адаптивный характер. Его функционирование основано на регулярной переоценке пространственных параметров и сопоставлении фактических изменений с целевыми ориентирами муниципальной программы. Использование данных мониторинга земель и цифровых инструментов пространственного анализа [12], [15] позволяет фиксировать динамику структуры угодий и выявлять новые зоны риска.

Адаптивность механизма проявляется в возможности корректировки программных мероприятий без пересмотра базовых целей развития территории. Если в процессе реализации программы выявляется усиление деградационных процессов либо изменение специализации сельскохозяйственного производства, проектные решения уточняются с учётом актуализированной информацией. Такой подход обеспечивает гибкость регулирования и предотвращает накопление пространственных диспропорций.

Цикличность механизма выражается в последовательном повторении этапов диагностики, проектирования и программной корректировки. После реализации очередного блока мероприятий проводится оценка достигнутых изменений, сопоставление фактической структуры угодий с планируемыми параметрами и, при необходимости, уточнение дальнейших действий. Подобная схема соответствует современным представлениям о пространственном управлении и согласуется с подходами, рассматривающими территориальное планирование как непрерывный процесс [16].

Следует подчеркнуть, что адаптивный характер механизма не означает произвольность управленческих решений. Корректировка осуществляется в рамках нормативно закреплённых процедур и опирается на объективные данные кадастрового учета и мониторинга [3], [10]. Таким образом, обеспечивается баланс между

устойчивостью программных документов и необходимостью их актуализации.

Введение принципа цикличности позволяет рассматривать рациональность сельскохозяйственного землепользования как динамическую категорию. Она не фиксируется однократно, а поддерживается посредством последовательного землеустроительного воздействия, интегрированного в систему муниципального программирования. Именно эта взаимосвязь оценки, проектирования и мониторинга формирует основу управляемости пространственной структуры угодий.

По мнению автора, интеграция землеустроительных решений в систему муниципального программирования позволяет перейти от формального закрепления мероприятий к реальному управлению пространственной структурой сельскохозяйственных угодий.

Выводы.

1. Проведённый анализ показал, что существующие муниципальные программы развития агропромышленного комплекса в недостаточной степени опираются на пространственную логику организации сельскохозяйственных угодий. Отсутствие интеграции землеустроительных решений в систему территориального программирования формирует разрыв между оценкой рациональности и её практическим обеспечением.

2. Обоснована целесообразность рассмотрения муниципального образования как базового пространственного контура регулирования рациональности сельскохозяйственного землепользования. В границах муниципалитета обеспечивается целостность структуры угодий, возможность координации землеустроительных мероприятий и их институционального закрепления в программных документах.

3. Разработана модель землеустроительного механизма повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования, включающая диагностический, проектно-территориальный, программно-организационный и мониторингово-адаптивный этапы. Предложенная структура обеспечивает последовательный переход от выявления пространственных диспропорций к формированию и реализации муниципальной программы.

4. Сформирован алгоритм разработки муниципальной программы повышения рациональности, предусматривающий пространственную детализацию проблемных зон, проектирование корректирующих мероприятий и их институциональное закрепление. В отличие от традиционных подходов, алгоритм ориентирован на трансформацию структуры угодий, а не только на достижение агрегированных целевых показателей.

5. Введён принцип адаптивности и цикличности функционирования механизма, позволяющий рассматривать рациональность сельскохозяйственного землепользования как динамическую характеристику, поддерживаемую посредством регулярной диагностики и корректировки программных решений.

6. Полученные результаты формируют теоретико-методическую основу для разработки территориальных программ повышения рациональности сельскохозяйственного землепользования и могут быть использованы при совершенствовании муниципального управления земельными ресурсами.

Список источников

1. Ямова А.А., Веселова М.Н., Коцур Е.В. Выявление и вовлечение в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения юга Тюменской области: подходы, опыт, проблемы // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2025. Т. 30. № 1. С. 157-168. DOI: 10.33764/2411-1759-2025-30-1-157-168.

2. Волкова Т.Н., Ильяшенко А.Е. Рациональное использование земель в условиях устойчивого развития // Московский экономический журнал. 2023. № 9. С. 45-56. DOI: 10.55186/2413046X_2023_9_45.

3. Головин С.П. Муниципальное землепользование и территориальное планирование: проблемы и перспективы // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. № 2. С. 5–14.

4. Денисенко А.Ю. Территориальные программы развития АПК: целеполагание и инструменты реализации // Агропромышленный вестник. 2022. № 8. С. 98-107.

5. Провалова Е.В., Хвостов Н.В., Ермошкин Ю.В., Ерофеев С.А., Федорова С.В. Содержание и формы землеустройства как основа регулирования сельскохозяйственного землепользования // Московский экономический журнал. 2025. № 6. DOI: 10.55186/2413046X_2025_10_5_125.

6. Кузнецов А.В., Орлов Р.В. Оценка устойчивости сельскохозяйственных угодий в муниципальных образованиях // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2020. Т. 15. № 1. С. 67-77.

7. Лебедев Е.А. Методические основы территориального программирования в аграрной сфере // Экономика и управление. 2023. № 12. С. 40-52.

8. Новиков Д.В. Агроэкологическая типизация земель как информационная основа современного землеустройства // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2010. № 1. С. 29-36.

9. Новиков Д.В. Ландшафтный подход при организации территории // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2013. № 1. С. 49-52.

10. Петрова Л.И., Соколов И.В. Мониторинг земель как инструмент рационального землепользования // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2021. № 5. С. 18-26. DOI: 10.33920/sel-04-2105-02.

11. Рожков А.В., Сергеев Н.П. Формирование муниципальных программ устойчивого землепользования // Аграрная политика. 2022. № 6. С. 15-28.

12. Соловьёв И.В., Макарова О.Д. Землеустроительная оценка территорий в условиях цифровизации // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2023. № 7. С. 21-29. DOI: 10.33920/sel-04-2307-03.

13. Терехов К.А. Система показателей эффективности муниципального землепользования // Управление земельными ресурсами. 2021. Т. 9. № 4. С. 56-68.

14. Цораева Е.Н. Критерии рационального землепользования: экономический аспект // Московский экономический журнал. 2024. № 4. С. 259-267. DOI: 10.55186/2413046X_2024_10_4_259.

15. Yang C., Rottensteiner F., Heipke C. Monitoring land use changes using spatial data integration. Remote Sensing. 2021. Vol. 13(14). DOI: 10.3390/rs13142789.

16. Zhang J., Li X. Spatial planning and land governance for sustainable agriculture. Land Use Policy. 2022. Vol. 115. DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106076.

References

1. Yamova A.A., Veselova M.N., Kotsur E.V. (2025). Identification and involvement of unused agricultural lands in the south of Tyumen region: approaches, experience, and problems. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel',* 30(1):157-168. DOI: 10.33764/2411-1759-2025-30-1-157-168.

2. Volkova T.N., Ilyashenko A.E. (2023). Rational land use under conditions of sustainable development. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal,* (9):45-56. DOI: 10.55186/2413046X_2023_9_45.

3. Golovin S.P. (2024). Municipal land use and territorial planning: problems and prospects. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel',* (2):5-14.

4. Denisenko A.Yu. (2022). Territorial programs for agro-industrial development: goal-setting and implementation tools. *Agropromyshlennyi vestnik,* (8):98-107.

5. Provalova E.V., Khvostov N.V., Ermoshkin Yu.V., Erofeev S.A., Fedorova S.V. (2025). Content and forms of land management as a basis for regulating agricultural land use. *Moskovskii ekonomicheskii zhurna,*(6). DOI: 10.55186/2413046X_2025_10_5_125.

6. Kuznetsov A.V., Orlov R.V. (2020). Assessment of agricultural land sustainability in municipalities. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel',* 15(1):67-77.

7. Lebedev E.A. (2023). Methodological foundations of territorial programming in the agrarian sector. *Ekonomika i upravlenie,* (12):40-52.

8. Novikov D.V. (2010). Agroecological land typification as an information basis of modern land management. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel',*(1):29-36.

9. Novikov D.V. Landscape approach in territorial organization. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'.* 2013;(1):49-52.

10. Petrova L.I., Sokolov I.V. (2021). Land monitoring as a tool of rational land use. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel',* (5):18-26. doi: 10.33920/sel-04-2105-02.

11. Rozhkov A.V., Sergeev N.P. (2022). Formation of municipal programs for sustainable land use. *Agrarnaya politika, (*6):15-28.

12. Solovyov I.V., Makarova O.D. (2023). Land management assessment under digitalization. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel',*(7):21-29. doi: 10.33920/sel-04-2307-03.

13. Terekhov K.A. (2021). System of indicators for the efficiency of municipal land use. *Upravlenie zemel'nymi resursami,* 9(4):56-68.

14. Tsoraeva E.N. (2024). Criteria of rational land use: economic aspect. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal,* (4):259-267. DOI: 10.55186/2413046X_2024_10_4_259.

15. Yang C., Rottensteiner F., Heipke C. (2021). Monitoring land use changes using spatial data integration. Remote Sensing. 2021;13(14). DOI: 10.3390/rs13142789.

16. Zhang J., Li X. Spatial planning and land governance for sustainable agriculture. Land Use Policy. 2022;115. DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106076.

Информация об авторе:

Щербаков Кирилл Андреевич, доктор философских наук, доцент кафедры естественно-научных дисциплин, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-5026-633X, Scopus ID: 1283559, SPIN-код: 9379-0045, kiricolas@yandex.ru

Information about the authors:

Kirill A. Shcherbakov, doctor of philosophy, associate professor, department of natural science disciplines, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-5026-633X, Scopus ID: 1283559, SPIN-code:9379-0045, kiricolas@yandex.ru

✉ **kiricolas@yandex.ru**

Научная статья
УДК 332.3:519.852.33
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_914

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ГЕОИФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.Л. Уварова
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Для особо охраняемых природных территорий (ООПТ) актуальна задача обеспечения баланса между сохранением биоразнообразия и хозяйственным использованием, решение которой требует объективных методов организации территории. Цель исследования — разработка методического подхода к функциональному зонированию ООПТ на основе интеграции геоинформационных технологий и методов линейного программирования. В качестве инструментария применены ГИС-моделирование в QGIS (выделение однородных участков, визуализация результатов) и адаптированная транспортная задача. Апробация выполнена на примере Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника (Республика Коми), имеющего двойной статус: заповедника РФ и биосферного резервата ЮНЕСКО. Территория оценена в ГИС по трём критериям: антропогенная нагрузка, удалённость от дорог и наличие водных объектов. Выделено 15 однородных участков, для которых рассчитан интегральный показатель нецелесообразности включения в ту или иную функциональную зону. Решение транспортной задачи методом потенциалов позволило получить оптимальное распределение участков между четырьмя зонами: заповедной, буферной, рекреационной и хозяйственной. По результатам модельного расчета установлена структура: заповедная зона — 83,64%, буферная — 10,78%, рекреационная — 4,44%, хозяйственная — 1,14%. Предложенный методический подход может быть использован в землеустроительном проектировании для обоснования управленческих решений по планированию рационального использования земельных ресурсов, в том числе для оптимизации размещения рекреационных и хозяйственных зон на землях различных категорий, включая сельскохозяйственные.

Ключевые слова: зонирование территории, ГИС-технологии, транспортная задача, землеустройство, рациональное использование земельных ресурсов

Original article

APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING METHODS AND GEOINFORMATION TECHNOLOGIES TO JUSTIFY THE FUNCTIONAL ZONING OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS

E.L. Uvarova
Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. Ensuring a balance between biodiversity conservation and economic use is a crucial objective for specially protected natural areas, which requires objective methods of land organization. The aim of the study is to develop a methodological approach to the functional zoning of SPNAs based on the integration of geoinformation technologies and linear programming methods. The tools applied include GIS modeling in QGIS (delineation of homogeneous plots, visualization of results) and an adapted transportation problem. The approach was tested on the Pechoro-Ilychsky State Natural Biosphere Reserve (Komi Republic), which has a dual status as a nature reserve of the Russian Federation and a UNESCO biosphere reserve. The territory was assessed in GIS according to three criteria: anthropogenic load, distance from roads, and presence of water bodies. Fifteen homogeneous plots were identified, for which an integral index of inexpediency of inclusion into a particular functional zone was calculated. Solving the transportation problem using the potential method provided an optimal allocation of plots among four functional zones: protected, buffer, recreational, and economic. According to the model calculation results, the following structure was established: protected zone — 83.64%, buffer zone — 10.78%, recreational zone — 4.44%, economic zone — 1.14%. The proposed methodological approach can be used in land management design to substantiate management decisions on rational land use planning, including the optimization of recreational and economic zones on lands of various categories, including agricultural lands.

Keywords: zoning of the territory, GIS technologies, transport task, land management, rational use of land resources

Введение. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) представляют собой уникальные объекты, на которых необходимо обеспечивать баланс между сохранением природных экосистем и отдельными видами хозяйственной деятельности. Для достижения такого баланса необходима обоснованная организация территории.

Организация территории представляет собой процесс по упорядочиванию её элементов для создания сбалансированной пространственной структуры по ряду критериев. Так, в сельском хозяйстве такими критериями являются минимизация финансовых затрат и экологических потерь, а также максимизация прибыли, в городском планировании — комфортность среды. Зонирование территории выступает методом, с помощью которого данный процесс реализуется путём выделения участков с однородными признаками и установления для них соответствующих режимов использования. Для ООПТ организация территории через функциональное зонирование территории должна минимизировать антропогенное влияние и одновременно обеспечить доступ населения для экологического просвещения.

Цель исследования — разработка методического подхода к функциональному зонированию особо охраняемых природных территорий на основе интеграции методов линейного программирования и геоинформационных технологий.

Вопросы функционального зонирования территорий ООПТ широко рассматриваются отечественными и зарубежными учеными. Так коллектив авторов из Санкт-Петербургского горного университета в одной из своих работ дал классификацию существующим подходам к зонированию территорий ООПТ, подчеркнув преобладание экспертных методов при разработке зонирования [1]. Наиболее ярко в публикациях представлены конкретные разработки для отдельных ООПТ, где также прослеживаются авторские подходы к выделению критериев зонирования территории [2, 3, 4]. Подобные работы существуют и в зарубежной практике [5, 6]. Учёные из Германии проделали масштабную работу по сбору данных о биосферных резерватах

© Уварова Е.Л., 2026

Европы, наглядно представив практический результат установления функциональных зон [7]. Из этой и подобных работ [8] видно, что в зарубежных заповедниках процент особо охраняемых территорий в общей площади не превышает 50%. Аналогичные обзорно-аналитические работы есть и в России [9]. Применение математического моделирования к зонированию особо охраняемых природных территорий нашло отражение в работах зарубежных учёных [10, 11, 12]. Однако использование распределительного метода для целей зонирования ни в отечественных, ни в зарубежных работах не представлено. Среди работ современных отечественных учёных в области практического применения математических методов большое внимание уделяется совершенствованию подходов к решению транспортной задачи [13, 14], а также применимости методов линейного программирования для целей землеустройства [15-19], что подтверждает актуальность выбранной темы. Таким образом, представленная в исследовании транспортная задача для целей функционального зонирования территории, реализованная с помощью Excel и геоинформационных технологий, расширяет инструментарий землеустроителей при организации рационального полного и эффективного использования земельных ресурсов.

Методы и материалы. Нормативно-правовую основу исследования составил Федеральный закон № 33 от 14.03.1995 «Об ООПТ», который содержит общие положения об ООПТ. На законодательном уровне функциональное зонирование государственных природных заповедников не предусмотрено. Исключение составляют биосферные резерваты, для которых действуют международные требования. Основным документом для последних является «Севильская стратегия для биосферных резерватов» (ЮНЕСКО, 1995). Согласно стратегии, каждый биосферный резерват должен включать три зоны: ядро (строгая охрана), буферную (защитный барьер) и зону сотрудничества (устойчивое хозяйство).

Вместе с тем в российском законодательстве сложилась правовая коллизия: с одной стороны, классическая концепция заповедного дела несовместима с понятием «туризм», на территории заповедников «полностью запрещается экономическая и иная деятельность» (ст.6 ФЗ № 33); с другой — в задачи государственных заповедников включено экологическое просвещение и обеспечение туризма (ст.7 ФЗ № 33). Однако механизм, позволяющий реализовать эту задачу без ущерба для режима особой охраны, законодательно не предусмотрен. Как справедливо отмечают исследователи, функциональное зонирование позволяет разрешить конфликтные ситуации, возникающие как результат полифункциональности ООПТ. В научной литературе ряд авторов обосновывает необходимость применения зонирования для заповедников в целях снятия указанных противоречий [20].

В качестве объекта исследования выступает Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник (Республика Коми, площадь 721 322 га), состоящий из двух изолированных участков — Якшинского и Уральского. На последнем расположено плато Маньпупунер — популярный туристический объект, а близ Якшинского участка действует лосеферма. Существующее использование территории включает охрану (система кордонов), многолетние научные наблюдения и исследования, что требует обустройства мест для временного и постоянного пребывания учёных. Важно отметить, что данная ООПТ имеет двойной статус: как государственный природный биосферный заповедник РФ (согласно ФЗ № 33-ФЗ) и как биосферный резерват ЮНЕСКО (включен в международную сеть в 1985 г.). Приказом Минприроды России от 9 августа 2021 г. № 547 вокруг данного заповедника установлена охранная зона. Данные обстоятельства не препятствуют проведению настоящего исследования, поскольку: во-первых, объект имеет статус биосферного резервата ЮНЕСКО, для которого Севильской стратегией рекомендовано функциональное зонирование; а во-вторых, установленная охранная зона не исключает внутренней дифференциации территории по природоохранным критериям. Предлагаемое распределение участков по зонам носит модельный (рекомендательный) характер и рассматривается как научно-методическая задача оптимизации пространственной организации земель, а не как нормативно-правовое установление.

Для решения задачи функционального зонирования применены геоинформационное моделирование в QGIS (выделение однородных участков, визуализация результатов) и методы линейного программирования. При этом зонирование рассматривается как метод организации территории, а ГИС и линейное программирование — как инструментарий, обеспечивающий его реализацию. Исходными данными послужили открытые слои OpenStreetMap и подготовленные специалистами NextGIS геоданные (спутниковые снимки Sentinel-2, классификация почвенно-растительного покрова, цифровая модель рельефа и др.) на территорию заповедника. Исследования проводились в 2025–2026 гг. на базе Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

Ход исследования. Для Печоро-Илычского биосферного резервата предлагается четырёхзонная модель (заповедная, буферная, рекреационная, хозяйственная) вместо трёхзонной, рекомендованной Севильской стратегией. Это обусловлено тем, что зона сотрудничества в данном объекте выполняет две различные функции: хозяйственное обеспечение и рекреационно-просветительскую деятельность. Их совмещение привело бы к конфликту режимов использования, поэтому разделение зоны сотрудничества на рекреационную и хозяйственную является обоснованным и применяется в практике зонирования ООПТ при наличии уникальных туристических объектов [3, 4, 20].

Проанализировав современные рекомендации для биосферных резерватов и фактическое размещение объектов их инфраструктуры [7, 8, 9], а также обобщив опыт зонирования российских заповедников со сходными физико-географическими условиями [3, 21], для Печоро-Илычского биосферного резервата были сделаны следующие выводы и рекомендации. Заповедная зона (ядро) должна служить природным эталоном, полностью исключающим антропогенное вмешательство, что позволяет отслеживать естественную динамику экосистем. Учитывая отдалённость и водные границы Печоро-Илычского биосферного резервата, её площадь рекомендуется установить в пределах 84,5% от всей территории объекта. Буферная зона (10%) выступает защитным барьером между ядром и используемыми участками, особенно вблизи водоёмов и туристических объектов; её небольшой размер обосновывается малонаселённой местностью. Рекреационная зона (4,5%) необходима для организации экологических маршрутов, в частности к плато Маньпупунер, и водного туризма; такая доля соответствует практике российских ООПТ (обычно 3–5%) и позволяет повышать экопросвещение. Хозяйственная зона (1%) рекомендуется для размещения кордонов, дорог, вольеров лосефермы, лабораторий и метеостанций; основное здание лосефермы находится за пределами ООПТ, поэтому площадь данной зоны минимальна. Примерное процентное соотношение зон представлено в таблице 1.

Для обоснования размещения функциональных зон в биосферном резервате, предлагается использовать распределительный метод линейного программирования, а именно транспортную задачу, что повысит объективность и оптимальность рекомендаций [13]. В предлагаемой нами модели транспортной задачи «потребителями» выступают площади функциональных зон (табл. 1), а «поставщиками» — однородные участки биосферного резервата, выделенные по трём критериям: антропогенная нагрузка, удалённость от дорог и наличие водных объектов. Рельеф не учитывался, поскольку туристические объекты расположены как на равнине, так и в горах. Выбор критериев обусловлен требованиями Севильской стратегии и практикой функционального зонирования ООПТ в России, например, в национальных парках [1, 3, 4]. Балльная шкала разрабатывается относительно заповедного ядра (1 балл — наиболее благоприятно для охраны, 3 — наименее) и представлена в таблице 2.

Таблица 1. **Проектируемые площади функциональных зон**
Table 1. **Projected areas of functional zones**

Функциональная зона	Площадь (га)	% от общей площади	Входящие в состав зон угодья/ части территорий/ объекты биосферного резервата
Заповедная	609529	84,5%	Леса, болота, каменистые россыпи
Буферная	72133	10%	Прибрежные полосы и территории вблизи водоёмов
Рекреационная	32460	4,5%	Водные объекты, плато Маньпупунёр
Хозяйственная	7200	1%	Кордоны, дороги, лосеферма

Таблица 2. **Трёхбалльная система оценивания участков**
Table 2. **A three-point grading system for plots**

Критерий	1 балл (оптимально)	2 балла (допустимо)	3 балла (нежелательно)
Удалённость от дорог	>5 км	1–5 км	<1 км
Наличие воды	Есть (река/озеро)	Близко (<1 км)	Нет
Антропогенная нагрузка	Отсутствует (ядро заповедника)	Умеренная (буферная зона)	Высокая (дороги, кордоны)

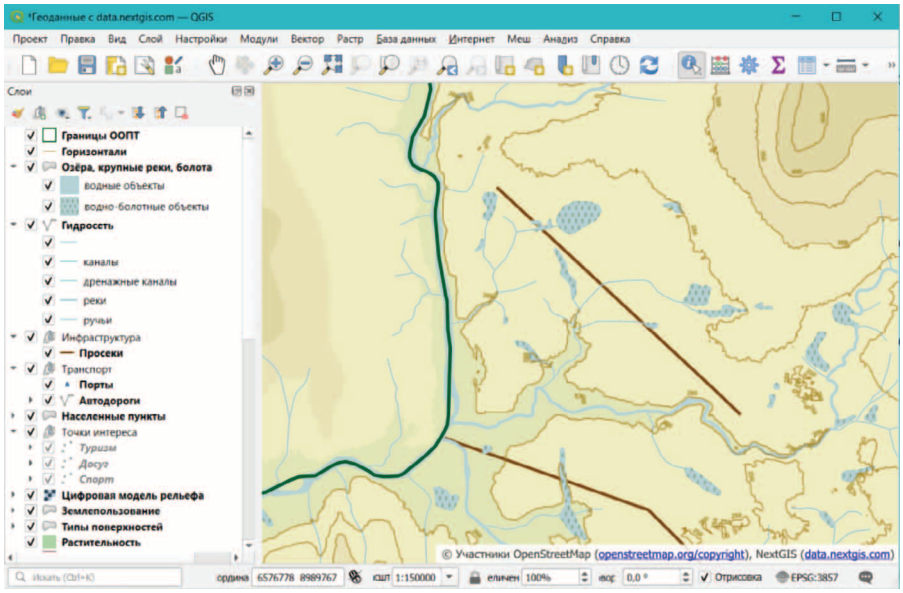


Рисунок. 1. **Пример геоданных с data.nextgis.com**
Figure 1. **Example of geodata from data.nextgis.com**

На основе геоданных OpenStreetMap и NextGIS (рис. 1) для территории Печоро-Илычского биосферного резервата были построены три картосхемы (рис. 2), которые после оверлейного анализа в QGIS дали 15 однородных участков с уникальными сочетаниями баллов (табл.3). Площади таких участков определены с помощью стандартных инструментов QGIS.

В качестве «тарифов перевозок» транспортной задачи рекомендуется использовать интегральный показатель нецелесообразности отнесения i-го участка к j-й функциональной зоне (в баллах), вычисленный по формуле (1):

$$c_{ij} = \sum w_{jk} \times K'_{ik}, \quad (1)$$

где w_{jk} — вес k-го критерия для j-й зоны,

K'_{ik} — скорректированный балл i-го участка по k-му критерию (корректировка производится для учета разнонаправленности влияния критериев).

Поскольку для рекреационной и хозяйственной зон желательное направление изменения части критериев противоположно заповедному ядру, предлагается ввести дополнительное значение инверсии шкалы d, равное +1 (прямая шкала) или –1 (обратная) (табл. 4).

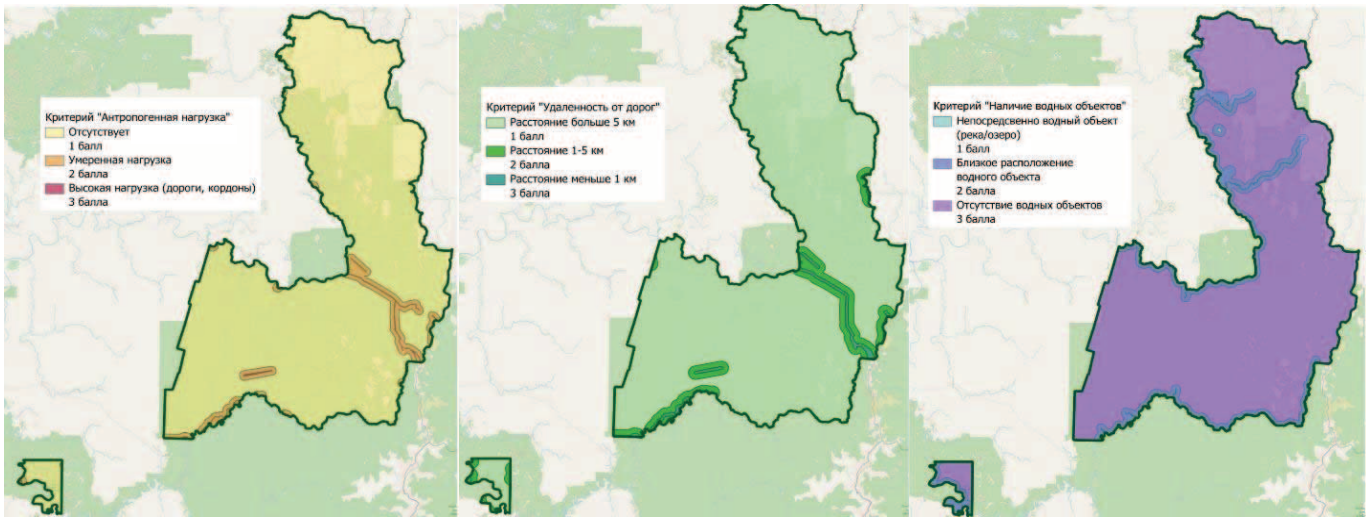


Рисунок 2. **Картосхемы однородных участков биосферного резервата**
Figure 2. **Cartographic maps of homogeneous areas within the biosphere reserve**

Таблица 3. **Участки территории биосферного резервата**
Table 3. **Areas of the biosphere reserve**

Номер участка	Характеристика	Антропогенная нагрузка	Удалённость от дорог	Наличие водных объектов	Площадь участка
Участок 1	высокая антропогенная нагрузка/близость к дорогам/наличие водных объектов	3	3	1	120
Участок 2	высокая антропогенная нагрузка/близость к дорогам/близкое расположение водных объектов	3	3	2	1252
Участок 3	высокая антропогенная нагрузка/близость к дорогам/отсутствие водных объектов	3	3	3	480
Участок 4	средняя антропогенная нагрузка/близость к дорогам/наличие водных объектов	2	3	1	351
Участок 5	средняя антропогенная нагрузка/близость к дорогам/близость водных объектов	2	3	2	6523
Участок 6	средняя антропогенная нагрузка/близость к дорогам/отсутствие водных объектов	2	3	3	1609
Участок 7	средняя антропогенная нагрузка/в радиусе пешей доступности/наличие водных объектов	2	2	1	243
Участок 8	средняя антропогенная нагрузка/в радиусе пешей доступности/близость водных объектов	2	2	2	8679
Участок 9	средняя антропогенная нагрузка/в радиусе пешей доступности/отсутствие водных объектов	2	2	3	19085
Участок 10	низкая антропогенная нагрузка/в радиусе пешей доступности/наличие водных объектов	1	2	1	157
Участок 11	низкая антропогенная нагрузка/в радиусе пешей доступности/близость водных объектов	1	2	2	6461
Участок 12	низкая антропогенная нагрузка/в радиусе пешей доступности/отсутствие водных объектов	1	2	3	8441
Участок 13	низкая антропогенная нагрузка/удалённость от дорог/наличие водных объектов	1	1	1	2853
Участок 14	низкая антропогенная нагрузка/удалённость от дорог/близость водных объектов	1	1	2	52049
Участок 15	низкая антропогенная нагрузка/удалённость от дорог/отсутствие водных объектов	1	1	3	613019
Итого:					721322

Тогда формула K'_{ik} будет выглядеть следующим образом:

$$K'_{ik} = d_{jk}\,(K_{ik} - 2) + 2\,, \qquad (2)$$

Таким образом, при d = +1 скорректированный балл сохраняет исходное значение, а при d = –1 приводится его симметричное значение (1 становится 3, 3 становится 1).

Для определения весов критериев для каждой зоны сами критерии ранжируются по значимости. Чтобы получить числовые значения весов для каждого из критериев, на основе лишь ранговых значений (отсутствие точных числовых оценок важности критериев), предлагается использовать метод центроидного порядка рангов [22]. Расчет производится по формуле (3):

$$w_{jk} = 1/s\sum_{r=1}^{s} 1/r \qquad (3)$$

где w_{jk} — вес k-го критерия для j-й зоны;

s — число критериев;

r — ранг критерия.

При s = 3 вес критерия с 1-м рангом w_{jk} = = 1/3 (1 + 1/2 + 1/3) = 11/18 ≈ 0,61; вес критерия со 2-м рангом w_{jk} = 1/3 (1/2 + 1/3) = 5/18 ≈ 0,28; вес критерия с 3-м рангом w_{jk} = 1/3 × 1/3 = 1/9 ≈ ≈ 0,11 (табл. 4).

Определившись с «поставщиками», «потребителями» и «тарифами перевозок», введем следующие обозначения для формализации адаптированной транспортной задачи:

- a_i — площадь i-го участка заповедника (i=1,2,...,n);
- b_j — площадь j-й функциональной зоны (j=1,2,...,m);
- c_{ij} — интегральный показатель нецелесообразности включения участков в функциональную зону (условная «цена» отнесения i-го участка к j-й зоне);
- x_{ij} — площадь, планируемая к отнесению от i-го участка к j-й зоне.

Таблица 4. **Весовые коэффициенты и направление шкалы критериев по функциональным зонам**
Table 4. **Weighting coefficients and the direction of the criterion scale by functional areas**

Функциональная зона	Критерий	Ранг (r)	Вес (w_{jk})	Коэффициент инверсии (d_{jk})
Заповедная	Антропогенная нагрузка	1	0,61	+1
	Удалённость от дорог	2	0,28	+1
	Наличие водных объектов	3	0,11	+1
Буферная	Антропогенная нагрузка	1	0,61	+1
	Наличие водных объектов	2	0,28	+1
	Удалённость от дорог	3	0,11	+1
Рекреационная	Наличие водных объектов	1	0,61	–1
	Удалённость от дорог	2	0,28	–1
	Антропогенная нагрузка	3	0,11	–1
Хозяйственная	Наличие водных объектов	1	0,61	–1
	Антропогенная нагрузка	2	0,28	–1
	Удалённость от дорог	3	0,11	–1

В качестве ограничений будут выступать следующие равенства:

- $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = \sum_{i=1}^{n} a_i$ — полное использование площади каждого участка;
- $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = \sum_{j=1}^{m} b_j$ — удовлетворение потребностей каждой зоны;
- $x_{ij} \geq 0, a_i \geq 0, b_j \geq 0$ — неотрицательность площадей.

Целевая функция задачи будет выглядеть следующим образом:

$$Z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_{ij} \times x_{ij} \rightarrow \min \qquad (4)$$

Минимизация Z (4) обеспечивает оптимальность зонирования с точки зрения соответствия участков их назначенным зонам.

Результаты. На основе данных в MS Excel составлена и решена методом потенциалов транспортная задача для оптимального распределения однородных участков по функциональным зонам. Выполнив пять итераций, были получены итоговые распределения участков по функциональным зонам, представленные в таблице 5.

Полученное распределение участков (табл. 5) демонстрирует, что участки с минимальной антропогенной нагрузкой и максимальной удалённостью от дорог (участки 14, 15) рекомендованы в заповедную и буферную зоны, тогда как участки с высокой антропогенной нагрузкой распределены в рекреационную и хозяйственную зоны. На основе таблицы 5 в QGIS построена картосхема функционального зонирования (рис. 3).

Итоговые площади практически не изменились, колебания составили меньше 1% от площади каждой из предварительно определённых площадей функциональных зон (табл. 6).

Таким образом, на примере функционального зонирования Печоро-Илычского заповедника продемонстрирована эффективность применения математического аппарата и геоинформационного моделирования. В дальнейшем такие расчёты следует автоматизировать и реализовывать с помощью технологий искусственного интеллекта.

Таблица 5. **Распределение однородных участков по функциональным зонам**
Table 5. **Distribution of homogeneous plots across functional zones**

Номер участка	Площадь участка	Заповедная зона	Буферная зона	Рекреационная зона	Хозяйственная зона
Участок 1	120	-	-	120	-
Участок 2	1252	-	-	1252	-
Участок 3	480	-	-	480	-
Участок 4	351	-	-	-	351
Участок 5	6523	-	-	6292	231
Участок 6	1609	-	-	1609	-
Участок 7	243	-	-	243	-
Участок 8	8679	-	-	8679	-
Участок 9	19085	-	5300	13785	-
Участок 10	157	-	-	-	157
Участок 11	6461	-	-	-	6461
Участок 12	8441	-	8441	-	-
Участок 13	2853	-	2853	-	-
Участок 14	62893	7354	55539	-	-
Участок 15	602175	602175	-	-	-
Итого:	721322	609529	72133	32460	7200

Таблица 6. **Итоговое распределение площадей функциональных зон**
Table 6. **Final distribution of the areas of functional zones**

Функциональная зона	Площадь (га)	% от общей площади
Заповедная	603292,33	83,64%
Буферная	77795,89	10,78%
Рекреационная	32045,25	4,44%
Хозяйственная	8188,54	1,14%



Рисунок 3. **Картосхема функционального зонирования Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника**
Figure 3. **Map of the functional zoning of the Pechora-Ilych State Nature Biosphere Reserve**

Заключение. В результате проведённого исследования мы пришли к следующим выводам:

1. В российском законодательстве сложилась правовая коллизия: классическая концепция заповедного дела не предусматривает зонирования государственных природных заповедников, однако в задачи заповедников включено развитие познавательного туризма. Предложенный в настоящей работе методический подход, апробированный на территории Печоро-Илычского биосферного резервата, имеющего двойной статус (заповедник РФ и резерват ЮНЕСКО), демонстрирует возможность разрешения данной коллизии путём внутренней дифференциации территории по функциональным зонам на основе формализованных пространственных критериев.

2. Разработан и апробирован методический подход к функциональному зонированию ООПТ, интегрирующий геоинформационные технологии (на стадиях сбора информации и визуализации результатов) и линейное программирование. Формализация трёх пространственных критериев (антропогенная нагрузка, удалённость от дорог, наличие водных объектов) и решение адаптированной транспортной задачи с интегральным показателем нецелесообразности обеспечили объективное распределение однородных участков по функциональным зонам.

3. По результатам модельного расчета основную площадь в Печоро-Илычском заповеднике занимает заповедная зона (ядро), которая составила 603292,33 га. Буферная зона выполняет роль защиты ядра заповедника и составляет 77795,89 га. Выделенные отдельно рекреационная и хозяйственная зоны способствуют повышению уровня финансовой независимости биосферного резервата и выполнению приоритетных задач государства по экологическому просвещению населения, формированию экологической культуры и обеспечению экологической безопасности при рациональном использовании земельных ресурсов.

Список источников

1. Ковязин В.Ф., Выммер А.С., Карандей М.Г. Зонирование территории заповедника «Русская Арктика» // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 11-1. С. 60-67.
2. Кулижский С.П. Эффективный способ использования природоохранных территорий // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2008. № 1 (2). С. 42-46.
3. Николаева О.П., Бухтуева Л.Ф. Функциональное зонирование планируемого природного парка Горная Колывань // Труды Тигирекского заповедника. 2005. № 1. С. 93-97.
4. Холоденко А.В. Особенности реализации принципов ландшафтно-экологической оптимизации природопользования в территориальной охране природы // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2011. № 2. С. 246-252.
5. Castro-Sanguino, C., Bozec, Y. M., Dempsey, A., Samaniego, B. R., Lubarsky, K., et al. (2017). Detecting conservation benefits of marine reserves on remote reefs of the northern GBR. PLOS ONE, 12(11), e0186146. DOI: 10.1371/journal.pone.0186146.
6. Lee Y.-J. A study on the introduction of zoning in biosphere reserves: focusing on the laws related protected areas. Journal of People, Plants, and Environment. 2021. Vol. 24. P. 95-105. DOI: 10.11628/ksppe.2021.24.1.95.
7. Palliwoda J., Büermann A., Fischer J., Kraemer R., Schröter M. Zoning of UNESCO biosphere reserves: a comprehensive set of geodata for Europe. Frontiers in Ecology and Evolution. 2021. Vol. 9. DOI: 10.3389/fevo.2021.736358.
8. Биксалеев А.А. Проект континуальной территориальной организации Международного российско-монгольско-китайского заповедника «Даурия» // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2024. № 1. С. 18-27. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-1-18-27.
9. Кудинова Г.Э., Хасаев Г.Р. «Биосферный резерват» — исторический экскурс и современное состояние // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. № 5-3. С. 462-467.
10. Ruiz-Labourdette D., Schmitz M.F., Montes C., et al. Zoning a protected area: proposal based on a multi-thematic approach and final decision. Environmental Modeling & Assessment. 2010. Vol. 15. P. 531-547. DOI: 10.1007/s10666-010-9223-5.
11. Wang F., Hedman K. Reserve zone determination based on statistical clustering methods. In: 2012 North American Power Symposium. 2012. Paper 6336318. DOI: 10.1109/NAPS.2012.6336318.
12. Watts M.E., et al. Marxan with Zones:Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. Environmental Modelling & Software. 2009. Vol. 24. P. 1513-1521. DOI: 10.1016/j.envsoft.2009.06.005.
13. Бахвалов С.В., Маланова Т.В., Янхаев Д.В. Транспортная задача с ограничением на время перевозок // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2024. № 2 (34). С. 82-89.
14. Носков С.И., Рязанцев А.И. Двухкритериальная транспортная задача // T-Comm. 2019. № 2. С. 59-63.
15. Зуева Т.И., Кузин А.Ю. Оптимизация затрат и учёт рисков при доставке материально-технических ресурсов в труднодоступные регионы России // Вестник Академии знаний. 2024. № 1 (60). С. 154-163.
16. Ковалева Е.А., Иваньо Я.М. Модуль «планирование в условиях рисков» программного комплекса «Эколого-математическое моделирование аграрного производства» // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. № 3 (27). С. 135-147.
17. Непоклонов В.Б., Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Аверьянова Е.А., Гилюк А.В., Абдугапирова И.Ф., Киойбаш В.А. Использование экономико-математических методов и моделей для землеустроительных целей. МСХ. 2017. № 6. С. 30-33. DOI: 10.24411/2587-6740-2017-16007.
18. Парфенова В.Е. Нечеткая модель оптимизации структуры посевных площадей. Известия СПбГАУ. 2017. № 3 (48). С. 176-183.
19. Твердова И.В., Косачев А.М., Ададимова Л.Ю., Полулях Ю.Г., Глазунов В.И. Ситуационное моделирование сельскохозяйственного производства с использованием геоинформационных технологий. Нива Поволжья. 2011. № 3. С. 115-122.
20. Имыкшенова Э.Б. Функциональное зонирование особо охраняемых природных территорий // Вестник Бурятского государственного университета. Биология. География. 2008. № 4. С. 12-15.
21. Ковязин В.Ф., Богданова Е.А. Современное состояние особо охраняемых природных территорий Арктики Российской Федерации // Экология и промышленность России. 2025. Т. 29, № 4. С. 59-65. DOI: 10.18412/1816-0395-2025-4-59-65.
22. Varshney T., Waghmare A.V., Singh V.P., Ramu M., Patnana N., Meena V.P., Azar A.T., Hameed I.A. Investigation of rank order centroid method for optimal generation control. Scientific Reports. 2024. Vol. 14, no. 1, 11267. DOI: 10.1038/s41598-024-61945-z.

References

1. Kovyazin, V.F., Vymmer, A.S., & Karandey, M.G. (2013). *Zonirovanie territorii zapovednika «Russkaya Arktika»* [Zoning of the Russian Arctic Reserve]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, (11-1), 60-67.
2. Kulizhskiy, S.P. (2008). *Effektivnyy sposob ispol'zovaniya prirodookhrannykh territoriy* [An effective way of using protected areas]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, (1(2)), 42-46.
3. Nikolaeva, O.P., & Bukhtueva, L.F. (2005). *Funktsional'noe zonirovanie planiruemogo prirodnogo parka Gornaya Kolyvan'* [Functional zoning of the planned Gornaya Kolyvan nature park]. *Trudy Tigirekskogo zapovednika*, (1), 93-97.
4. Kholodenko, A.V. (2011). *Osobennosti realizatsii printsipov landshaftno-ekologicheskoy optimizatsii prirodopol'zovaniya v territorial'noy okhrane prirody* [Features of implementation of landscape-ecological optimization principles in territorial nature conservation]. *Vestnik VolGU. Ekonomika*, (2), 246-252.
5. Castro-Sanguino, C., Bozec, Y.M., Dempsey, A., Samaniego, B.R., Lubarsky, K., et al. (2017). Detecting conservation benefits of marine reserves on remote reefs of the northern GBR. *PLOS ONE*, 12(11), e0186146. DOI: 10.1371/journal.pone.0186146.
6. Lee, Y.-J. (2021). A study on the introduction of zoning in biosphere reserves: focusing on the laws related protected areas. *Journal of People, Plants, and Environment*, 24, 95–105. DOI: 10.11628/ksppe.2021.24.1.95.
7. Palliwoda, J., Büermann, A., Fischer, J., Kraemer, R., & Schröter, M. (2021). Zoning of UNESCO biosphere reserves: a comprehensive set of geodata for Europe. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. DOI: 10.3389/fevo.2021.736358.
8. Biksaleyev, A.A. (2024). *Proekt kontinual'noy territorial'noy organizatsii Mezhdunarodnogo rossiysko-mongol'sko-kitayskogo zapovednika «Dauriya»* [Project of continuous territorial organization of the International Russian-Mongolian-Chinese Reserve "Dauria"]. *Izvestiya DGPU. Estestvennye i tochnye nauki*, (1), 18-27. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-1-18-27.
9. Kudinova, G. E., & Khasaev, G. R. (2016). *«Biosfernyy rezervat» — istoricheskiy ekskurs i sovremennoe sostoyanie* [Biosphere Reserve: historical background and current state]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, (5-3), 462-467.
10. Ruiz-Labourdette, D., Schmitz, M. F., Montes, C., et al. (2010). Zoning a protected area: proposal based on a multi-thematic approach and final decision. *Environ Model Assess*, 15, 531-547. DOI: 10.1007/s10666-010-9223-5.
11. Wang, F., & Hedman, K. (2012). Reserve zone determination based on statistical clustering methods. In *Proceedings of 2012 North American Power Symposium* (Paper 6336318). IEEE. DOI: 10.1109/NAPS.2012.6336318.
12. Watts, M. E., et al. (2009). Marxan with Zones:Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. *Environmental Modelling & Software*, 24, 1513–1521. DOI: 10.1016/j.envsoft.2009.06.005.
13. Bakhvalov, S.V., Malanova, T.V., & Yankhaev, D.V. (2024). *Transportnaya zadacha s ogranicheniem na vremya perevozok* [Transportation problem with time constraints]. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii*, (2(34)), 82-89.
14. Noskov, S.I., & Ryazantsev, A.I. (2019). *Dvukhkriterial'naya transportnaya zadacha* [Bicriteria transportation problem]. *T-Comm*, (2), 59–63.
15. Zueva, T. I., & Kuzin, A. Yu. (2024). *Optimizatsiya zatrat i uchet riskov pri dostavke material'no-tekhnicheskikh resursov v trudnodostupnye regiony Rossii* [Cost optimization and risk accounting in delivery of material and technical resources to hard-to-reach regions of Russia]. *Vestnik Akademii znaniy*, (1(60)), 154-163.
16. Kovaleva, E.A., & Ivan'o, Ya.M. (2022). *Modul' «planirovanie v usloviyakh riskov» programmnogo kompleksa «Ekologo-matematicheskoe modelirovanie agrarnogo proizvodstva»* [Module "planning under risks" of the software package "Ecological-mathematical modeling of agricultural production"]. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii*, (3(27)), 135-147.
17. Nepoklonov, V.B., Khabarova, I.A., Khabarov, D.A., Aver'yanova, E.A., Gilyuk, A.V., Abdugapirova, I.F., & Kioybash, V.A. (2017). Ispol'zovanie ekonomiko-matematicheskikh metodov i modeley dlya zemleustroitel'nykh tseley [Use of economic-mathematical methods and models for land management purposes]. *MSKh*, (6), 30-33. DOI: 10.24411/2587-6740-2017-16007. [in Russian].
18. Parfenova, V.E. (2017). *Nechetkaya model' optimizatsii struktury posevnykh ploshchadey* [Fuzzy model of optimization of crop area structure]. *Izvestiya SPbGAU*, (3(48)), 176-183.
19. Tverdova, I.V., Kosachev, A.M., Adadimova, L.Yu., Polulyakh, Yu.G., & Glazunov, V.I. (2011). *Situatsionnoe modelirovanie sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh tekhnologiy* [Situational modeling of agricultural production using geoinformation technologies]. *Niva Povolzh'ya*, (3), 115-122.
20. Imykshenova, E.B. (2008). *Funktsional'noe zonirovanie osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy* [Functional zoning of specially protected natural areas]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. Geografiya*, (4), 12-15.
21. Kovyazin, V.F., & Bogdanova, E.A. (2025). *Sovremennoe sostoyanie osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy Arktiki Rossiyskoy Federatsii* [Current state of specially protected natural areas of the Arctic of the Russian Federation]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 29(4), 59-65. DOI: 10.18412/1816-0395-2025-4-59-65.
22. Varshney, T., Waghmare, A.V., Singh, V.P., Ramu, M., Patnana, N., Meena, V.P., Azar, A.T., & Hameed, I.A. (2024). Investigation of rank order centroid method for optimal generation control. *Scientific reports*, 14(1), 11267. DOI: 10.1038/s41598-024-61945-z.

Информация об авторе:

Уварова Екатерина Леонидовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры землеустройства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1214-9753, katrinka-66@mail.ru

Information about the author:

Ekaterina L. Uvarova, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of land management,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1214-9753, katrinka-66@mail.ru

✉ **katrinka-66@mail.ru**

Научная статья
УДК 330.16, 332.1
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_919

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОЖИДАНИЙ И УСТАНОВОК НАСЕЛЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ — КУЗБАССА ОТНОСИТЕЛЬНО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

А.Э. Шилова, Е.В. Матвеева, Е.С. Чуркина

Кузбасский государственный аграрный университет
имени В.Н. Полецкова, Кемерово, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ динамики ожиданий и установок населения Кемеровской области — Кузбасса относительно социально-экономического развития сельских территорий региона. Ожидания и установки населения оценивались путем проведения серии массовых опросов населения (октябрь-ноябрь 2025 г., январь-февраль 2026 г., май-июнь 2026 г.). Для интерпретации полученных качественных оценок ожиданий использована разработанная авторами шкала перевода в числовой формат. В исследовании использована квотная, стратифицированная, случайная выборка, основанная на количественном критерии от общей численности населения. Ошибка выборки составила не более 5%, надежность анкеты на основе альфы Кронбаха оценивается как высокая. Проведенный анализ динамики ожиданий населения показал, что ожидания относительно изменения инфраструктуры на протяжении всего периода можно охарактеризовать как слабо позитивные или близкие к нейтральным. Показано, что ожидания относительно изменения уровня жизни в сельской местности менее позитивны, чем ожидания относительно развития сельской инфраструктуры. Средняя оценка среднесрочных ожиданий как относительно развития инфраструктуры, так и относительно изменения уровня жизни в сельских территориях выше, чем средняя оценка краткосрочных ожиданий, что трактуется как позитивная тенденция. Оценка установок населения Кемеровской области относительно социально-экономического развития сельских территорий позволила выявить ряд негативных убеждений, распространенных в обществе. Их следует учитывать при разработке мероприятий по развитию сельских территорий в Кемеровской области — Кузбассе.

Ключевые слова: ожидания населения, установки населения, сельские территории, человеческий капитал сельских территорий, сельский образ жизни

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Кемеровской области — Кузбасса по проекту № 25-28-20210, https://rscf.ru/project/25-28-20210.

Original article

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF EXPECTATIONS AND ATTITUDES OF THE KEMEROVO REGION — KUZBASS POPULATION REGARDING RURAL DEVELOPMENT

A.E. Shilova, E.V. Matveeva, E.S. Churkina

Kuzbass State Agricultural University named after V.N. Poletskov,
Kemerovo, Russia

Abstract. The article presents an analysis of the public expectations and attitudes dynamics in the Kemerovo region — Kuzbass regarding the socio-economic development of rural areas of the region. The expectations and attitudes were assessed through a series of mass population surveys (October-November 2025, January-February 2026, May-June 2026). The authors used a scale for converting qualitative assessments of expectations into a numerical format to interpret the data obtained. The study employed a stratified random sampling method with quotas determined by population proportions. The resulting sample yields a margin of error not exceeding 5%. The internal consistency reliability of the questionnaire was assessed using Cronbach's alpha and demonstrated high values. The evolving of the public expectations showed that expectations regarding changes in infrastructure throughout the entire period can be characterized as weakly positive or close to neutral. It has been shown that expectations regarding changes in the standard of living in rural areas are less positive than expectations regarding the development of rural infrastructure. The average assessment of medium-term expectations regarding both infrastructure development and changes in the standard of living in rural areas is higher than the average assessment of short-term expectations, which is interpreted as a positive trend. An assessment of the Kemerovo region's public attitudes toward the socioeconomic development of rural areas revealed a number of negative beliefs prevalent in society. These should be considered when developing rural development measures in the Kemerovo region — Kuzbass.

Keywords: public expectations, public attitudes, rural areas, rural human capital, rural lifestyle

Acknowledgments: the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation and the Kemerovo region — Kuzbass under project No. 25-28-20210, https://rscf.ru/project/25-28-20210.

Введение. Исследование установок и ожиданий населения — довольно новое, но перспективное и набирающее популярность направление в сфере поведенческой экономики. В современных исследованиях показана связь ожиданий и установок населения с развитием социально-экономических процессов как на уровне страны, так и на уровне отдельных регионов.

Изучение ожиданий и установок населения может быть полезным при разработке стратегий социально-экономического развития и прогнозировании важнейших социально-экономических показателей, что объясняет актуальность темы исследования.

В наибольшей степени в настоящее время изучена проблема инфляционных ожиданий и их связи с уровнем инфляции и изменением потребительского поведения. Разработанная в рамках исследований инфляционных ожиданий методология, по мнению авторов, может применяться для оценки других аспектов ожиданий населения. Вопреки существующему мнению о низком качестве прогнозов населения относительно инфляции, анализ, проведенный

© Шилова А.Э., Матвеева Е.В., Чуркина Е.С., 2026

Е.В. Балацким, Н.А. Екимовой, М.А. Юревичем, показал, что население страны обладает определенными предсказательными способностями в отношении изменения цен [5]. И.Н. Дементьевой доказано существование тесной связи потребительских ожиданий и динамики экономического развития [6]. И.И. Подойницыной и С.П. Леонтьевым показана связь между материальными ожиданиями и социальным настроением населения [9].

В этой связи возрастает интерес к изучению различных аспектов ожиданий населения относительно социально-экономического развития регионов.

Говоря об ожиданиях относительно регионального социально-экономического развития, стоит отметить популярность исследований в направлении определения связи экономических и социальных ожиданий населения с развитием миграции и степенью удовлетворенности населения условиями жизни. В зарубежных исследованиях широко освещается тематика ожиданий и установок сельской молодежи относительно выбора образовательной и профессиональной траектории [1] и места проживания [2, 3].

В отечественных исследованиях В.М. Идрисова, Б.О. Бибеева [7], а также Ж. Аргынбаевой [4] показана сложная мотивационная структура молодежной миграции, выявлены факторы, оказывающие влияние на миграцию, и показана необходимость регулирования миграции с помощью комплексной реализации мер молодежной и миграционной политики.

В силу существования значительных различий в уровне социально-экономического развития российских регионов, в настоящее время востребованы исследования, направленные на оценку установок населения относительно различных аспектов регионального развития.

Кемеровская область — Кузбасс — регион с развитой промышленностью и ограниченными возможностями развития сельского хозяйства. На сегодняшний день для региона характерна низкая доля сельского населения и суженный тип воспроизводства, особенно сельского населения. В регионе существуют проблемы формирования человеческого капитала сельского хозяйства, необходимости сохранения сельского образа жизни, выравнивания социально-экономических условий между городом и селом и привлечения в сельское хозяйство кадров высокой квалификации, в связи с чем актуальным является изучение ожиданий и установок населения относительно социально-экономического развития сельских территорий.

Методы и методология проведения исследования. Целью данного исследования является динамический анализ ожиданий и установок населения Кемеровской области — Кузбасса относительно социально-экономического развития сельских территорий региона.

При изучении ожиданий населения использована авторская методология [10], которая предполагает сбор данных об ожиданиях населения путем проведения онлайн-опроса и дальнейшую интерпретацию полученных качественных данных в количественные. В качестве объектов анализа выступили ожидания относительно развития социальной и транспортной инфраструктуры, а также ожидания относительно изменения уровня жизни в сельских территориях. Для оценки данных характеристик респондентам были заданы вопросы: «Как, по Вашему мнению, изменится состояние социальной инфраструктуры в сельской местности в Кузбассе?», «Как, по Вашему мнению, изменится состояние транспортной инфраструктуры в сельской местности в Кузбассе», «Как, по Вашему мнению, изменится уровень жизни в сельской местности по сравнению с городом в Кузбассе?». Для каждого из вопросов было предложено оценить краткосрочную (до 6 месяцев) и среднесрочную (3-5 лет) перспективу, выбрав один из представленных вариантов ответов: «существенно улучшится», «незначительно улучшится», «останется без изменений», «незначительно ухудшится», «существенно ухудшится», «затрудняюсь ответить». Полученные оценки были переведены в числовой формат с использованием авторской шкалы (табл. 1).

Средняя оценка ожиданий рассчитывается как частное суммы оценки ожиданий в количественном выражении и числа респондентов рассматриваемой группы:

$$\overline{O} = (\sum_{i=0}^{n} o_i)/n,$$

где $\overline{O}$ — средняя оценка ожиданий; o_i — оценка ожиданий i-го респондента; n — количество респондентов [10].

Для оценки динамики ожиданий населения исследованы данные трех онлайн-опросов, проведенных в октябре-ноябре 2025 г., январе-феврале 2026 г. и мае-июне 2026 г. Для обеспечения достоверности и репрезентативности данных при проведении опроса использована квотная, стратифицированная, случайная выборка, основанная на количественном критерии от общей численности населения. В каждой из волн опроса приняли участие 384 респондента в возрасте 16-65 лет, что обеспечило ошибку выборки не более 5%.

Для проверки надежности составленной анкеты для оценки ожиданий произведен расчет альфы Кронбаха для каждой из волн опроса (табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о высокой надежности представленной анкеты.

Для анализа установок в ходе проведения фокус-групп со студентами Кузбасского ГАУ и экспертных интервью с представителями агробизнеса Кемеровской области — Кузбасса выявлены ключевые установки населения в форме утверждений. При прохождении онлайн-опроса каждому из респондентов было предложено отметить те из утверждений, которые он считает верными. Для каждой из установок дана оценка процента респондентов, разделяющих утверждение.

Результаты исследования. По результатам эмпирического исследования проведен расчет средней оценки ожиданий населения относительно уровня развития социальной и транспортной инфраструктуры, а также изменения уровня жизни.

Краткосрочная динамика ожиданий населения показана в таблице 3.

Согласно расчетам, динамика краткосрочных ожиданий населения относительно развития социальной и транспортной инфраструктуры имеют схожие тенденции. В целом ожидания относительно изменения инфраструктуры на протяжении всего периода можно охарактеризовать как слабо позитивные или близкие к нейтральным. При этом характер ожиданий относительно изменения социальной инфраструктуры является более позитивным. Для обоих показателей можно отметить снижение значений в январе-феврале и улучшение в мае-июне, что позволяет выдвинуть гипотезу о влиянии фактора сезонности на ожиданиях населения относительно

Таблица 1. **Шкала интерпретации качественных оценок респондентов в числовой формат**
Table 1. **Scale for interpreting respondents' qualitative assessments into numerical format**

Качественная оценка	существенно ухудшится	немного ухудшится	останется без изменений / респондент затрудняется ответить	немного улучшится	существенно улучшится
Количественная интерпретация данных	-2	-1	0	1	2

Источник: [10]

Таблица 2. **Расчет альфы Кронбаха анкеты для оценки ожиданий**
Table 2. **Calculating Cronbach's alpha for the expectations questionnaire**

Показатель	Период проведения опроса		
	октябрь-ноябрь 2025 г.	январь-февраль 2026 г.	май-июнь 2026 г.
Значение альфы Кронбаха	0,871	0,912	0,898
Уровень надежности	Очень хорошая	Отличная	Очень хорошая

Составлено авторами по результатам массовых опросов населения

Таблица 3. **Динамика краткосрочных ожиданий населения относительно развития сельских территорий Кемеровской области — Кузбасса**
Table 3. **Short-term dynamics of rural development expectations in Kemerovo region — Kuzbass**

Направление ожиданий	Период проведения опроса		
	октябрь-ноябрь 2025 г.	январь-февраль 2026 г.	май-июнь 2026 г.
Ожидания относительно развития социальной инфраструктуры	0,29	0,18	0,21
Ожидания относительно развития транспортной инфраструктуры	0,19	0,10	0,16
Ожидания относительно изменения уровня жизни сельского населения	0,16	0,06	0,04

Составлено авторами по результатам массовых опросов населения

социально-экономического развития сельских территорий. Для проверки данной гипотезы следует продолжить исследование, анализ данных за несколько лет позволит дать оценку влиянию фактора сезонности на ожидания.

Ожидания относительно изменения уровня жизни сельского населения на протяжении всего периода оставались нейтральными и имели тенденцию к снижению.

Далее дана оценка динамики среднесрочных ожиданий населения (табл. 4).

Расчет среднесрочной оценки ожиданий населения относительно социально-экономического развития сельских территорий Кемеровской области — Кузбасса позволил установить, что население в целом ожидает незначительного улучшения социально-экономического положения сельских территорий региона. Значения всех анализируемых показателей для каждой из волн опроса оказались выше соответствующих значений краткосрочных ожиданий. Как и в случае с краткосрочными ожиданиями установлено, что наиболее позитивны ожидания относительно развития социальной инфраструктуры, а наименее позитивны ожидания относительно изменения уровня жизни. Отмечено сохранение тенденции к снижению средней оценки ожиданий относительно развития социальной и транспортной инфраструктуры в зимней волне исследования.

В ходе следующего этапа исследования рассмотрена динамика установок населения относительно развития сельских территорий Кемеровской области — Кузбасса (табл. 5).

На протяжении всего периода среди населения региона была распространена установка о том, что в сельской местности меньше возможностей, чем в городе. В динамике отмечается сокращение числа респондентов, разделяющих данную установку, с 92,39 до 84,82%, что свидетельствует о позитивном изменении ситуации. На протяжении всего анализируемого периода сокращалось количество респондентов, полагающих, что в сельском хозяйстве сложился низкий уровень заработных плат. При этом следует отметить, что в конце периода более 50% опрошенных продолжают считать, что аграрный труд недостаточно оплачивается. Аналогичная тенденция наблюдается в следующей установке «Работа в сельском хозяйстве физически тяжелая»: количество респондентов, разделяющих данное утверждение, сократилось с 92,39 до 81,2%, оставшись при этом существенным. Следующая установка касалась уместности жизни в сельской местности для молодежи. К концу периода более 60% респондентов не разделяют убеждения о том, что жизнь в селе подходит только пожилым людям.

Установки относительно качества образования и здравоохранения в сельских населенных пунктах оказались негативными, но на протяжении периода менялись в лучшую сторону: количество респондентов, не удовлетворенных качеством медицинского обслуживания, сократилось с 86,05 до 81,15%, качеством образования — с 80,21 до 71,02%.

Следует отметить следующую тенденцию в установках относительно работы в сельском хозяйстве: менее половины опрошенных считают, что для того, чтобы работать в этой сфере, необходимо проживать в сельской местности, причем доля придерживающихся данной установки на протяжении периода снижается. Высокое положительное значение данной установки для аграрной экономики Кемеровской области — Кузбасса объясняется тем, что сокращение сельского населения и низкий уровень образования сельской молодежи не позволяют в полной мере формировать качественный человеческий капитал сельского хозяйства за счет сельского населения. При этом компактность территории и развитая транспортная сеть позволяют привлекать к работе в сельском хозяйстве горожан за счет удаленной занятости или использования механизма маятниковой миграции.

Процент респондентов, разделяющих мнение о проблемах с работой в сельской местности, снизился с 55,76 до 48,29%, а процент респондентов, считающих темп жизни в сельской местности более медленным, чем в городе, сократился с 70,89 до 60,85%.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают выводы предшествующих исследований авторов, дополняя их данными об изменении ожиданий и установок населения региона с течением времени [8, 11, 12]. Как и в других отечественных исследованиях [7, 9], установлено, что существует ряд негативных установок, которые могут повлиять на социально-экономические процессы в регионе.

Актуально продолжить динамические исследования ожиданий с целью оценки влияния сезонности на ожидания и динамического анализа гендерных, возрастных и образовательных особенностей ожиданий и установок населения относительно развития сельских территорий.

Выводы. Анализ динамики ожиданий и установок населения Кемеровской области — Кузбасса относительно социально-экономического развития ее сельских территорий показал, что, несмотря на выраженный положительный вектор ожиданий в среднесрочной перспективе, среди населения региона господствуют убеждения о тяжести аграрного труда, низких заработных платах в сельском хозяйстве, низком качестве медицины и образования в сельских территориях. Эти негативные установки могут оказывать влияние на миграционные процессы в регионе, способствуя усилению оттока молодежи из сельских населенных пунктов. Позитивная динамика установок свидетельствует об эффективности проводимой в регионе политики развития сельских территорий. Люди отмечают изменения и ожидают позитивных перемен. Ключевым направлением развития сельских территорий должно становиться развитие их социальной сферы, поскольку качество медицинских и образовательных услуг в сельской местности большинством респондентов оцениваются как недостаточные. Росту качества образования в регионе может способствовать развитие системы агроклассов в рамках регионального проекта «Кадры в агропромышленном комплексе». Такие классы позволяют решать сразу несколько важных задач: повышение качества образования за счет применения современного оборудования и образовательных технологий; стимулирование интереса к аграрным профессиям и формирование у школьников

Таблица 4. **Динамика среднесрочных ожиданий населения относительно развития сельских территорий Кемеровской области — Кузбасса**
Table 4. **Medium-term dynamics of rural development expectations in Kemerovo region — Kuzbass**

Направление ожиданий	Период проведения опроса		
	октябрь-ноябрь 2025 г.	январь-февраль 2026 г.	май-июнь 2026 г.
Ожидания относительно развития социальной инфраструктуры	0,45	0,27	0,41
Ожидания относительно развития транспортной инфраструктуры	0,36	0,27	0,30
Ожидания относительно изменения уровня жизни сельского населения	0,22	0,16	0,15

Составлено авторами по результатам массовых опросов населения

Таблица 5. **Установки населения относительно развития сельских территорий Кемеровской области — Кузбасса и сельского образа жизни, %**
Table 5. **Public attitudes towards rural development and the rural lifestyle in Kemerovo region — Kuzbass, %**

Установка	Период проведения опроса		
	октябрь-ноябрь 2025 г.	январь-февраль 2026 г.	май-июнь 2026 г.
1) Я считаю, что в городе больше возможностей, чем в сельской местности	92,39	82,81	84,82
2) В сельском хозяйстве низкие зарплаты	69,21	61,20	57,33
3) Работа в сельском хозяйстве физически тяжелая	90,26	83,77	81,20
4) Жизнь в селе для пожилых людей, а не для молодежи	48,68	44,79	39,43
5) В большинстве сельских населенных пунктов отсутствует качественная медицина	86,05	83,07	81,15
6) В большинстве сельских населенных пунктов отсутствует качественное образование	80,21	76,56	71,02
7) Чтобы работать в сельском хозяйстве, нужно проживать в сельской местности	48,16	45,83	43,46
8) Экологическая обстановка в сельских территориях лучше, чем в городе	92,37	89,32	89,76
9) В сельских территориях нет работы	55,76	53,26	48,29
10) Жизнь в сельской местности идет медленнее, чем в городе	70,89	61,42	60,85

Составлено авторами по результатам массовых опросов населения

понимания относительно специфики работы в современных сельскохозяйственных организациях; создание маршрутов непрерывного аграрного образования — от школы до вуза.

В настоящее время важно создать в регионе условия для повышения привлекательности сельского хозяйства как сферы трудоустройства. Для этого требуется комплексная работа: важно доносить до молодежи информацию о современном развитии сельского хозяйства, особенностях труда в крупных сельскохозяйственных организациях и применяемых в аграрной сфере современных технологиях; необходимо адресно работать с сельской молодежью и студентами аграрных направлений подготовки с целью адресного изучения их установок и профессиональных предпочтений, а также разработки мероприятий по привлечению и закреплению в отрасль молодых кадров.

Кемеровская область — Кузбасс обладает подходящими условиями для развития маятниковой миграции и улучшения качества человеческого капитала сельского хозяйства благодаря привлечению в отрасль в качестве работников горожан, в том числе имеющих аграрное образование.

Список источников

1. Cowley, K.S., Meehan, M.L., Wilson, R.A., Wilson, N.M. Academic Aspirations and Expectations: Perceptions of Rural Seventh Graders and Their Parents. Available at: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED475913.pdf (accessed: 08.09.2025).
2. Elliot, T., Bromley, T., Chur-Hansen, A., Laurence, C. (2009). Expectations and experiences associated with rural GP placements. *Rural and Remote Health*, vol. 9, no. 4, pp. 1-12.
3. Hofstede, H., Salemink, K., Haartsen, T. (2022). The appreciation of rural areas and their contribution to young adults' staying expectations. *Journal of Rural Studies*, no. 95, pp. 148-159.
4. Аргынбаева Ж. Тенденции и особенности внешней миграции молодежи Казахстана в 2019-2023 годах: анализ структурных и мотивационных факторов // Казахстан-Спектр. 2025. Т. 113. №. 4. doi: 10.52536/2415-8216.2025.113.4.003. EDN NQVSVE
5. Балацкий Е.В., Екимова Н.А., Юревич М.А. Влияние ожиданий населения на макроэкономические параметры: эконометрическая оценка на примере России // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2020. № 2(156). С. 365-384. doi: 10.14515/monitoring.2020.2.666. EDN LRHQFX
6. Дементьева И.Н. Потребительские ожидания населения как индикатор социально-экономического развития территории // Журнал экономических исследований. 2024. Т. 10. № 3. С. 15-27. EDN IONHIB
7. Идрисов В.М., Бибеев Б.О. Миграционные установки трудоспособного населения как индикатор риска утечки человеческого капитала и угроза будущему развитию Уральского федерального округа // Молодежная неделя науки ИПМЭиТ: сборник трудов Всероссийской студенческой научно-учебной конференции с международным участием. В 6-ти частях, Санкт-Петербург, 01-06 декабря 2025 г. Часть 1. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2026. С. 298-301. EDN BFCHDI
8. Матвеева Е.В. Региональная специфика ожиданий студенческой молодежи в отношении развития сельских территорий // Российский политический процесс в региональном измерении: история, теория, практика. 2026. № 19. С. 45-51. EDN RAEDHM
9. Подойницына И.И., Леонтьев С.П. Маркеры социального самочувствия населения (на примере Республики Саха (Якутия) // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2026. № 2(101). С. 140-151. doi: 10.69571/SSPU.2026.101.2.013. EDN HLMWHD
10. Шилова А.Э., Матвеева Е.В., Чуркина Е.С. Ожидания населения относительно развития сельских территорий: методический подход и оценка на примере Кемеровской области — Кузбасса // Экономика, предпринимательство и право. 2026. Т. 16. № 6. doi: 10.18334/epp.16.6.126174
11. Шилова А.Э., Матвеева Е.В., Чуркина Е.С. Ожидания сельского населения: современные подходы, актуальные направления и перспективы исследований // Международный сельскохозяйственный журнал. 2026. № 2(411). С. 228-232. doi: 10.55186/25876740_2026_69_2_228. EDN TXEOWC
12. Шилова А.Э. Установки населения промышленного региона относительно развития сельских территорий (на примере Кемеровской области — Кузбасса) // Теория и практика современной аграрной науки: сборник IX Национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 27 февраля 2026 г. Часть 2. Новосибирск: ИЦ Университета биотехнологий «Золотой колос», 2026. С. 734-738. EDN CUPJCC

References

1. Cowley, K.S., Meehan, M.L., Wilson, R.A., Wilson, N.M. Academic Aspirations and Expectations: Perceptions of Rural Seventh Graders and Their Parents. Available at: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED475913.pdf (accessed: 08.09.2025).
2. Elliot, T., Bromley, T., Chur-Hansen, A., Laurence, C. (2009). Expectations and experiences associated with rural GP placements. *Rural and Remote Health*, vol. 9, no. 4, pp. 1-12.
3. Hofstede, H., Salemink, K., Haartsen, T. (2022). The appreciation of rural areas and their contribution to young adults' staying expectations. *Journal of Rural Studies*, no. 95, pp. 148-159.
4. Argynbaeva, Zh. (2025). Tendentsii i osobennosti vneshnei migratsii molodezhi Kazakhstana v 2019-2023 godakh: analiz strukturnykh i motivatsionnykh faktorov [Trends and characteristics of external migration among youth in Kazakhstan, 2019-2023: an analysis of structural and motivational factors]. *Kazakhstan-Spektr* [Kazakhstan-Spectrum], vol. 113, no. 4. doi: 10.52536/2415-8216.2025.113.4.003. EDN NQVSVE
5. Balatskii, E.V., Ekimova, N.A., Yurevich, M.A. (2020). Vliyanie ozhidanii naseleniya na makroehkonomicheskie parametry: ehkonometricheskaya otsenka na primere Rossii [Impact of people's expectations on macroeconomic parameters: an econometric assessment (Russia's case study)]. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny* [Monitoring of public opinion: economic and social changes], no. 2(156), pp. 365-384. doi: 10.14515/monitoring.2020.2.666. EDN LRHQFX
6. Dement'eva, I.N. (2024). Potrebitel'skie ozhidaniya naseleniya kak indikator sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya territorii [Consumer expectations of the population as an indicator of socio-economic development of the territory]. *Zhurnal ehkonomicheskikh issledovanii* [Journal of economic studies], vol. 10, no. 3, pp. 15-27. EDN IONHIB
7. Idrisov, V.M., Bibeev, B.O. (2026). Migratsionnye ustanovki trudosposobnogo naseleniya kak indikator riska utechki chelovecheskogo kapitala i ugroza budushchemu razvitiyu Ural'skogo federal'nogo okruga [Migration attitudes of the working-age population as an indicator of human capital leakage risk and a threat to the future development of the Ural Federal District]. *Molodezhnaya nedelya nauki IPMEhiT: sbornik trudov Vserossiiskoi studencheskoi nauchno-uchebnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. V 6-ti chastyakh, Sankt-Peterburg, 01-06 dekabrya 2025 g. Chast' 1* [IPMEiT Youth Science Week: proceedings of the All-Russian Student Scientific and Educational Conference with International participation. In 6 parts, St. Petersburg, December 01-06, 2025, Part 1]. Saint-Petersburg, POLITEKh-PRESS Publ., pp. 298-301. EDN BFCHDI
8. Matveeva, E.V. (2026). Regional'naya spetsifika ozhidanii studencheskoi molodezhi v otnoshenii razvitiya sel'skikh territorii [Regional specifics of student expectations regarding rural development]. *Rossiiskii politicheskii protsess v regional'nom izmerenii: istoriya, teoriya, praktika*, no. 19, pp. 45-51. EDN RAEDHM
9. Podoinitsyna, I.I., Leont'ev, S.P. (2026). Markery sotsial'nogo samochuvstviya naseleniya (na primere Respubliki Sakha (Yakutiya) [Markers of social well-being of the population (on the example of the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Surgut State Pedagogical University], no. 2(101), pp. 140-151. doi: 10.69571/SSPU.2026.101.2.013. EDN HLMWHD
10. Shilova, A.Eh., Matveeva, E.V., Churkina, E.S. (2026). Ozhidaniya naseleniya otnositel'no razvitiya sel'skikh territorii: metodicheskii podkhod i otsenka na primere Kemerovskoi oblasti — Kuzbassa [Population's expectations regarding the rural areas development: a methodological approach and assessment (on the example of the Kemerovo Region — Kuzbass)]. *Ehkonomika, predprinimatel'stvo i parvo* [Economics, entrepreneurship and law], vol. 16, no. 6. doi: 10.18334/epp.16.6.126174
11. Shilova, A.Eh., Matveeva, E.V., Churkina, E.S. (2026). Ozhidaniya sel'skogo naseleniya: sovremennye podkhody, aktual'nye napravleniya i perspektivy issledovanii [Expectations of the rural population: modern approaches, current directions and prospects of research]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2(411), pp. 228-232. doi: 10.55186/25876740_2026_69_2_228. EDN TXEOWC
12. Shilova, A.Eh. (2026). Ustanovki naseleniya promyshlennogo regiona otnositel'no razvitiya sel'skikh territorii (na primere Kemerovskoi oblasti — Kuzbassa) [Attitudes of the population of an industrial region regarding the development of rural areas (on the example of the Kemerovo region — Kuzbass)]. *Teoriya i praktika sovremennoi agrarnoi nauki: sbornik IX Natsional'noi (Vserossiiskoi) nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirsk, 27 fevralya 2026 g. Chast'* 2 [Theory and practice of modern agricultural science: proceedings of the IX National (All-Russian) Scientific Conference with International participation, Novosibirsk, February 27, 2026. Part 2]. Novosibirsk, IC of the University of Biotechnologies "Golden Ear", pp. 734-738. EDN CUPJCC

Информация об авторах:

Шилова Анна Эдуардовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и агробизнеса,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7416-8653, Scopus ID: 57204949488, Researcher ID: AAG-4957-2019, SPIN-код: 7646-6558, shilova.anna2014@yandex.ru
Матвеева Елена Викторовна, доктор политических наук, доцент,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7001-6935, Scopus ID: 57210832919, Researcher ID: ABG-3312-2021, SPIN-код: 4381-2453, mev.matveeva2020@yandex.ru
Чуркина Екатерина Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и агробизнеса,
ORCID: http://orcid.org/0009-0006-1172-3855, ekaterina-bobren@mail.ru

Information about the authors:

Anna E. Shilova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of management and agribusiness,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7416-8653, Scopus ID: 57204949488, Researcher ID: AAG-4957-2019, SPIN-code: 7646-6558, shilova.anna2014@yandex.ru
Elena V. Matveeva, doctor of political sciences, associate professor,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7001-6935, Scopus ID: 57210832919, Researcher ID: ABG-3312-2021, SPIN-code: 4381-2453, mev.matveeva2020@yandex.ru
Ekaterina S. Churkina, candidate of economic sciences, associate professor of the department of management and agribusiness,
ORCID: http://orcid.org/0009-0006-1172-3855, ekaterina-bobren@mail.ru

✉ **ekaterina-bobren@mail.ru**

Научная статья
УДК 338.43
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_923

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ФИНАНСОВЫЙ АСПЕКТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «КОМПЛЕКСНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ»

А.В. Носов, Ю.А. Алимова, О.Н. Кухарев, Д.Д. Полякова

Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

Аннотация. В контексте современной социально-экономической политики Российской Федерации, обеспечение устойчивого развития сельских территорий приобретает статус приоритетной задачи. Сельские территории, играющие ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и представляющие значительный потенциал для извлечения природных ресурсов, сталкиваются с комплексом проблематик, включающих демографический отток, старение населения, а также деградацию социальной и инженерной инфраструктуры. В рамках данной проблемы особую значимость приобретает анализ финансовых механизмов государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий».

Ключевые слова: государственная программа, комплексное развитие сельских территорий, финансирование, бюджетные ассигнования, федеральный бюджет, региональный бюджет, местный бюджет, внебюджетные источники, сельская инфраструктура, Пензенская область

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на выполнение Соглашения № 075-15-2026-197 о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий.

Original article

STATE SUPPORT FOR RURAL AREAS: THE FINANCIAL ASPECT OF IMPLEMENTING THE PROGRAM “INTEGRATED DEVELOPMENT OF RURAL AREAS IN THE PENZA REGION”

A.V. Nosov, Yu.A. Alimova, O.N. Kukharev, D.D. Polyakova

Penza State Agrarian University, Penza, Russia

Abstract. In the context of the current socio-economic policy of the Russian Federation, ensuring the sustainable development of rural areas has become a priority task. Rural areas, which play a crucial role in ensuring food security and have significant potential for extracting natural resources, face a range of challenges, including demographic outflows, aging populations, and the degradation of social and engineering infrastructure. In this context, analyzing the financial mechanisms of the state program “Integrated Development of Rural Areas” becomes particularly important.

Keywords: state program, integrated development of rural areas, financing, budget allocations, federal budget, regional budget, local budget, extra-budgetary sources, rural infrastructure, Penza region

Acknowledgments: the study was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under Agreement No. 075-15-2026-197 on the provision of grants in the form of subsidies from the federal budget.

Введение. В условиях современности устойчивое развитие сельских территорий России является одной из важнейших задач государственной социально-экономической политики.

С одной стороны, сельская местность остается основным источником продовольственной безопасности и природных ресурсов, а с другой — сталкивается с серьезными демографическими и инфраструктурными вызовами, такими как отток населения, старение трудоспособного населения и упадок социальной сферы. Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий» (КРСТ) нацелена на решение этих проблем посредством комплексного подхода, который включает жилищное строительство, развитие транспортной и коммунальной инфраструктуры, благоустройство и кадровую поддержку.

Цель исследования — на примере Пензенской области проанализировать финансовое обеспечение госпрограммы КРСТ и оценить его значение.

В рамках исследования решены следующие задачи: проведен анализ структуры и динамики финансового обеспечения госпрограммы КРСТ; выявлены отклонения между плановыми и фактическими показателями финансирования; проведена оценка эффективности реализации подпрограмм; проведена оценка роли государственной поддержки в решении социально-экономических задач села.

Методы исследования. В рамках статьи использовались общие и специальные методы исследования, в том числе экономико-статистический, балансовый, нормативный, диагностики, сценариев, экономико-математического моделирования.

Анализ современного финансового обеспечения государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» проводился по 27 муниципальным районам Пензенской области, сгруппированным по пяти годам — с 2021 по 2025 гг.

Объектом исследования являются сельские территории Пензенской области.

Информационной базой послужили официальные документы, такие как государственная программа КРСТ, научные публикации по вопросам развития сельских территорий, данные Федеральной службы государственной статистики за 2021-2025 гг.

Результаты и обсуждение. Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий Пензенской области» нацелена на решение ключевой демографической и социально-экономической задачи — сохранение сельского населения. Первоначально проектирование программы предусматривало ее реализацию с 2020 по 2025 гг., однако, в связи с необходимостью продления сроков ее действия, программа была продлена до 2027 г. Структурно программа представлена тремя основными подпрограммами:

Подпрограмма 1. «Создание условий для обеспечения доступным и комфортным жильем сельского населения». Цель подпрограммы: сохранение общей численности сельского населения Пензенской области на уровне не менее 31,2% к 2027 г.

Подпрограмма 2. «Развитие рынка труда (кадрового потенциала) на сельских территориях». Цель подпрограммы: увеличение соотношения среднемесячных располагаемых ресурсов сельского и городского домохозяйств до 73,58% к 2027 г.

Подпрограмма 3. «Создание и развитие инфраструктуры на сельских территориях». Цель подпрограммы: увеличение доли общей площади благоустроенных жилых помещений в сельских населенных пунктах до 56,0% к 2027 г.

Обратимся к плановым показателям ресурсного обеспечения программы (рис. 1).

За период с 2020 по 2025 гг. общий объем бюджетных ассигнований, предусмотренных плановыми показателями, должен был составить почти

© Носов А.В., Алимова Ю.А., Кухарев О.Н., Полякова Д.Д., 2026

3,8 млрд руб., в том числе: средства федерального бюджета — 1,5 млрд руб., из них средства бюджета Пензенской области — 1,9 млрд руб., бюджеты муниципальных образований — 48,6 млн руб., внебюджетные средства — 316,3 млн руб.

На основании представленного рисунка 1 можно сделать следующие выводы о ресурсном обеспечении государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» в 2020-2025 гг.

Наибольшие объемы средств приходятся на федеральный бюджет и бюджет Пензенской области — их показатели многократно превышают значения по другим источникам. Это свидетельствует о высокой степени государственной поддержки программы и о том, что развитие сельских территорий в регионе осуществляется преимущественно за счет централизованных бюджетных ассигнований. Значения по строке «бюджеты муниципальных образований» являются наименьшими среди всех источников. Это подтверждает ограниченность финансовых возможностей местных бюджетов, что согласуется с ранее выявленной тенденцией их периферийной роли в софинансировании. Показатели по внебюджетным источникам также относительно невелики по сравнению с другими источниками, причем их значения колеблются, что может указывать на неустойчивый интерес частных инвесторов к сельским инфраструктурным проектам.

Таким образом, рисунок 1 наглядно демонстрирует, что финансирование КРСТ в Пензенской области является высокоцентрализованным с акцентом на федеральный и региональный уровни, при этом потенциал муниципальных образований и внебюджетных источников используется недостаточно.

Исследование структуры финансирования социальных программ, направленных на поддержку строительства и приобретения жилья для граждан, проживающих в сельских районах Пензенской области, обнаружило значительную зависимость от государственного финансирования (рис. 2).

Согласно данным, за период с 2020 по 2025 гг. общий объем выделенных ассигнований составил 296,2 млн руб. Из этой суммы средства бюджета Пензенской области составили 132,7 млн руб., что эквивалентно 44,8% от общего объема финансирования. Кроме того, совокупная доля финансирования из федерального и местного бюджетов достигла 54,2%, что свидетельствует о продолжительной финансовой нагрузке на государственный бюджет в контексте решения жилищных вопросов в сельской местности.

Проведенный анализ демонстрирует устойчивую положительную динамику показателя общей площади жилых помещений и площади, приходящейся в среднем на одного сельского жителя Пензенской области (рис. 3 и 4).

В рамках программы реализуется строительство (приобретение) жилья в целях предоставления гражданам по договору найма жилого помещения (рис. 5).

На основании рисунка 5 максимальное значение выделенных средств было зафиксировано в 2024 г. — 430,4 млн руб. Основным источником финансирования являются средства федерального бюджета, они выступают гарантом реализации социальных обязательств перед сельским населением, обеспечивая стабильность строительства объектов социальной и инженерной инфраструктуры, в то время как внебюджетные средства (включая средства инвесторов, застройщиков и кредитных организаций) позволяют компенсировать дефицит публичных ресурсов и ускорять ввод жилья в эксплуатацию. При этом средства бюджета Пензенской области и бюджетов муниципальных образований в структуре финансирования мероприятий КРСТ занимают крайне незначительную долю, что подтверждает ранее выявленную тенденцию к их периферийной роли. Данное обстоятельство создает риски снижения оперативности управления на местах и ограничивает возможности муниципалитетов самостоятельно корректировать перечень строящихся объектов под актуальные локальные потребности.

Всего за действие программы 342 семьи обеспечены жильем, предоставляемым по договору найма жилого помещения.

Одним из векторов деятельности программы является благоустройство сельских территорий (рис. 6). Данная программа включает:

- создание и обустройство комплексных открытых общественных пространств на территориях парков, площадей, скверов, набережных, озелененных территорий с минимальным набором функциональных зон;
- обустройство дворовых территорий;
- обустройство улично-дорожной сети;
- создание и обустройство детских игровых площадок;
- создание и обустройство спортивных площадок;
- создание, сохранение и восстановление объектов культурного значения;
- приобретение техники для механизированной уборки и содержания территории.

За весь период реализации программы было израсходовано 371,8 млн руб. из федерального бюджета, 19,5 млн руб. из бюджета Пензенской области, 49,6 млн руб. из местных бюджетов и 124,4 млн руб. из внебюджетных источников. В 2025 г. в рамках программы комплексного развития сельских территорий Пензенской области было реализовано 20 проектов по улучшению инфраструктуры.

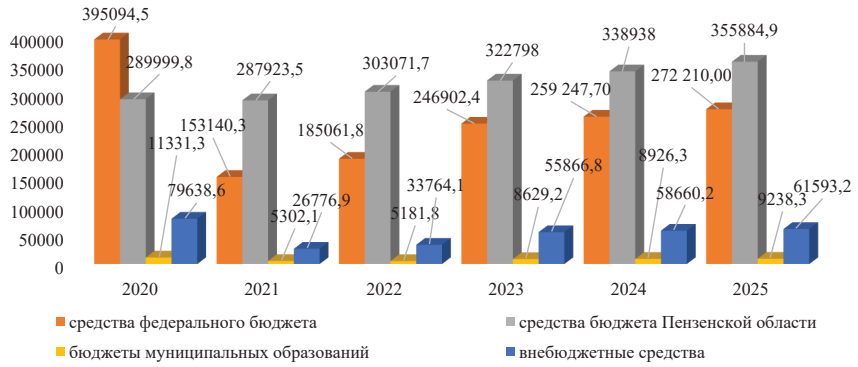


Рисунок 1. **Ресурсное обеспечение государственной программы КРСТ (2020-2025 гг.), млн руб. (плановые показатели)**
Figure 1. **Resource support for the State program "Integrated Development of Rural Areas" (2020-2025), million rubles (planned indicators)**

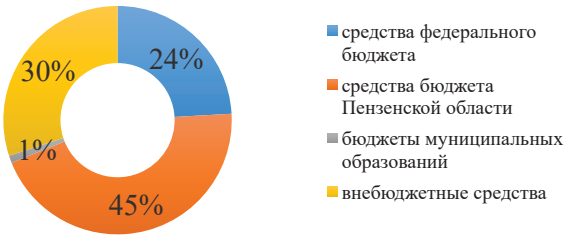


Рисунок 2. **Объем бюджетных ассигнований на социальные выплаты на строительство (приобретение) жилья гражданам, проживающим на сельских территориях, %**
Figure 2. **Budget allocations for social payments for the construction (purchase) of housing for citizens living in rural areas, %**

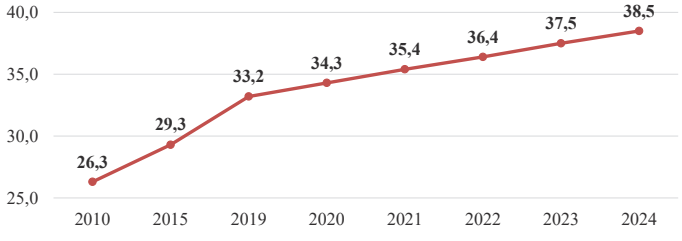


Рисунок 3. **Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного сельского жителя, кв. м**
Figure 3. **Average total living space per rural resident, square meters**

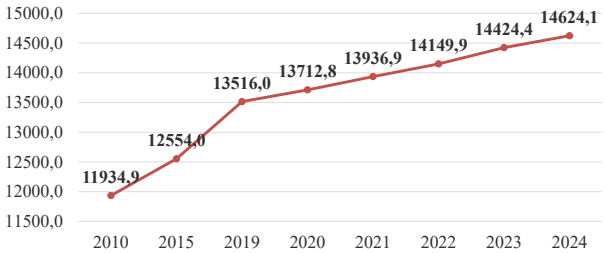


Рисунок 4. **Общая площадь жилых помещений, тыс. кв. м**
Figure 4. **Total area of residential premises, thousand square meters**

На развитие транспортной инфраструктуры на сельских территориях израсходовано 3336,6 млн руб. (рис. 7). Основным источником финансирования стал бюджет Пензенской области — 2392,3 млн руб., или 71,6%, что говорит о высоком приоритете данного направления для региона. Эти инвестиции позволят улучшить качество жизни жителей сельских населенных пунктов, обеспечив им доступ к более комфортному и безопасному транспортному сообщению.

Общий объем бюджетных ассигнований на водоснабжение в рамках программы за 2020-2021 гг. составил 31,7 млн руб., на газификацию — 6,1 млн руб. В дальнейшем финансирование водоснабжения и газификации включили в программу «Современный облик сельских территорий» — 645 млн руб., что свидетельствует о приоритете комплексного инфраструктурного обустройства села.

Значительный объем ассигнований на комплексную жилищную застройку (71,9 млн руб. в 2022 г.) демонстрирует точечную концентрацию средств в рамках узких направлений, что характерно для проектного подхода. Программа содействия занятости населения и возмещения затрат за практику студентов получила за 2020-2024 гг. лишь 16,32 млн руб., что на фоне общих объемов выглядит как периферийное направление, несмотря на его значение для закрепления кадров на селе. В 2025 г. затраты по данному направлению перенесли в федеральный проект «Кадры в АПК».

На основе анализа данных, представленных на рисунке 8, можно констатировать, что в течение шестилетнего периода наблюдалось значительное превышение фактических объемов финансирования над плановыми показателями как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Конкретно, объем средств, выделенных из федерального бюджета, оказался на 73% выше запланированного, что эквивалентно сумме в 1102,14 млн руб. Это свидетельствует о значительной поддержке федерального центра в рамках реализации программы и о результативной деятельности региональных органов власти по привлечению дополнительных финансовых ресурсов.

В контексте регионального финансирования Пензенской области также зафиксировано освоение средств на 37% выше запланированного объема, что составляет 704,90 млн руб. Такой факт указывает на высокий уровень финансовой дисциплины в регионе и возможное расширение объема программных мероприятий в процессе их реализации.

В то же время бюджеты муниципальных образований были освоены лишь на 78,5% от запланированного объема, что соответствует недофинансированию в размере 53,41 млн руб. Возможные причины такого положения могут заключаться в ограниченности бюджетных ресурсов муниципалитетов, низкой налоговой базе сельских поселений или в перераспределении части расходов на уровень региональной власти.

Особое внимание заслуживает ситуация с привлечением внебюджетных средств: фактическое исполнение составило лишь 46,7% от запланированного, что соответствует недополучению 700,90 млн руб. Это может отражать осторожный подход частных инвесторов к финансированию сельской инфраструктуры, пересмотр инвестиционных программ сельскохозяйственными предприятиями и, возможно, завышение первоначальных плановых показателей по этому источнику финансирования на этапе разработки программы.

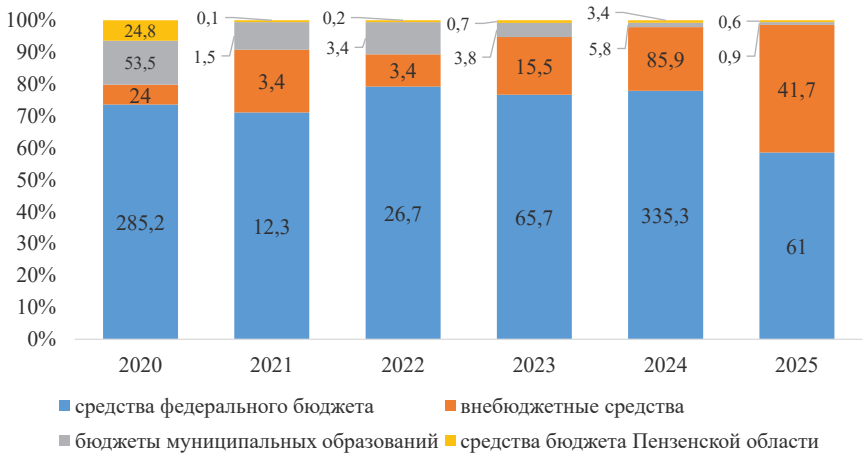


Рисунок 5. **Объем бюджетных ассигнований на строительство (приобретение) жилья в целях предоставления гражданам по договору найма жилого помещения**
Figure 5. **Budget allocations for the construction (acquisition) of housing for rental to citizens**

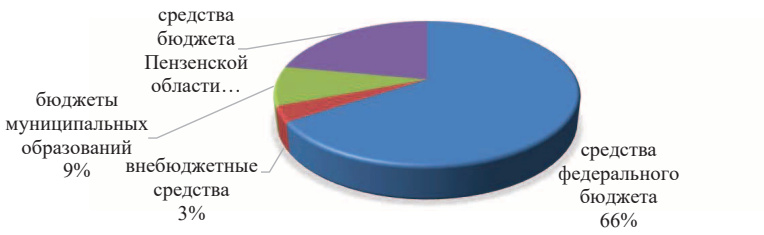
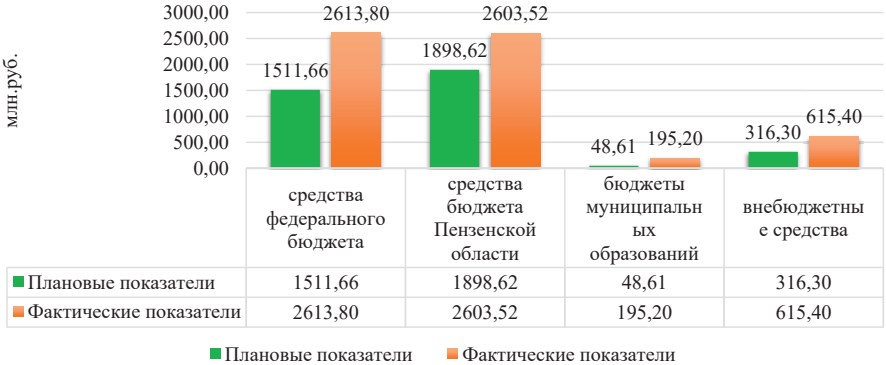


Рисунок 6. **Объем бюджетных ассигнований на благоустройство сельских территорий Пензенской области**
Figure 6. **Budget allocations for rural development in the Penza region**



Рисунок 7. **Объем бюджетных ассигнований на развитие транспортной инфраструктуры на сельских территориях Пензенской области**
Figure 7. **Budget allocations for the development of transport infrastructure in rural areas of the Penza region**



	средства федерального бюджета	средства бюджета Пензенской области	бюджеты муниципальных образований	внебюджетные средства
Плановые показатели	1511,66	1898,62	48,61	316,30
Фактические показатели	2613,80	2603,52	195,20	615,40

Рисунок 8. **Ресурсное обеспечение государственной программы КРСТ (2020-2025 гг.), млн руб. (фактические показатели)**
Figure 8. **Resource support for the State program "Integrated Development of Rural Areas" (2020-2025), million rubles (actual figures)**

Структура фактического финансирования демонстрирует существенное отклонение от плановой. Основная нагрузка по финансированию программы была перенесена на федеральный и региональный бюджеты, которые в совокупности обеспечили 82,2% всех средств, в сравнении с 68,6% по плану. Доля внебюджетных источников финансирования сократилась более чем в 2,7 раза относительно запланированных показателей.

Данные свидетельствуют о высокой эффективности деятельности органов власти Пензенской области в части привлечения бюджетных средств для реализации программы комплексного развития сельских территорий, что позволило обеспечить полное выполнение запланированных мероприятий. Однако, несмотря на успешность программы с точки зрения бюджетного обеспечения, необходимо продолжить работу по привлечению внебюджетных инвестиций и усилению роли муниципальных образований в софинансировании программных мероприятий.

Финансирование программы комплексного развития сельских территорий (КРСТ) в Пензенской области осуществляется преимущественно за счет федеральных и региональных бюджетов, на долю которых приходится 82,2% от общего объема выделенных финансовых ресурсов. Анализ освоения бюджетных средств показывает, что фактические показатели превышают запланированные на 73 и 37% соответственно, что свидетельствует о высокой эффективности деятельности органов власти региона в части привлечения государственных инвестиций. В контрасте с этим, местные бюджеты были использованы лишь на 78,5% от запланированного объема, а средства из внебюджетных источников — на 46,7%, что отражает ограниченные финансовые возможности муниципальных образований и низкий уровень инвестиционной активности частного сектора в сфере сельской инфраструктуры.

Реализация программы КРСТ способствовала значительному социально-экономическому прогрессу, что находит отражение в обеспечении жилищными условиями 342 семей, осуществлении 20 проектов по благоустройству, а также в улучшении транспортной и коммунальной инфраструктуры.

Для повышения эффективности программы КРСТ необходимо активизировать привлечение внебюджетных инвестиций, укрепить роль муниципальных образований в процессе реализации программы.

Список источников

1. Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» (ред. от 31.07.2025) // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/ (дата обращения: 26.04.2026).

2. Об утверждении государственной программы Пензенской области «Комплексное развитие сельских территорий Пензенской области»: постановление Правительства Пензенской области от 25.10.2019 № 679-пП (ред. от 01.04.2026). URL: https://docs.cntd.ru/document/561646874 (дата обращения: 25.04.2026).

3. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 31.05.2019 № 696 (ред. от 25.12.2025). URL: https://base.garant.ru/72260516/ (дата обращения: 25.04.2026).

4. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015 № 151-р (ред. от 13.01.2020). URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=297171 (дата обращения: 25.04.2026).

5. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (ред. от 03.07.2016) // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 26.04.2026).

6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/?http://www.gks.ru (дата обращения: 25.04.2026).

7. Официальный сайт Министерства финансов РФ, информационно- аналитический раздел. URL: http://www.info.ninfin.ru (дата обращения: 25.04.2026).

8. Носов А.В., Тагирова О.А., Федотова М.Ю. и др. Влияние государственной поддержки на результаты сельскохозяйственного производства // Нива Поволжья. 2025. № 3(75). doi: 10.36461/NP.2025.75.3.011. EDN WGSRYA

9. Позубенкова Э.И., Гурьянова Н.М., Рассыпнова Ю.Ю. Занятость и доходы сельского населения: региональный аспект // Нива Поволжья. 2023. № 2(66). doi: 10.36461/NP.2023.66.2.020. EDN DMAZEJ

10. Алимова Ю.А., Носов А.В. Анализ эффективности земских программ в контексте кадрового обеспечения российского села // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сборник статей III Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, Пенза, 28-29 апреля 2026 г. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2026. С. 689-695. EDN ZXHAOL

References

1. Federal'nyi zakon ot 29.12.2006 № 264-FZ «O razvitii sel'skogo khozyaistva» (red. ot 31.07.2025) [Federal Law of 29.12.2006 No. 264-FZ "On the Development of Agriculture" (as amended on 31.07.2025)]. *Reference and legal system "ConsultantPlus"*. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/ (accessed: 26.04.2026).

2. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Penzenskoi oblasti «Kompleksnoe razvitie sel'skikh territorii Penzenskoi oblasti»: postanovlenie Pravitel'stva Penzenskoi oblasti ot 25.10.2019 № 679-pP (red. ot 01.04.2026) [Resolution of the Government of the Penza Region of 25.10.2019 No. 679-pP "On the Approval of the State Program of the Penza Region "Integrated Development of Rural Territories of the Penza Region" (as amended on 01.04.2026)]. Available at: https://docs.cntd.ru/document/561646874 (accessed: 25.04.2026).

3. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii «Kompleksnoe razvitie sel'skikh territorii» i o vnesenii izmenenii v nekotorye akty Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 31.05.2019 № 696 (red. ot 25.12.2025) [Resolution of the Government of the Russian Federation of 31.05.2019 No. 696 "On the Approval of the State Program of the Russian Federation "Integrated Development of Rural Territories' and on Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation" (as amended on 25.12.2025)]. Available at: https://base.garant.ru/72260516/ (accessed: 25.04.2026).

4. Ob utverzhdenii Strategii ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 02.02.2015 № 151-r (red. ot 13.01.2020) [Order of the Government of the Russian Federation of 02.02.2015 No. 151-r "On the Approval of the Strategy for Sustainable Development of Rural Territories of the Russian Federation for the Period up to 2030" (as amended on 13.01.2020)]. Available at: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=297171 (accessed: 25.04.2026).

5. Federal'nyi zakon ot 06.10.2003 № 131-FZ «Ob obshchikh printsipakh organizatsii mestnogo samoupravleniya v Rossiiskoi Federatsii» (red. ot 03.07.2016) [Federal Law of 06.10.2003 No. 131-FZ "On the General Principles of the Organization of Local Self-Government in the Russian Federation" (as amended on 03.07.2016)]. *Reference and legal system "ConsultantPlus"*. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (accessed: 26.04.2026).

6. Ofitsial'nyi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki [Official Website of the Federal State Statistics Service]. Available at: https://rosstat.gov.ru/?http://www.gks.ru (accessed: 25.04.2026).

7. Ofitsial'nyi sait Ministerstva finansov RF, informatsionno-analiticheskii razdel [Official Website of the Ministry of Finance of the Russian Federation, Information and Analytical Section]. Available at: http://www.info.ninfin.ru (accessed: 25.04.2026).

8. Nosov, A.V., Tagirova, O.A., Fedotova, M.Yu. i dr. (2025). Vliyanie gosudarstvennoi podderzhki na rezul'taty sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [The Impact of State Support on the Results of Agricultural Production]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 3(75). doi: 10.36461/NP.2025.75.3.011. EDN WGSRYA

9. Pozubenkova, Eh.I., Gur'yanova, N.M., Rassypnova, Yu.Yu. (2023). Zanyatost' i dokhody sel'skogo naseleniya: regional'nyi aspekt [Employment and Income of the Rural Population: Regional Aspect]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 2(66). doi: 10.36461/NP.2023.66.2.020. EDN DMAZEJ

10. Alimova, Yu.A., Nosov, A.V. Analiz ehffektivnosti zemskikh programm v kontekste kadrovogo obespecheniya rossiiskogo sela (2026). [Analysis of the Effectiveness of Zemstvo Programs in the Context of Staffing of the Russian Village]. *Regional'nye problemy ustoichivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh tsifrovoi transformatsii: sbornik statei III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 75-letiyu FGBOU VO Penzenskii GAU, Penza, 28-29 aprelya 2026 g.* [Regional Problems of Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Digital Transformation: Collection of Articles of the III International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 75th Anniversary of Penza State Agrarian University, Penza, April 28-29, 2026]. Penza, Penza State Agrarian University, pp. 689-695. EDN ZXHAOL

Информация об авторах:

Носов Алексей Викторович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов и информатизации бизнеса,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1112-3116, Scopus ID: 57221330552, Researcher ID: AAB-9229-2022, nosov.a.v@pgau.ru
Алимова Юлия Александровна, аспирантка кафедры финансов и информатизации бизнеса,
ORCID: http://orcid.org/0009-0009-3142-4432, Researcher ID: RCY-0621-2026, SPIN-код: 5840-7838, alimova.y.a@pgau.ru
Кухарев Олег Николаевич, доктор технических наук, профессор, ректор,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3519-4066, Scopus ID: 56716528700, Researcher ID: A-2804-2019, kucharev.o.n@pgau.ru
Полякова Диана Дмитриевна, специалист отдела дополнительного образования и профессионального обучения, polyakova.d.d@pgau.ru

Information about the authors:

Alexey V. Nosov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of finance and business informatization,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1112-3116, Scopus ID: 57221330552, Researcher ID: AAB-9229-2022, nosov.a.v@pgau.ru
Yulia A. Alimova, postgraduate student of the department of finance and business informatization,
ORCID: http://orcid.org/0009-0009-3142-4432, Researcher ID: RCY-0621-2026, SPIN-code: 5840-7838, alimova.y.a@pgau.ru
Oleg N. Kukharev, doctor of technical sciences, professor, rector,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3519-4066, Scopus ID: 56716528700, Researcher ID: A-2804-2019, kucharev.o.n@pgau.ru
Diana D. Polyakova, specialist of the department of additional education and professional training, polyakova.d.d@pgau.ru

✉ **alimova.y.a@pgau.ru**

Научная статья
УДК 338.43; 330.34; 504.03
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_927

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ АГРАРНЫХ РЫНКОВ К ДЕФОРМАЦИИ ГЛОБАЛЬНОГО РЫНКА УДОБРЕНИЙ

М.В. Головко[1], М.В. Белоусов[1], А.В. Анцибор[2]

[1]Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия
[2]Волгодонский инженерно-технический институт — филиал Национального
исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Россия

Аннотация. В статье анализируются адаптационные стратегии стран, импортирующих продовольствие, в условиях изменения мирового рынка азотных удобрений под влиянием геополитических шоков 2025-2026 гг. Цель работы — систематизировать региональные подходы к адаптации, выявить определяющие их факторы и оценить эффективность для продовольственной безопасности. Исследование опирается на системную методологию анализа цепочек поставок, эмпирическую базу составляют данные Argus Media о мощностях, производстве, торговле аммиаком и проектах «зеленого» аммиака; используются методы сравнительного анализа, типологизации и статистической оценки. Установлено, что синхронное сокращение экспортных потоков с Ближнего Востока и из Китая породило эффект «двойного разрыва», который привел к росту цен и смещению спроса в пользу российских производителей. Предложена типология из четырех моделей адаптации: наращивание собственного производства, диверсификация поставок, переход на «зеленый» аммиак и институциональные меры. Выбор конкретной модели зависит от ресурсного потенциала, географического положения, институциональной среды и инвестиционной привлекательности. Показано, что комбинированные стратегии, объединяющие диверсификацию импорта и развитие собственного производства с элементами «зеленых» технологий, обеспечивают наибольшую устойчивость в долгосрочной перспективе. Сделан вывод, что практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов для совершенствования региональных программ продовольственной безопасности, государственного регулирования рынка удобрений и международной координации с целью снижения уязвимости глобальных продовольственных цепочек.

Ключевые слова: региональная экономика, адаптационные стратегии, аграрные рынки, азотные удобрения, геополитические шоки, продовольственная безопасность, глобальные цепочки поставок, «зеленый» аммиак

Original article

REGIONAL ASPECTS OF AGRICULTURAL MARKET ADAPTATION TO THE DEFORMATION OF THE GLOBAL FERTILIZER MARKET

M.V. Golovko[1], M.V. Belousov[1], A.V. Antsibor[2]

[1]Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
[2]Volgodonsk Engineering and Technical Institute — branch of National Research
Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Russia

Abstract. The article analyzes adaptation strategies of food-importing countries under the changing global nitrogen fertilizer market influenced by geopolitical shocks of 2025-2026. The aim is to systematize regional adaptation approaches, identify determining factors, and assess their effectiveness for food security. The research relies on a systemic supply chain analysis methodology; the empirical base comprises Argus Media data on capacities, production, ammonia trade, and "green" ammonia projects; methods of comparative analysis, typologization, and statistical evaluation are used. It has been established that the synchronous reduction in export flows from the Middle East and China created a "double gap" effect, which led to price increases and a demand shift in favor of Russian producers. A typology of four adaptation models is proposed: increasing domestic production, diversifying supplies, transitioning to "green" ammonia, and institutional measures. The choice of a specific model depends on resource potential, geographic location, institutional environment, and investment attractiveness. It is shown that combined strategies, integrating import diversification and development of domestic production with "green" technology elements, ensure the greatest long-term sustainability. It is concluded that the practical significance of the work lies in the possibility of using the obtained results to improve regional food security programs, state regulation of the fertilizer market, and international coordination to reduce the vulnerability of global food chains.

Keywords: regional economics, adaptation strategies, agricultural markets, nitrogen fertilizers, geopolitical shocks, food security, global supply chains, "green" ammonia

Введение. Глобальная продовольственная безопасность находится в прямой зависимости от бесперебойного функционирования международных цепочек поставок критически важных промежуточных ресурсов. Среди них ключевая роль отводится азотным удобрениям — аммиаку и карбамиду, производство которых неразрывно связано с доступом к природному газу. Технология синтеза аммиака по методу Габера-Боша требует значительных объемов энергоносителей, что формирует жесткую технологическую и ценовую взаимосвязь между энергетическими и аграрными рынками. В условиях нарастающей геополитической нестабильности она трансформируется в системный риск, способный через шоки на сырьевых и транспортных рынках дестабилизировать продовольственное обеспечение в странах — нетто-импортерах продовольствия [1, 2].

В 2025-2026 гг. мировая газохимическая инфраструктура столкнулась с беспрецедентным комплексом вызовов. Европейский союз, реализуя стратегический курс на декарбонизацию экономики и снижение энергетической зависимости, принял Регламент (EU) 2026/261, предусматривающий поэтапный запрет импорта природного газа из Российской Федерации. Одновременно с этим эскалация военно-политического конфликта на Ближнем Востоке в начале 2026 г. привела к фактической блокировке Ормузского пролива — критического морского коридора, обеспечивающего, по различным оценкам, до 35% мировых морских поставок удобрений [3, 4].

Сложившаяся ситуация создает прямые угрозы для развивающихся экономик Азии, Латинской Америки и Африки, выступающих основными реципиентами ближневосточных азотных удобрений. По оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, сбои в поставках аммиака и карбамида могут спровоцировать снижение урожайности зерновых культур и ускорение продовольственной инфляции в этих регионах. Дополнительным дестабилизирующим фактором выступает

© Головко М.В., Белоусов М.В., Анцибор А.В., 2026
Международный сельскохозяйственный журнал, 2026, том 69, № 7 (416), с. 927-931.

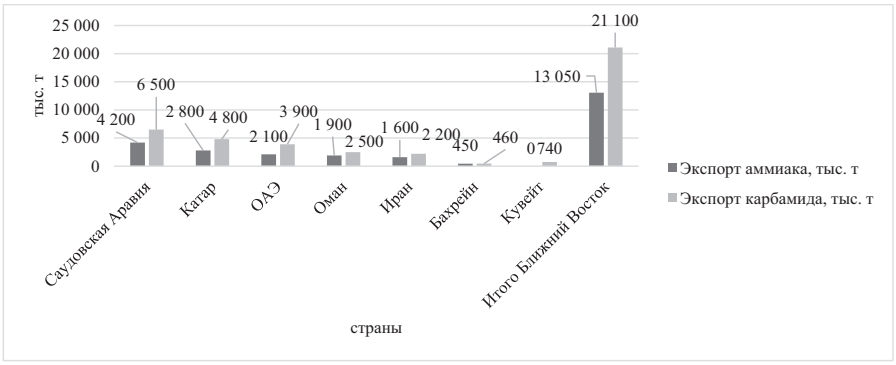
структурная трансформация мирового рынка удобрений, обусловленная сокращением китайского экспорта вследствие введения экспортных квот и ужесточения экологического регулирования [5, 6].

Указанные процессы формируют качественно новую архитектуру глобальных продовольственных цепочек, в рамках которой интеграция аграрных рынков развивающихся стран все в большей степени детерминируется не только экономическими факторами, но и геополитической устойчивостью транзитных маршрутов и структурой предложения удобрений. Это обусловливает необходимость системного анализа адаптационных стратегий, которые страны-импортеры продовольствия могут использовать для минимизации негативных последствий деформации глобального рынка удобрений.

Цель настоящего исследования состоит в выявлении и систематизации адаптационных стратегий стран-импортеров продовольствия в региональном разрезе, определении факторов, обусловливающих выбор той или иной стратегии, и оценке их эффективности для обеспечения продовольственной безопасности в условиях сохраняющейся геополитической неопределенности.

Научная актуальность исследования заключается в следующем. Количественно обоснован эффект «двойного разрыва» на мировом рынке азотных удобрений, обусловленный синхронным сокращением экспортных потоков из стран Ближнего Востока и Китая под воздействием геополитических факторов. Разработана типология адаптационных стратегий для стран-импортеров продовольствия, включающая четыре модели. Систематизированы региональные закономерности выбора данных стратегий в зависимости от ресурсного потенциала, географического положения и уровня институционального развития. На основе данных Argus Media проведена количественная оценка динамики мощностей по производству аммиака в разрезе регионов и выполнен прогноз структурных сдвигов на глобальном рынке удобрений до 2030 г.

Ход исследования определяется последовательным решением задач на основе теоретико-методологического фундамента. Теоретической основой выступают концепции уязвимости цепочек поставок в условиях геополитической нестабильности. В работе Квицова Р., Бальмаседы М. и Гольдтау А. обоснован «нексус-подход», рассматривающий рынок удобрений на пересечении геополитических, декарбонизационных и промышленных трендов [1]. Кипарисов П. и Фольберт С. разработали модель каскадных сбоев в системе «энергетика — удобрения — продовольствие», охватывающую 208 стран и показывающую мультипликативное усиление шоков [2]. Стейнбах С. с соавторами проанализировали трансмиссию эффектов от закрытия Ормузского пролива через рынки удобрений в аграрный сектор, выделив три приоритета политики: диверсификацию поставок, развитие внутреннего производства и создание резервов [3, 7]. Кальвиа М. выявил высокую фазовую синхронность ценовых флуктуаций на удобрения и энергоносители в периоды глобальной турбулентности [4]. Саадауи Ф. с соавторами подтвердили однонаправленное влияние геополитического риска на мировые цены продовольствия [5]. Вое Р. и другие авторы показали значительное негативное воздействие шоков предложения удобрений на доходность фермерских хозяйств, особенно в странах с высокой импортной зависимостью [6]. Институциональные аспекты «зеленых» трендов в АПК и роль рынка удобрений в обеспечении продовольственной безопасности раскрыты в работах Головко М. и Бражниченко Д. [15], Головко М, Гайдука В. и Белоусова М. [8]. Свиридов В. и Андреева Т. оценили российские поставки удобрений в Африку как фактор стабилизации региональных продовольственных рынков [9]. Под адаптационной стратегией в исследовании понимается комплекс мер экономического, институционального и технологического характера, направленных на минимизацию последствий деформации глобального рынка удобрений для национальной продовольственной системы;



а

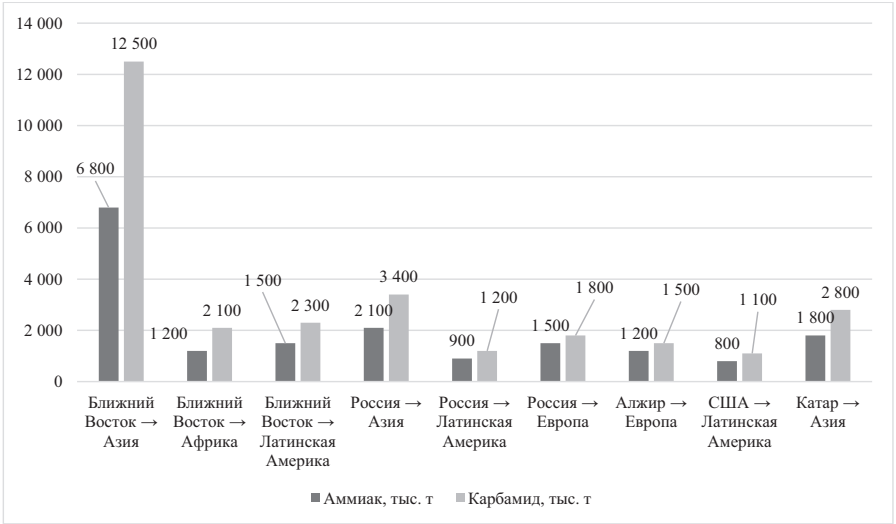


б

Источник: составлено авторами по данным Argus Ammonia Analytics, лист «Green ammonia projects» (2026)

Рисунок 1. **Объемы поставок (а) и доля (б) стран Ближнего Востока в мировом экспорте аммиака и карбамида (2025 г.)**

Figure 1. **Supply volumes (a) and the share (б) of Middle Eastern countries in global exports of ammonia and urea (2025)**



Источник: составлено авторами по данным Argus Ammonia Analytics, лист «Green ammonia projects» (2026)

Рисунок 2. **Ключевые торговые потоки аммиака и карбамида между регионами (2025 г.), тыс. т**

Figure 2. **Key trade flows of ammonia and urea between regions (2025), thousand tons**

стратегии дифференцируются по временному горизонту, сфере реализации и характеру изменений [4, 5].

Результаты исследования. Проведенный анализ на основе данных Argus Ammonia Analytics [11] позволяет количественно оценить трансформацию глобального рынка азотных удобрений под влиянием синхронного геополитического шока. Блокировка Ормузского пролива в начале 2026 г. привела к выпадению из мирового оборота порядка 21% экспорта карбамида и 15% аммиака. Как показано на рисунке 1, страны Ближнего Востока занимают доминирующее положение в мировой торговле аммиаком и карбамидом, что делает их критически важным звеном глобальной цепочки поставок.

Вследствие этого спотовые цены на карбамид на балтийском рынке выросли с 400 до 850 долл./т, а на аммиак — с 828 до 1123 долл./т. На рисунке 2 (ось X построена по принципу «экспортер-импортер») представлена структура мировой торговли удобрениями, из которой видно, что страны Ближнего Востока обеспечивают существенную долю экспорта, при этом основными реципиентами выступают развивающиеся экономики Азии, Африки и Латинской Америки.

Одновременно с этим Китай, ранее являвшийся крупным экспортером, сохранял ограничения на вывоз карбамида вследствие экспортных квот и экологической политики. Китай в последние годы выступает нетто-импортером карбамида, что усугубляет дефицит предложения на мировом рынке (рис. 3).

В результате образовался «двойной разрыв» — выпадение ближневосточных объемов наложилось на сжатие китайского экспорта, что привело к переориентации спроса на российских производителей.

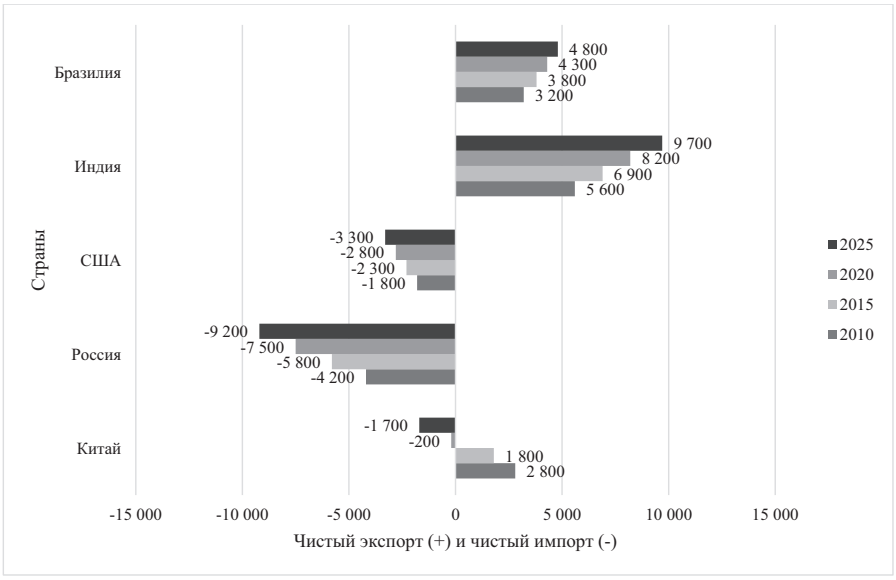
Российские производители удобрений в новых условиях усилили свои конкурентные позиции, что наглядно демонстрирует рисунок 4, отражающий изменение структуры мирового экспорта карбамида.

Российские экспортеры обладают сравнительными преимуществами по себестоимости производства благодаря доступу к дешевому природному газу, а также по логистическим издержкам для карбамида как сыпучего груза.

Выявленные изменения создают системные риски для продовольственной безопасности стран — нетто-импортеров продовольствия. Сокращение доступности азотных удобрений ведет к снижению урожайности зерновых культур на 20-40%, что может вызвать рост продовольственной инфляции во второй половине 2026 г. и начале 2027 г. [6, 14]. Это подтверждает гипотезу о том, что геополитические шоки в газохимическом секторе транслируются в аграрную сферу через дефицит и удорожание удобрений, нарушая интеграцию аграрных рынков развивающихся стран в глобальные продовольственные цепочки.

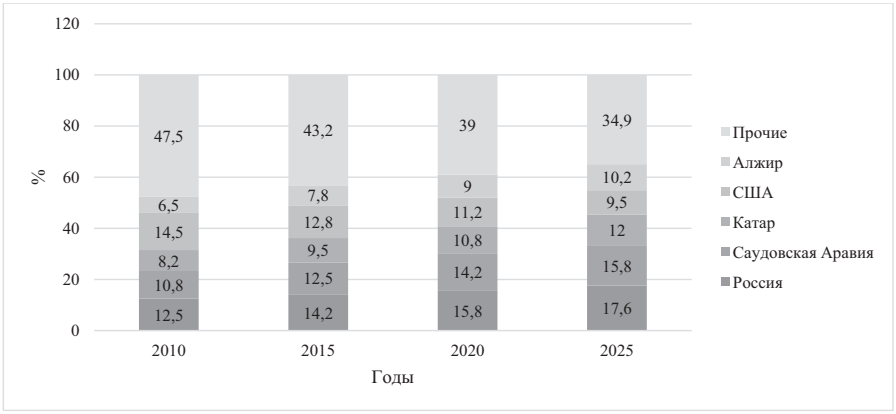
На основе анализа данных Argus Media о мощностях, производстве, торговле и проектах «зеленого» аммиака выделены четыре типа адаптационных стратегий стран-импортеров продовольствия.

Стратегия наращивания собственного производства предполагает инвестиции в строительство новых и модернизацию существующих заводов по производству аммиака и карбамида.



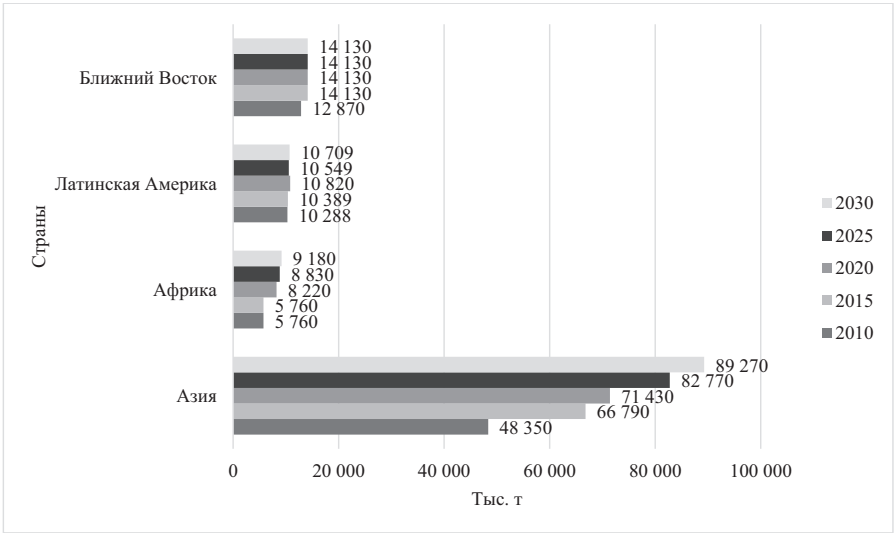
Источник: составлено авторами по данным Argus Ammonia Analytics, лист «Green ammonia projects» (2026)

Рисунок 3. **Баланс мировой торговли карбамидом по крупнейшим странам-участникам (2010-2025 гг.), тыс. т (положительные значения — нетто-импорт; отрицательные значения — нетто-экспорт)**
Figure 3. **Balance of global urea trade by major participating countries (2010-2025), thousand tons (positive values — net imports; negative values — net exports)**



Источник: составлено авторами по данным Argus Ammonia Analytics, лист «Green ammonia projects» (2026)

Рисунок 4. **Структура мирового экспорта карбамида по ключевым странам-экспортерам (2010-2025 гг.), %**
Figure 4. **Structure of global urea exports by key exporting countries (2010-2025), %**



Источник: составлено авторами по данным Argus Ammonia Analytics (март 2026)

Рисунок 5. **Динамика совокупных мощностей по производству аммиака в развивающихся странах (2010-2030 гг.), тыс. т**
Figure 5. **Dynamics of total ammonia production capacity in developing countries (2010-2030), thousand tons**

Она характерна для стран, обладающих собственными ресурсами природного газа или имеющих доступ к его стабильным поставкам по конкурентным ценам. Значительное наращивание мощностей наблюдается в Индии (ACME Group — до 1200 тыс. т, AM Green — до 1000 тыс. т), Египте (Fertiglobe — 90 тыс. т «зеленого» аммиака), Нигерии (Dangote Oil, Indorama Eleme — до 794 тыс. т). Совокупные мощности по производству аммиака в развивающихся странах устойчиво растут, при этом наибольший прирост обеспечивают страны Азии и Ближнего Востока (рис. 5) [2, 11].

Преимущества данной стратегии в снижении зависимости от импорта, создании новых рабочих мест, развитии смежных отраслей [10]. Однако она требует значительных капитальных вложений, длительных сроков реализации (3-5 лет) и наличия компетенций в сфере газохимии.

Стратегия диверсификации импортных поставок ориентирована на переориентацию импортных потоков с традиционных поставщиков (Ближний Восток, Китай) на альтернативные источники. Она не требует масштабных инвестиций в производство, но предполагает развитие портовой инфраструктуры, заключение долгосрочных контрактов и выстраивание новых логистических цепочек. Основным бенефициаром данной стратегии выступает Россия, наращивающая экспортные мощности и диверсифицирующая направления поставок. Страны Азии и Латинской Америки, ранее ориентировавшиеся на ближневосточные удобрения, активно переключаются на российские поставки.

Стратегия перехода на «зеленый» аммиак представляет долгосрочный тренд, обусловленный глобальной декарбонизацией и стремлением снизить зависимость от ископаемого топлива. Производство «зеленого» аммиака базируется на электролизе воды с использованием возобновляемой энергии, что позволяет разорвать жесткую связь с ценами на природный газ.

Согласно данным Argus Media, наиболее масштабные проекты «зеленого» аммиака реализуются в Австралии, Саудовской Аравии, Чили, Омане и Марокко (табл. 1).

Институциональные стратегии направлены на смягчение последствий удорожания удобрений для сельхозпроизводителей и конечных потребителей — субсидирование закупок удобрений, создание стратегических резервов, государственное регулирование цен, налоговые льготы для производителей и импортеров и др. [15, 9]. В Индии государство традиционно субсидирует закупки удобрений для фермеров, что позволяет сглаживать ценовые шоки. В странах Африки, напротив, институциональные механизмы развиты слабо, что делает их наиболее уязвимыми к росту цен [17].

Выбор конкретной адаптационной стратегии определяется комплексом факторов, которые могут быть сгруппированы по нескольким основаниям (табл. 2).

На основе анализа данных Argus Media можно выделить региональные паттерны выбора стратегий. Для стран Азии (Индия, Китай, Вьетнам) характерно сочетание наращивания собственного производства с развитием «зеленых» проектов. Страны Латинской Америки (Чили, Аргентина, Бразилия) делают ставку на «зеленый» аммиак, используя богатый потенциал возобновляемой энергии. Африканские страны (Египет, Марокко, Намибия, ЮАР) демонстрируют разнообразие подходов от наращивания традиционного производства до масштабных «зеленых» проектов. Россия и страны Ближнего Востока укрепляют позиции традиционных экспортеров, одновременно развивая «зеленые» проекты.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие **основные выводы.** Блокировка Ормузского пролива и отказ Евросоюза от российского газа в 2025-2026 гг. спровоцировали «двойной разрыв» на мировом рынке азотных удобрений: из оборота выпала значительная доля экспорта аммиака

Таблица 1. **Ключевые проекты производства «зеленого» аммиака в мире**
Table 1. **Key projects for the production of "green" ammonia worldwide**

Страна	Проект	Местоположение	Мощность, тыс. т	Статус	Планируемый ввод
Австралия	YURI	Dampier	4	Действующий	2025
Австралия	Oakajee	Oakajee	до 6000	Проект	2035-2040
Саудовская Аравия	NEOM	Neom	300-1200	Проект	2027-2030
Чили	Magallanes Region	Magallanes	до 5200	Проект	2035-2040
Чили	Mejillones/Antofagasta	Mejillones	до 5200	Проект	2035-2040
Оман	ACME Scatec	Duqm	25-100	Проект	2027-2030
Марокко	Tarfaya	Tarfaya	до 6050	Проект	2035-2040
Китай	Envision Energy	Inner Mongolia	300	Действующий	2024
США	CF Industries	Donaldsonville	20	Действующий	2024
Норвегия	Yara	Porsgrunn	21	Действующий	2023
Египет	Fertiglobe	Ain Sokhna	90	Проект	2029
Индия	ACME Group	Gopalpur	900-1200	Проект	2030
Индия	AM Green	Kakinada	625-1000	Проект	2029-2030

Источник: составлено авторами по данным Argus Ammonia Analytics, лист «Green ammonia projects» (2026)

Таблица 2. **Факторы выбора адаптационной стратегии**
Table 2. **Factors of choosing an adaptation strategy**

Фактор	Обоснование
Ресурсный потенциал	Наличие собственных запасов природного газа или доступа к его стабильным поставкам является ключевым условием для реализации стратегии наращивания производства. Страны, не обладающие такими ресурсами, вынуждены ориентироваться на диверсификацию импорта или институциональные меры [8, 9].
Географическое положение	Близость к крупным экспортерам удобрений и наличие развитой портовой инфраструктуры определяют возможности для диверсификации поставок. Страны, удаленные от основных торговых маршрутов, несут более высокие транспортные издержки, что снижает эффективность импортных стратегий.
Уровень институционального развития	Качество государственного управления, прозрачность регуляторной среды, защита прав собственности и контрактов влияют на инвестиционный климат и, соответственно, на возможность реализации капиталоемких стратегий [10].
Инвестиционный климат	Доступ к долгосрочному финансированию, наличие механизмов государственно-частного партнерства, степень участия международных финансовых институтов определяют масштаб и скорость реализации инвестиционных проектов [13].
Экологические приоритеты	Страны, принявшие обязательства по декарбонизации, более активно реализуют стратегии перехода на «зеленый» аммиак, что подтверждается данными о концентрации «зеленых» проектов в Европе, Австралии, Чили и Саудовской Аравии [15].

Источник: составлено авторами

и карбамида, что вызвало ценовой скачок и создало угрозы продовольственной безопасности для стран-импортеров. Ближневосточные поставщики, контролирующие 44,1% мировой торговли аммиаком и 54,6% карбамидом, оказались критически уязвимым звеном цепочек.

Выделены четыре модели адаптации, среди которых наиболее перспективными признаны комбинированные — совмещение диверсификации импорта с развитием собственных мощностей, включая проекты «зеленого» аммиака. К 2030 г. ожидается значительный прирост таких мощностей в Австралии, Саудовской Аравии, Чили, Омане и Марокко, что способно изменить глобальную структуру рынка. Для России важно не только наращивать экспортную долю (с 12,5% в 2010 г. до 17,6% в 2025 г.), но и выстраивать долгосрочные партнерства с импортерами через совместные логистические и производственные проекты. Приоритетами для стран-импортеров остаются развитие внутреннего производства, диверсификация каналов поставок и создание резервов удобрений.

Дальнейшие исследования целесообразно посвятить эконометрической оценке эффективности отдельных стратегий и влиянию технологических сдвигов в производстве «зеленого» аммиака на рыночную архитектуру.

Список источников

1. Quitzow, R., Balmaceda, M., Goldthau, A. (2025). The nexus of geopolitics, decarbonization, and food security gives rise to distinct challenges across fertilizer supply chains. *One Earth*, vol. 8, no. 1, art. 101173. doi: 10.1016/j.oneear.2024.12.009

2. Kiparisov, P., Folberth, C. (2026). Cascading disruptions in natural gas, fertilizers, and crops drive structural food supply vulnerabilities globally. *arXiv*. doi: 10.48550/arxiv.2605.06411

3. Steinbach, S., Arita, S., Chakravorty, R., Kim, J., Wang, M. (2026). Strait of Hormuz disruption, fertilizer market transmission, and food policy response. *Food Policy*, vol. 142, art. 103116.

4. Calvia, M. (2026). Dissecting extreme price fluctuations in mineral fertilizers: regularities and co-movements in light of global food security. *Applied Economic Perspectives and Policy*. doi: 10.1002/aepp.70010

5. Saadaoui, F., Ben Jabeur, S., Goodell, J.W. (2022). Causality of geopolitical risk on food prices: Considering the Russo-Ukrainian conflict. *Finance Research Letters*, vol. 49, art. 103103.

6. Vos, R., Glauber, J.W., Hebebrand, C., Rice, B. (2025). Global shocks to fertilizer markets: impacts on prices, demand and farm profitability. *Food Policy*, vol. 133, art. 102790. doi: 10.1016/j.foodpol.2024.102790

7. Zamani, O., Farzanegan, M.R. (2026). Global food security rests on the Strait of Hormuz. *Nature Food*, vol. 7, no. 4, p. 301. doi: 10.1038/s43016-026-01340-1

8. Головко М.В., Гайдук В.И., Белоусов М.В. Актуальные проблемы и перспективы развития рынка минеральных удобрений в России // Региональная экономика: теория и практика. 2023. Т. 21. № 10(517). С. 1962-1984. doi: 10.24891/re.21.10.1962

9. Свиридов В.Ю., Андреева Т.А. Российские удобрения как элемент укрепления продовольственного суверенитета Африки // Ученые записки Института Африки РАН. 2024. № 2. С. 170-185.

10. Иванова Л. Российская агрохимия в контексте политики технологического суверенитета национального АПК // Общество и экономика. 2024. № 10. С. 81-98.

11. Argus Ammonia Analytics. Argus Media, 2026. Available at: https://www.argusmedia.com/en/solutions/products/argus-ammonia-analytics (accessed: 12.07.2026).

12. FAO. The impact of fertilizer supply disruptions on global food security. Rome, 2026. Available at: https://www.fao.org/documents (accessed: 12.07.2026).

13. World Bank. Commodity Markets Outlook: Fertilizer Price Surge and Food Inflation Risks. Washington, 2026. Available at: https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets (accessed: 12.07.2026).

14. Arita, S., Steinbach, S. (2026). Policy priorities for preventing a fertilizer affordability crisis from the Strait of Hormuz disruption. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.70737

15. Головко М.В., Бражниченко Д.В. Специфика «зеленых» трендов в экономике АПК в контексте целей устойчивого развития // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 119. С. 17-25.

References

2. Quitzow, R., Balmaceda, M., Goldthau, A. (2025). The nexus of geopolitics, decarbonization, and food security gives rise to distinct challenges across fertilizer supply chains. *One Earth*, vol. 8, no. 1, art. 101173. doi: 10.1016/j.oneear.2024.12.009

2. Kiparisov, P., Folberth, C. (2026). Cascading disruptions in natural gas, fertilizers, and crops drive structural food supply vulnerabilities globally. *arXiv*. doi: 10.48550/arxiv.2605.06411

3. Steinbach, S., Arita, S., Chakravorty, R., Kim, J., Wang, M. (2026). Strait of Hormuz disruption, fertilizer market transmission, and food policy response. *Food Policy*, vol. 142, art. 103116.

4. Calvia, M. (2026). Dissecting extreme price fluctuations in mineral fertilizers: regularities and co-movements in light of global food security. *Applied Economic Perspectives and Policy*. doi: 10.1002/aepp.70010

5. Saadaoui, F., Ben Jabeur, S., Goodell, J.W. (2022). Causality of geopolitical risk on food prices: Considering the Russo-Ukrainian conflict. *Finance Research Letters*, vol. 49, art. 103103.

6. Vos, R., Glauber, J.W., Hebebrand, C., Rice, B. (2025). Global shocks to fertilizer markets: impacts on prices, demand and farm profitability. *Food Policy*, vol. 133, art. 102790. doi: 10.1016/j.foodpol.2024.102790

7. Zamani, O., Farzanegan, M.R. (2026). Global food security rests on the Strait of Hormuz. *Nature Food*, vol. 7, no. 4, p. 301. doi: 10.1038/s43016-026-01340-1

8. Golovko, M.V., Gaiduk, V.I., Belousov, M.V. (2023). Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya rynka mineral'nykh udobrenii v Rossii [Current problems and prospects for the development of the mineral fertilizers market in Russia]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], vol. 21, no. 10(517), pp. 1962-1984. doi: 10.24891/re.21.10.1962

9. Sviridov, V.Yu., Andreeva, T.A. (2024). Rossiiskie udobreniya kak ehlement ukrepleniya prodovol'stvennogo sovereniteta Afriki [Russian fertilizers as an element of strengthening Africa's food sovereignty]. *Uchenye zapiski Instituta Afriki RAN* [Journal of the Institute for African Studies], no. 2, pp. 170-185.

10. Ivanova, L. (2024). Rossiiskaya agrokhimiya v kontekste politiki tekhnologicheskogo sovereniteta natsional'nogo APK [Russian agrochemistry in the context of the policy of technological sovereignty of the national agro-industrial complex]. *Obshchestvo i ehkonomika* [Society and economics], no. 10, pp. 81-98.

11. Argus Ammonia Analytics. Argus Media, 2026. Available at: https://www.argusmedia.com/en/solutions/products/argus-ammonia-analytics (accessed: 12.07.2026).

12. FAO. The impact of fertilizer supply disruptions on global food security. Rome, 2026. Available at: https://www.fao.org/documents (accessed: 12.07.2026).

13. World Bank. Commodity Markets Outlook: Fertilizer Price Surge and Food Inflation Risks. Washington, 2026. Available at: https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets (accessed: 12.07.2026).

14. Arita, S., Steinbach, S. (2026). Policy priorities for preventing a fertilizer affordability crisis from the Strait of Hormuz disruption. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.70737

15. Golovko, M.V., Brazhnichenko, D.V. (2025). Spetsifika «zelenykh» trendov v ehkonomike APK v kontekste tselei ustoichivogo razvitiya [The specifics of "green" trends in the agro-industrial complex economy in the context of the sustainable development goals]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 119, pp. 17-25.

Информация об авторах:

Головко Мария Владимировна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4835-9800, SPIN-код: 3042-1881, golovko178@mail.ru

Белоусов Максим Владимирович, аспирант кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: http://orcid.org/0009-0007-7300-0860, SPIN-код: 2166-5510, belousov.maksim.v@gmail.com

Анцибор Анна Васильевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономических и социально-гуманитарных дисциплин, Волгодонский инженерно-технический институт — филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1192-4554, SPIN-код: 8476-3790, avantsibor@mephi.ru

Information about the authors:

Maria V. Golovko, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of institutional economics and investment management, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4835-9800, SPIN-code: 3042-1881, golovko178@mail.ru

Maxim V. Belousov, postgraduate student of the department of institutional economics and investment management, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: http://orcid.org/0009-0007-7300-0860, SPIN-code: 2166-5510, belousov.maksim.v@gmail.com

Anna V. Antsibor, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economic and socio-humanitarian disciplines, Volgodonsk Engineering and Technical Institute — branch of National Research Nuclear University "MEPhI", ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1192-4554, SPIN-code: 8476-3790, avantsibor@mephi.ru

✉ **golovko178@mail.ru**

Научная статья
УДК 338.49
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_932

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ С СЕЛЬСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ

А.А. Кухаренко, В.И. Гайдук
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Аннотация. В статье представлена методика рейтинговой оценки социально-экономического развития муниципальных образований Краснодарского края с сельским населением. Исследование базируется на системе из десяти ключевых показателей, отобранных по результатам экспертного опроса. Методология исследования включает четыре этапа: определение максимальных значений показателей, расчет рейтинговых оценок, присвоение балльных значений и итоговую классификацию территорий. В качестве основных показателей использованы индикаторы промышленного производства, заработной платы, социальной инфраструктуры, газификации, дорожной сети, демографических характеристик и инвестиционной активности. По результатам проведенного анализа сельские районы Краснодарского края классифицированы по трем категориям развития: успешно развивающиеся территории, районы с потенциалом роста и территории с отстающим развитием. Лидерами рейтинга стали Динской и Выселковский районы, набравшие 16 и 19 баллов соответственно. К группе территорий с отстающим развитием отнесен Щербиновский район (31 балл). Разработанная методика отличается простотой применения и использованием общедоступных статистических данных. Результаты исследования позволяют выявить потенциал развития сельских территорий и определить направления совершенствования их социально-экономического положения. Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенной методики для мониторинга развития сельских территорий и принятия управленческих решений на региональном уровне.

Ключевые слова: сельские территории, сельская местность, сельские районы, сельское хозяйство

Original article

RATING ASSESSMENT OF MUNICIPALITIES OF THE KRASNODAR TERRITORY WITH THE RURAL POPULATION

A.A. Kukharenko, V.I. Gaiduk
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Abstract. The article presents a methodology for rating the socio-economic development of municipalities in the Krasnodar Territory with rural populations. The study is based on a system of ten key indicators selected based on the results of an expert survey. The research methodology includes four stages: the determination of maximum values of indicators, the calculation of ratings, the assignment of point values and the final classification of territories. The main indicators used are indicators of industrial production, wages, social infrastructure, gasification, road network, demographic characteristics and investment activity. According to the results of the analysis, rural areas of the Krasnodar Territory are classified into three categories of development: successfully developing territories, areas with growth potential and territories with lagging development. The leaders of the rating were Dinskoy and Vyselkovsky districts, which scored 16 and 19 points, respectively. Shcherbinovsky district is classified as a group of territories with lagging development (31 points). The developed methodology is characterized by its simplicity of application and the use of publicly available statistical data. The results of the study make it possible to identify the potential for rural development and identify areas for improving their socio-economic situation. The practical significance of the work lies in the possibility of using the proposed methodology for monitoring rural development and making managerial decisions at the regional level.

Keywords: rural areas, rural area, rural areas, agriculture

Введение. В современных условиях развития российской экономики особую актуальность приобретает проблема оценки социально-экономического развития сельских территорий. Это обусловлено необходимостью эффективного распределения ресурсов и принятия обоснованных управленческих решений на региональном уровне [1].

Теоретической основой исследования послужили работы отечественных ученых в области методологии оценки развития сельских территорий.

Актуальность исследования определяется необходимостью совершенствования инструментов мониторинга развития сельских территорий Краснодарского края, что позволит выявить потенциал их роста и определить приоритетные направления развития.

Целью исследования является разработка и апробация методики рейтинговой оценки социально-экономического развития муниципальных образований Краснодарского края с сельским населением.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– отобрать наиболее значимые показатели развития сельских территорий;
– разработать алгоритм расчета рейтинговых оценок;
– провести классификацию сельских районов по уровню развития;
– выявить территории с наибольшим потенциалом роста.

Объектом исследования выступают муниципальные образования Краснодарского края с сельским населением. Предметом исследования является совокупность показателей, характеризующих социально-экономическое развитие сельских территорий.

Научная новизна исследования заключается в адаптации методики рейтинговой оценки к специфике сельских территорий Краснодарского края и формировании системы показателей, наиболее полно отражающих особенности их развития.

Изучение проблем сельских территорий Краснодарского края и обоснование направления их развития должно основываться на детальной оценке их социально-экономического состояния. Понимание проблем сельских территорий позволит выработать эффективный механизм по развитию сельских муниципальных образований. Достижение поставленных целей в диссертационном исследовании невозможно без подробной проработки методических подходов по оценке текущего состояния вышеуказанных районов.

На законодательном уровне оценка эффективности деятельности органов местного самоуправления проводится в соответствии со статьей 18.1 Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [10].

Указом Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 года № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного

© Кухаренко А.А., Гайдук В.И., 2026

самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов» (далее по тексту — Указ № 607) определено 13 показателей для оценки эффективности органов местного самоуправления [8]. Данным подзаконным нормативным актом анализируется в муниципальных образованиях уровень развитости малого и среднего бизнеса; состояние дорог; государственный кадастровый учет земельных участков; дошкольное образование; показатели в жилищной и коммунальной сфере.

Кроме того, производится опрос местных жителей. Его целью является установление уровня удовлетворения населением работой органов местного самоуправления. Помимо данного опроса, также проводится независимая оценка предоставления муниципальных услуг.

Спустя 4 года, после издания Указа № 607, принято Постановление Правительства РФ № 1317 от 17.12.2012 (далее по тексту — Постановление № 1317). Постановление № 1317 дополнило методику по оценке эффективности мониторинга деятельности органов местного самоуправления, установленную Указом № 607, еще 27-ю показателями. Общее количество показателей для оценки составило 40, которые можно разделить на пять групп [9].

1. Для оценки включены 8 экономических показателей, среди них, такие как: среднемесячная начисленная заработная плата, объем инвестиций и доля прибыльных сельскохозяйственных организаций.

2. Во второй группе показателей, установленных Постановлением № 1317, затрагивается работа муниципальных органов власти в области образования. В данную группу для оценки включены два значения, затрагивающие дошкольное и семь значений, характеризующих общее и дополнительное образование.

3. В третью группу показателей для оценки работы муниципальных органов власти отнесено пять значений в сфере культуры и два показателя, характеризующих уровень развития спорта среди жителей муниципалитета.

4. Четвертая группа показателей характеризует жилищное строительство и жилищно-коммунальное хозяйство.

5. В заключительную группу показателей для оценки работы муниципальных органов власти, в соответствии с Постановлением № 1317, входит организация муниципального управления.

Помимо установленных Указом № 607 и Постановлением № 1317 показателей, данная методика дополняется мониторингом, который основан на докладах глав местных администраций муниципальных районов и на официальной статистической информации.

Расчет комплексной оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления, в соответствии с вышеуказанной методикой, рассчитывается по формуле:

$$K = 0{,}8 \cdot (И_{п1} + И_{п2} + \ldots + И_{пп})/n + 0{,}2 \cdot И_{пс}, \quad (1)$$

где $И_{пп}$ — сводный индекс значения показателя эффективности деятельности органов местного самоуправления;

$И_{пс}$ — сводный индекс значения показателя — оценки населением деятельности органов местного управления. Данный индекс формируется на основании независимых опросов населения.

Таким образом, исходя из формулы 1, совокупное значение всех показателей имеет весовой коэффициент 0,8, а индекс оценки населением деятельности органов местного управления — 0,2. При этом, расчет показателей для оценки носит динамический характер и учитывает отчетный год и два предшествующих ему периода.

По нашему мнению, методика, установленная Постановлением № 96, Указом № 607, Постановлением № 1317 имеет ряд недостатков. Так, при анализе социально-экономического развития муниципальных образований отсутствуют показатели, которые характеризуют инвестиционную и экологическую составляющую района; демографическая сторона административной-территориальных единиц представлена не в полном объеме. Кроме того, все показатели в формуле 1 имеют одинаковый коэффициент весомости. Стоит отметить, что необходимо постоянно учитывать общую оценку населением деятельности органов местного управления, что влечет за собой дополнительные затраты, связанные с получением указанных данных.

Результаты оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления сельских районов Краснодарского края за 2022 — 2024 годы представлены на рисунке 1.

В 2024 году лучшим среди сельских районов, согласно представленной методике, является Кущевский район, который занял 6 место из всех муниципальных образований Краснодарского края (31 место в 2023 г.). Павловский район поднялся на 14 позиций и занял 8 место (22 место в 2024 году). Наименьшие показатели оценки эффективности получили Брюховецкий район — 35 место (36 место в 2023 г.), Крыловский район — 37 место (34 место в 2024 г.) и Калининский район — 36 место (35 место в 2024 г.).

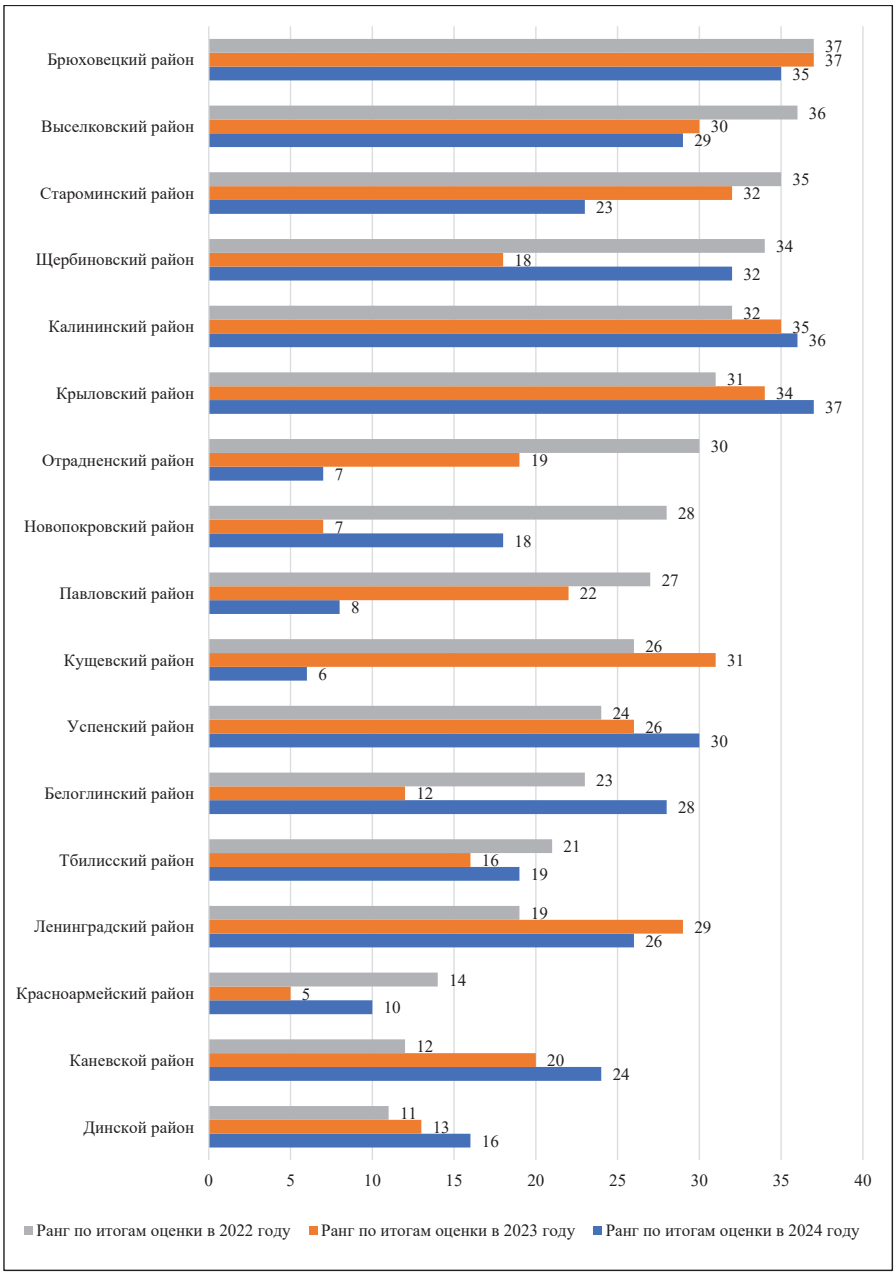


Рисунок 1. **Результаты оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления сельских районов Краснодарского края за 2022 — 2024 годы [10, 11, 12]**
Figure 1. **Results of the assessment of the effectiveness of lokal government bodies in rural areas of the Krasnodar territory for 2022-2024 [10,11,12]**

Другим видом официальной оценки социально-экономического состояния сельских территорий является ежемесячный мониторинг, проводимый Министерством экономики Краснодарского края в отношении всех муниципальных районов региона [9]. Рэнкинг составляется исходя из 13 показателей, которые автор разделил на несколько групп:

– экономические. Учитывается уровень производства в промышленности, сельском хозяйстве; объем введенного жилья; стоимость услуг по транспортировке и хранению, в курортно-туристическом комплексе, а также размер оборота денежных средств в сфере розничной торговли;
– финансовые. Данная группировка включает финансовые результаты деятельности компаний, прибыльность и убыточность предприятий;
– трудовой потенциал, в которую входят среднемесячная заработная плата и среднесписочная численность работников, а также уровень безработицы в муниципальном образовании.

Итоговый рэнкинг муниципальных образований является динамическим. Министерство экономики региона его составляет, исходя из процентного роста показателей к прошлому году (табл. 1).

Наибольший рост в промышленном производстве за последний год из сельских районов продемонстрировал Новопокровский район — в 9,7 раза, Отрадненский район — в 3,2 раза, Кущевский район — на 182,1%. Уменьшился данный показатель в Павловском районе на 2,1 пп, в Крыловском районе на 3,1 пп, в Староминском районе на 3,4 пп, в Динском районе на 10,5 пп.

В сфере сельского хозяйства наибольший рост за последний год из сельских районном отмечен в Кущевском районе в 2,1 раза, в Ленинградском районе на 180,6%, в Красноармейском районе на 169,3%. Набольшее снижение данного показателя отмечено в Белоглинском районе на 24,7%, в Отрадненском районе на 44,3%, в Староминском районе на 64%.

Строительная отрасль за последний год больше всего выросла в Выселковском район более чем в 12 раз, в Белоглинском районе более чем в 2,8 раза, а также в Динском районе на 270%. Снижение уровня строительства отмечено в Крыловском районе (– 14,2%), в Красноармейском районе (– 45,4%), в Успенском районе (– 63,5%).

Объем розничной торговли за последний год вырос больше всего в Успенском районе на 43, 6%, в Кущевском районе на 19,4%, в Щербиновском районе на 16,6%. Снижение уровня розничной торговли в 2022 году отмечено только в одном сельском районе — Новопокровском (– 0,1%).

Рэнкинг сельских муниципальных районов, составленный Министерством экономики Краснодарского края по финансовым показателям, представлен в рисунке 2. Наибольший рост финансовых результатов за последний год из сельских районов продемонстрировали Выселковский район в 2,9 раза, Красноармейский район в 2,6 раза, Кущевский район в 2,1 раза. Уменьшился данный показатель в Успенском районе (– 71,3%), в Каневском районе (– 77,8%), в Динском районе (– 88, 1%). Прибыль организаций за последний год больше всего увеличилась в Красноармейском районе в 2,6 раза, в Выселковском районе в 2,2 раза и в Кущевском районе + 90,3%. Наибольшее снижение размера прибыльности компаний отмечено по сравнению с прошлым годом в Отрадненском районе (– 68,5%), в Успенском районе (– 71,6%), в Брюховецком районе (– 75,2%).

Таблица 1. **Рэнкинг муниципальных районов края по темпах роста экономических показателей в январе-феврале 2024 года**
Table 1. **Ranking of municipal districts of the region by growth rates of economic indicators in January-February 2024**

№	Муниципальный район	Промышленное производство, в % к 01.2023 — 02.2023	Сельское хозяйство, в % к 01.2023 — 02.2023	Строительство, в % к 01.2023 — 02.2023	Розничная торговля, в % к 01.2023 — 02.2023
1	Динской район	89,5	85,7	270	115,5
2	Каневской район	136,8	110,5	180,6	110,5
3	Красноармейский район	120,3	169,3	54,6	111,0
4	Ленинградский район	122,1	180,6	93,1	112,2
5	Тбилисский район	146,1	130,1		113,4
6	Белоглинский район	122,1	75,3	280	107,5
7	Успенский район	122,0	126,0	36,5	143,6
8	Кущевский район	182,1	210	187,7	119,4
9	Павловский район	97,9	98,7	95,2	114,7
10	Новопокровский район	970	115,8		99,9
11	Отрадненский район	320	55,7	132,8	103,5
12	Крыловский район	96,9	104,3	85,8	113,4
13	Калининский район	130,1	106,0	142,9	107,9
14	Щербиновский район	105,7	93,2		116,6
15	Староминский район	96,6	36,0		105,5
16	Выселковский район	106,1	82,7	1290	110,1
17	Брюховецкий район	117,5	133,7	143,0	111,3

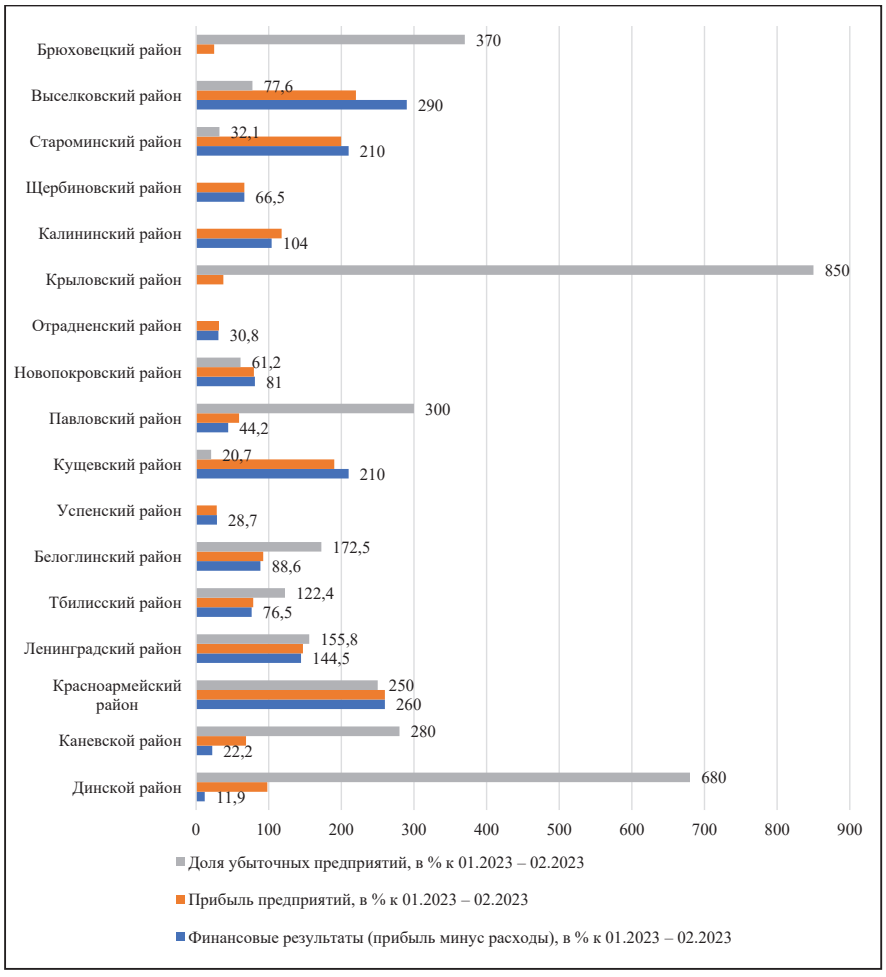


Рисунок 2. **Рэнкинг муниципальных районов края по финансовым показателям в январе-феврале 2024 года [9]**
Figure 2. **Ranking of municipal districts of the region by financial indicators in January-February 2024 [9]**

Убытки компаний больше всего снизились в Кущевском районе более чем в 5 раз, в Староминском районе более чем в 3 раза, а также в Новопокровском районе на 38,8%. Убытки компаний больше всего увеличились в Брюховецком районе в 3,7 раза, в Динском районе в 6,8 раза, в Крыловском районе в 8,5 раза.

Наибольший рост среднемесячной заработной платы за последний год из сельских районов продемонстрировали Красноармейский район (+ 33,7%), Кущевский район (+32,8%) и Крыловский район (+ 29,7%).

Наименьший рост заработной платы отмечен в Щербиновском районе (+ 14,8%), в Успенском районе (+ 13,4%) и в Тбилисском районе (+ 12,9%).

Среднесписочная численность работников больше всего увеличилась в Красноармейском районе (+ 3,9%), в Ленинградском районе (+ 2,5%) и в Крыловском районе (+ 2,1%). Наибольшее снижение среднесписочной численности работников отмечено в Выселковском районе (– 3,7%), в Калининском районе (– 4,2%) и в Динском районе (– 4,3%).

Уровень безработицы больше всего снизился по сравнению с прошлым годом в Белоглинском районе (– 44,1%), в Красноармейском районе (– 33,4%) и в Успенском районе (– 22,1%). Уровень безработицы увеличился только в одном сельском муниципальном районе — в Калининском (+ 1,4%).

Рэнкинг сельских муниципальных районов, составленный Министерством экономики Краснодарского края, по показателям в сфере труда представлен в рисунке 3.

Автор считает, что методика, по которой Министерство экономики региона производит оценку социально-экономического состояния сельских районов Краснодарского края, имеет ряд недостатков.

Так, при составлении данного рейтинга не учитываются показатели, которые отражают демографическую, коммунальную, экологическую и инвестиционную сторону развития административно-территориальных единиц. Кроме того, все показатели оценки имеют одинаковый коэффициент весомости.

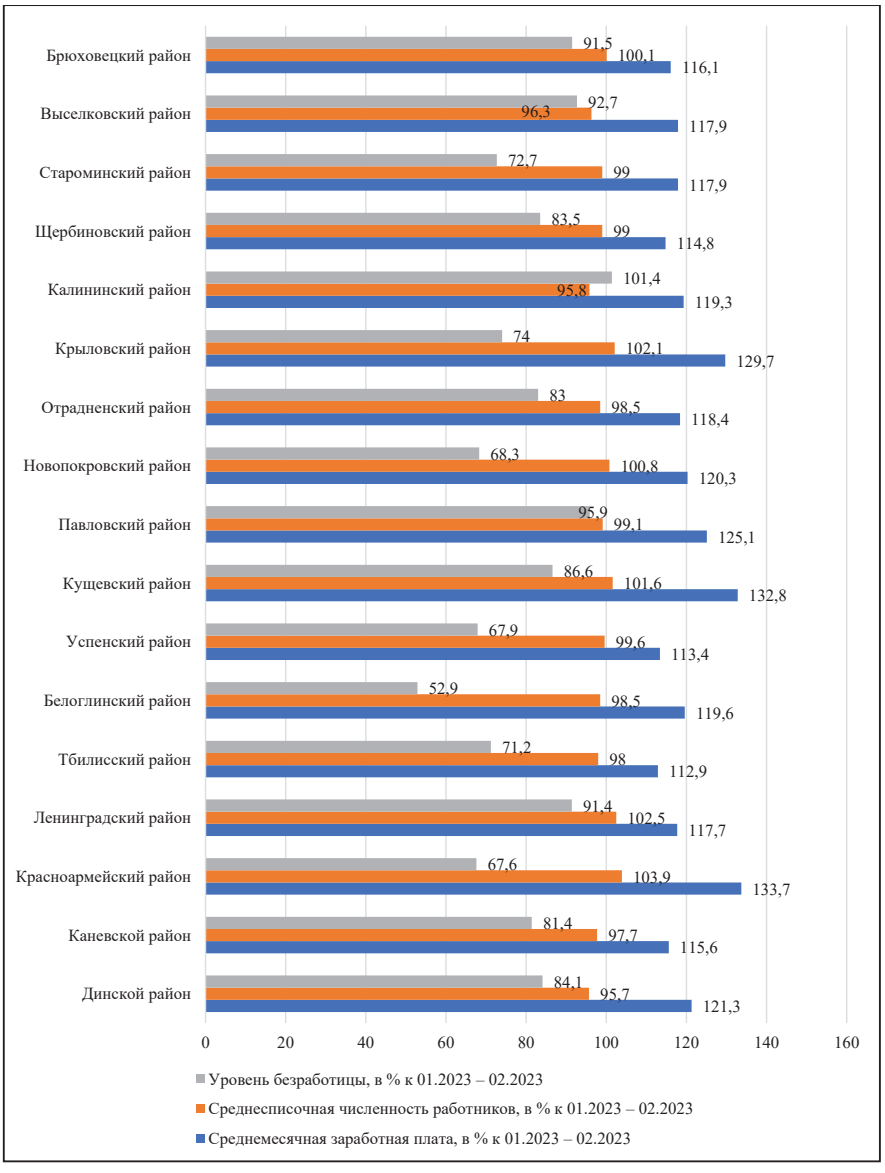


Рисунок 3. **Рэнкинг муниципальных районов края по показателям в сфере труда в январе-феврале 2024 года**

Figure 3. **Ranking of municipal districts of the region by labor indicators in January-February 2024**

Источник: составлено автором на основе [9].

Стоит отметить, что результаты оценки социально-экономического состояния сельских территорий являются основой для принятия управленческих решений, которые позволяют удовлетворять требованиям и запросам местных жителей.

Методика, основанная на рейтинговых оценках, часто встречается в отечественной научной литературе. Основы данной методики описаны в диссертационном исследовании Т.И. Никитиной [7].

Вместе с тем, авторами указанная методика дополнена рядом элементов. В частности, отобрано десять показателей, которые оказались наиболее значимыми по итогам анкетирования экспертов:

x_{1i} — отгружено товаров промышленного производства, в млн руб., на 1000 жителей;

x_{2i} — размер средней заработной оплаты труда;

x_{3i} — число лечебно-профилактических организаций на 1000 жителей;

x_{4i} — количество негазифицированных населенных пунктов;

x_{5i} — общая протяженность автомобильных дорог;

x_{6i} — оборот розничной торговли, в млн руб. на 1000 жителей;

x_{7i} — общая численность населения;

x_{8i} — численность трудоспособного населения;

x_{9i} — инвестиции в основной капитал за счет средств бюджета муниципального образования;

x_{10i} — объем инвестиций в основной капитал частных организаций.

Кроме того, указанная методика по определению уровня социально-экономического развития сельских районов Краснодарского края проводилась в четыре этапа [2].

1. В начале исследования выявлялись максимальные значения показателя из совокупности данных по всем сельским районам Краснодарского края. Далее путем процентного соотношения определялись рейтинговые оценки (рейтинги) по формуле:

$$r_{ij} = x_{ij} / max\{x_{i1}, \ldots, x_{in}\} \cdot 100, \quad (2)$$

где r_{ij} — рейтинговая оценка (рейтинг) i-го показателя для j-й сельской территории;

x_{ij} — значение i-го показателя для j-й сельской территории;

$max\{x_{i1},\ldots,x_{in}\}$ — максимальное значение анализируемого показателя из всех сельских территорий.

2. На втором этапе определялись балльная оценка для каждого сельского района баллов. Количество баллов определяется в зависимости от рейтинговой оценки, определенной на первом этапе исследования (табл. 2).

3. На третьем этапе исследования определено суммарное количество баллов для каждого сельского района Краснодарского края.

Рейтинговые оценки определяются на основе суммирования полученных баллов по каждому показателю по формуле:

$$R_j = \sum_{1}^{10} r_{ij}, \quad (3)$$

где R_j — итоговое количество баллов сельской территории;

r_{ij} — рейтинговая оценка значения i-го показателя для j-й сельской территории.

4. В завершение осуществляется распределение сельских районов Краснодарского края по типам социально-экономического развития (табл. 3).

Указанная методика, основанная на рейтинговых оценках, проста в применении, поскольку все статистические показатели для оценки находятся в открытом доступе на сайте Федеральной службы статистики, в разделе паспорта муниципальных образований [5]; кроме того, при анализе сельских территорий учитывается меньшее количество показателей, чем при расчете индекса социально-экономического развития сельских территорий Краснодарского края [3].

Далее авторами проведена оценка социально-экономического развития сельских районов Краснодарского края при помощи другой методики, основанной на рейтинговых оценках, результаты которой представлены на рисунке 4.

Комплексный анализ муниципальных районов позволил определить их интегральные показатели, варьирующиеся в пределах от 16 до 31 балла.

Результаты рейтинговой оценки продемонстрировали, что лидером стал Динской район с показателем 16 баллов. Вторую позицию занял Выселковский район (19 баллов), а третье место разделили три района — Каневской, Красноармейский и Павловский, набравшие по 20 баллов. Все указанные районы относятся к категории успешно развивающихся территорий [4].

Исследование выявило группу районов с потенциалом роста с такими показателями: Белоглинский, Брюховецкий, Новопокровский и Староминский районы (26 баллов), Крыловский и Тбилисский районы (25 баллов), Кущевский район (23 балла), Калининский и Ленинградский районы (27 баллов), Успенский район (28 баллов) и Отрадненский район (29 баллов). Результаты ранжирования сельских территорий Краснодарского края отражены в таблице 4.

К территориям с отстающим развитием относится Щербиновский район — 31 балл. Таким образом, развивающиеся и отстающие районы располагают значительным резервом улучшения своего социально-экономического развития, возможностью повышения рейтинга до уровня успешных муниципальных образований [9].

Выводы. В результате проведенного исследования была разработана и апробирована методика рейтинговой оценки социально-экономического развития муниципальных образований Краснодарского края с сельским населением.

Разработана система анализа социально-экономического положения сельских территорий, построенная на принципах рейтинговой оценки. Методика базируется на исследовании десяти ключевых параметров, отобранных на основе опроса сельского населения как наиболее значимых.

Основные результаты исследования показали эффективность предложенного подхода, основанного на десяти ключевых показателях, отобранных по результатам экспертного опроса. Методика позволила провести комплексную оценку 17 сельских районов края и классифицировать их по трем категориям развития.

По результатам проведенного анализа сельские районы Краснодарского края классифицированы по трем категориям: успешно развивающиеся территории; районы с потенциалом роста; территории с отстающим развитием.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная система оценки проста в применении и базируется на общедоступной статистической информации. Исследование выявило лидеров развития (Динской и Выселковский районы), а также территории с потенциалом роста и отстающим развитием.

Наиболее значимые выводы исследования:

- определены три категории развития сельских территорий;
- выявлены районы-лидеры с наиболее высоким рейтингом;
- установлен значительный резерв для улучшения социально-экономического положения отстающих территорий;
- подтверждена эффективность выбранной методологии оценки.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным анализом факторов, влияющих на развитие отдельных категорий территорий, а также с разработкой рекомендаций по повышению рейтинга отстающих районов. Предложенная методика может быть адаптирована для оценки сельских территорий других регионов России.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение для органов управления при разработке стратегий развития сельских территорий и распределении бюджетных ресурсов.

Таблица 2. **Показатели для определения балльной оценки**
Table 2. **Indicators for determined the scoring score**

Рейтинг	Показатель для присвоения баллов	Оценка в баллах
1	Районы, имеющие рейтинговую оценку от 100 до 75%	1
2	Районы, имеющие рейтинговую оценку от 75 до 50%	2
3	Районы, имеющие рейтинговую оценку от 50 до 25%	3
4	Районы, имеющие рейтинговую оценку от 25 до 0%	4

Источник: составлено авторами.

Таблица 3**. Показатели, определяющие тип сельского района**
Table 3. **Indicators determining the type of rural area**

Тип	Название типа сельского района	Количество баллов
1	успешно развивающиеся территории	От 0 до 20
2	районы с потенциалом роста	От 21 до 30
3	территории с отстающим развитием	От 31–40

Источник: составлено автором.

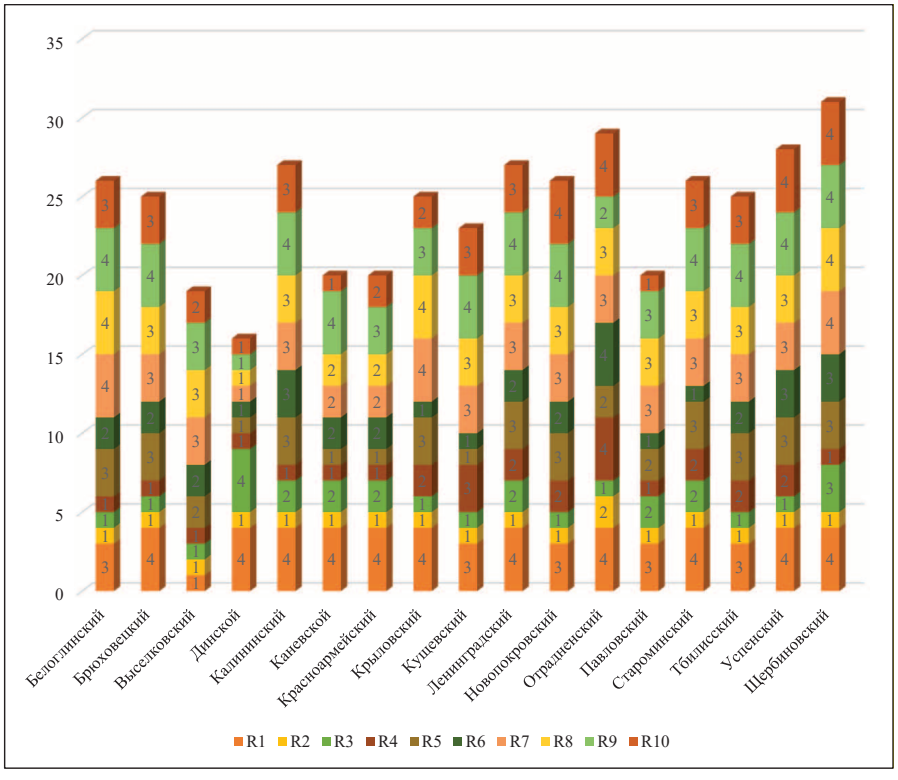


Рисунок 4. **Результаты рейтинговой оценки социально-экономического развития сельских районов Краснодарского края**
Figure 4. **Results of the rating assessments of the socio-economic development of rural areas of the Krasnodar territory**

Источник: составлено автором.

Таблица 4. **Итоговая рейтинговая оценка сельских районов Краснодарского края**
Table 4. **Final rating assessment of rural areas of the Krasnodar region**

Сельский район, округ	Rj	Рейтинг района
Белоглинский	26	2
Брюховецкий	25	2
Выселковский	19	1
Динской	16	1
Калининский	27	2
Каневской	20	2
Красноармейский	20	2
Крыловский	25	2
Кущевский	23	2
Ленинградский	27	2
Новопокровский	26	2
Отрадненский	29	2
Павловский	20	2
Староминский	26	2
Тбилисский	25	2
Успенский	28	2
Щербиновский	31	3

Источник: составлено автором.

Список источников

1. Артемова Е.И. Совершенствование системы управления ресурсным потенциалом сельских территорий / Е.И. Артемова, Т.Т. Авдеева // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 1(403). С. 80-84. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_1_80. EDN TYMAKH.

2. Бровко Н.А. Институционально-правовое совершенствование основ государственно-частного партнерства при развитии сельских территорий / Н.А. Бровко, А.А. Кухаренко, В.И. Гайдук // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2024. Т. 24, № 3. С. 37-43. DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-3-37-43. EDN JBJROQ.

3. Зелинская М.В. Научное обеспечение развития ресурсного потенциала сельских территорий Краснодарского края // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сб. ст. по матер. VI Всеросс. науч.-практ. конф., Краснодар, 25 апреля 2024 г. Краснодар: КубГАУ, 2024. С. 93-97. EDN FVCWXY.

4. К вопросу об оценке социально-экономического развития сельских территорий на основании стандарта качества жизни / Е.И. Костюкова, А.Н. Бобрышев, Е.И. Громов, В.А. Авакян // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 114-129. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-1-114-129. EDN FJLVHV.

5. Краснодарский край в цифрах. 2024: Краткий стат. сб. Краснодар: Краснодарстат, 2025. 141 с.

6. Кухаренко А.А. Сравнение социально-экономического состояния сельских районов Краснодарского края с другими муниципальными образованиями региона / А.А. Кухаренко, В.И. Гайдук, О.Н. Бунчиков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2026. Т. 14, № 1(73). С. 121-132. DOI: 10.34220/2308-8877-2026-14-1-121-132. EDN VYLAFA.

7. Никитина Т.И. Устойчивое социально-экономическое развитие сельских территорий: дисс. канд. экон. Наук. Челябинск. 2019. 246 с.

8. Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов: указ Президента РФ № 607 от 28.04.2008.

9. Официальный сайт Министерства экономики Краснодарского края. http://neweconomy.krasnodar.ru.

10. Постановление Правительства РФ от 17 декабря 2012 г. № 1317 «О реализации указов Президента, касающихся совершенствования и оценки эффективности государственного и муниципального управления».

11. Сводный доклад Краснодарского края «О результатах мониторинга эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов Краснодарского края за 2022 год». http://admkrai.krasnodar.ru/upload/iblock/000/Doklad/Сводный%20доклад%20за%202022%20год.pdf.

12. Сводный доклад Краснодарского края «О результатах мониторинга эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов Краснодарского края за 2023 год». http://admkrai.krasnodar.ru/files/inform/Сводный%20доклад_2023%20год.pdf.

13. Сводный доклад Краснодарского края «О результатах мониторинга эффективности деятельности органов местного самоуправления муниципальных, городских округов и муниципальных районов Краснодарского края за 2024 год». http://admkrai.krasnodar.ru/upload/iblock/New%20folder/Сводный%20доклад%20за%202024%20год.pdf.

14. Сушенцева Н.В. Вопросы территориального планирования: учебно-методическое пособие / Н.В. Сушенцева, В.И. Псарев, И.А. Гончаров. Новосибирск: Сибирское книжное издательство, 2011. 242 с.

15. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=405832&dst=100013#mEOk3HTWhMtgz6M6 (дата обращения 20.10.2024).

References

1. Artemova, E. I. (2025). *Sovershenstvovanie sistemy upravleniya resursnym potencialom sel'skih territorij. Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal,* no. 1(403), pp. 80-84. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_1_80. EDN TYMAKH.

2. Brovko, N. A. (2024). *Institucional'no-pravovoe sovershenstvovanie osnov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva pri razvitii sel'skih territorij. Vestnik Kyrgyzsko-Rossijskogo Slavyanskogo universiteta*, vol. 24, no. 3, pp. 37-43. DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-3-37-43. EDN JBJROQ.

3. Zelinskaya M.V. (2024). *Nauchnoe obespechenie razvitiya resursnogo potenciala sel'skih territorij Krasnodarskogo kraya. Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya zemel'no-imushchestvennyh otnoshenij : sb. st. po mater. VI Vseross. nauch.-prakt. konf., Krasnodar, 25 aprelya 2024 g.*, Krasnodar, pp. 93-97. EDN FVCWXY.

4. E.I. Kostyukova, A.N. Bobryshev, E.I. Gromov, V.A. Avakyan (2023). *K voprosu ob ocenke social'no-ehkonomicheskogo razvitiya sel'skih territorij na osnovanii standarta kachestva zhizni. Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii,* no. 1, pp. 114-129. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-1-114-129. EDN FJLVHV.

5. *Krasnodarskij kraj v cifrah*. 2024. Krasnodar, Krasnodarstat, 141 p.

6. Kuharenko, A. A. (2026). *Sravnenie social'no-ehkonomicheskogo sostoyaniya sel'skih rajonov Krasnodarskogo kraya s drugimi municipal'nymi obrazovaniyami regiona. Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika,* vol. 14, no. 1(73), pp. 121-132. DOI: 10.34220/2308-8877-2026-14-1-121-132. EDN VYLAFA.

7. Nikitina T.I. (2019). *Ustojchivoe social'no-ehkonomicheskoe razvitie sel'skih territorij : diss. kand. ehkon. nauk, Chelyabinsk,* 246 p.

8. *Ob ocenke ehffektivnosti deyatel'nosti organov mestnogo samoupravleniya municipal'nyh, gorodskih okrugov i municipal'nyh rajonov: ukaz Prezidenta RF N 607 ot 28.04.2008.*

9. http://neweconomy.krasnodar.ru.

10. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 17 dekabrya 2012 g. N 1317 «O realizacii ukazov Prezidenta, kasayushchihsya sovershenstvovaniya i ocenki ehffektivnosti gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya».*

11. *Svodnyj doklad Krasnodarskogo kraya «O rezul'tatah monitoringa ehffektivnosti deyatel'nosti organov mestnogo samoupravleniya municipal'nyh, gorodskih okrugov i municipal'nyh rajonov Krasnodarskogo kraya za 2022 god».* http://admkrai.krasnodar.ru/upload/iblock/000/Doklad/Svodnyj%20doklad%20za%202022%20god.pdf.

12. *Svodnyj doklad Krasnodarskogo kraya «O rezul'tatah monitoringa ehffektivnosti deyatel'nosti organov mestnogo samoupravleniya municipal'nyh, gorodskih okrugov i municipal'nyh rajonov Krasnodarskogo kraya za 2023 god».* http://admkrai.krasnodar.ru/files/inform/Svodnyj%20doklad_2023%20god.pdf.

13. *Svodnyj doklad Krasnodarskogo kraya «O rezul'tatah monitoringa ehffektivnosti deyatel'nosti organov mestnogo samoupravleniya municipal'nyh, gorodskih okrugov i municipal'nyh rajonov Krasnodarskogo kraya za 2024 god».* http://admkrai.krasnodar.ru/upload/iblock/New%20folder/Svodnyj%20doklad%20za%202024%20god.pdf.

14. Sushenceva, N. V. (2011). *Voprosy territorial'nogo planirovaniya: uchebno-metodicheskoe posobie, Novosibirsk, Sibirskoe knizhnoe izdatel'stvo*, 242 p. EDN SYABVP.

15. *Federal'nyj zakon ot 06.10.2003 N 131-FZ «Ob obshchih principah organizacii mestnogo samoupravleniya v Rossijskoj Federacii».* http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=405832&dst=100013#mEOk3HTWhMtgz6M6.

Информация об авторах:

Кухаренко Андрей Андреевич, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-3082-0858, i@akuharenko.ru
Гайдук Владимир Иванович, доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой институциональной экономики и инвестиционного менеджмента,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9992-7647, vi_gayduk@mail.ru

Information about the author:

Andrey A. Kukharenko, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-3082-0858, i@akuharenko.ru
Vladimir I. Gaiduk, doctor of economic sciences, professor, head of the department of institutional economics and investment management, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9992-7647, vi_gayduk@mail.ru

✉ **i@akuharenko.ru**

Научная статья
УДК 338.43
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_938

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ОПОРНЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

П.В. Строев, Р.В. Ревунов

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Москва, Россия

Аннотация. Целью работы является диагностика сельских муниципалитетов Российской Федерации, имеющих статус опорных населённых пунктов, выявление основных тенденций и факторов социально-экономического развития. Методы: исследование основывается на системном подходе к анализу социально-экономического развития сельских территорий. Авторы рассматривают опорные населённые пункты (ОНП) как часть общей системы стратегического планирования РФ, увязывая их состояние с достижением национальных целей развития. При написании статьи использовались такие научные методы, как компаративистика (сопоставление индикаторов развития сельских ОНП с целевыми ориентирами, заданными документами стратегического планирования РФ), статистический анализ (расчёт долевых показателей, динамики в абсолютных и относительных значениях, темпов роста и т. п.), что позволило обеспечить высокий уровень достоверности итоговых результатов и выводов. Научная новизна**:** авторами осуществлена диагностика сельских ОНП в разрезе федеральных округов по таким направлениям, как динамика численности населения, качественное состояния жилищно-коммунальной инфраструктуры, обращение с твёрдыми коммунальными отходами, доходы работников и др., в контексте достижения целевых ориентиров развития, зафиксированных в документах стратегического планирования РФ**.** Результаты: установлены следующие основные тенденции: социально-экономического развития сельских опорных населённых пунктов: устойчивая депопуляция в более 50% рассмотренных муниципалитетах; неудовлетворительное состояние жилищно-коммунальной инфраструктуры в сельских ОНП, выражающееся в критически высоком (более 80%) и высоком уровнях износа тепловых, водопроводных и канализационных сетей; ухудшение качественного состояния природной среды вследствие экологически небезопасного обращения с отходами; наличие значительных диспропорций в оплате труда между сельскими и городскими муниципалитетами в пределах региона, а также межрегиональных диспропорций. В настоящее время статус ОНП применительно к сельским муниципалитетам имеет формально-декларативный характер. Трансформация ОНП в реально действующий инструмент интенсификации социально-экономического развития Российской Федерации, в целом, сельских территорий, в частности, по мнению авторов, подразумевает надлежащее ресурсное обеспечение сельских муниципалитетов, например, за счёт изменения пропорций распределения налоговых доходов между уровнями бюджетной системы РФ в пользу местных бюджетов, административно-организационной синхронизации федеральных, региональных программ развития сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: сельское хозяйство, экономика, государственное регулирование, факторы, тенденции

Благодарности: статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета.

Original article

THE CURRENT STATUS AND TRENDS IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF RURAL SUPPORT SETTLEMENTS

P.V. Stroyev, R.V. Revunov

Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, Russia

Abstract. The aim of this article is to assess rural municipalities in the Russian Federation that have the status of support settlements and to identify the main trends and factors in their socio-economic development. Methods: The study is based on a systems approach to analyzing the socio-economic development of rural areas. The authors consider support settlements (SSCs) as part of the overall strategic planning system of the Russian Federation, linking their status to the achievement of national development goals. When writing the article, such scientific methods as comparative studies (comparison of rural NPU development indicators with the targets set by the strategic planning documents of the Russian Federation), statistical analysis (calculation of share indicators, dynamics in absolute and relative values, growth rates, etc.) were used, which ensured a high level of reliability of the final results and conclusions. Scientific novelty: the authors carried out a diagnosis of rural NPU in the context of federal districts in such areas as population dynamics, the quality of housing and communal infrastructure, solid municipal waste management, employee incomes, etc., in the context of achieving the development targets set out in the strategic planning documents of the Russian Federation. Results: the following main trends were identified: in the socio-economic development of rural core settlements: stable depopulation in more than 50% of the municipalities examined; The unsatisfactory state of housing and utilities infrastructure in rural municipalities, manifested in critically high (over 80%) and significant levels of deterioration of heating, water, and sewer networks; deterioration of the natural environment due to environmentally unsafe waste management; and significant wage disparities between rural and urban municipalities within the region, as well as interregional disparities. Currently, the status of a rural municipality as a core settlement is purely declarative. The authors believe that transforming the core settlement into a truly effective tool for intensifying the socioeconomic development of the Russian Federation, and rural areas in particular, requires adequate resource provision to rural municipalities, for example, by changing the proportions of tax revenue distribution between levels of the Russian budget system in favor of local budgets and by administratively synchronizing federal and regional agricultural development programs.

Keywords: agriculture, economy, government regulation, factors, trends

Acknowledgments: the article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds under a state assignment from the Financial University.

Введение. Актуальность тематики данного исследования обусловлена тем, что действующими документами стратегического планирования Российской Федерации опорный населённый пункт определён как один из основных инструментов обеспечения достижения национальных целей социально-экономического развития, а также снижения межрегиональных диспропорций. В данном контексте актуальной и своевременной является диагностика сельских муниципалитетов РФ, имеющих статус опорных населённых пунктов, выявление основных тенденций и факторов социально-экономического развития. С учётом вышеизложенного, целью исследования является индикация современного состояния сельских опорных населённых пунктов, выявление основных тенденций их социально-экономического развития с учётом целевых ориентиров, зафиксированных в документах стратегического планирования РФ.

© Строев П.В., Ревунов Р.В., 2026

Таблица 1. **Национальные целевые ориентиры, основные показатели их достижения и индикаторы оценки сельских ОНП**
Table 1. **National targets, key indicators for their achievement and indicators for assessing rural support settlements**

Целевые ориентиры социально-экономического развития	Основные индикаторы оценки сельских ОНП
Национальная цель а) Сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи	Динамика численности граждан в абсолютных и относительных значениях
Национальная цель б) Реализация потенциала каждого человека, развитие его талантов, воспитание патриотичной и социально ответственной личности	Отсутствуют исходные данные
Национальная цель в) Комфортная и безопасная среда для жизни	Общая протяжённость освещённых частей улиц Протяжённость тепловых и паровых сетей Протяжённость тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене Протяжённость уличной водопроводной сети Протяжённость уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене Протяжённость уличной канализационной сети Протяжённость уличной канализационной сети, нуждающейся в замене
Национальная цель г) Экологическое благополучие	Вывоз твёрдых коммунальных отходов (ТКО)
Национальная цель д) Устойчивая и динамичная экономика	Среднесписочная численность работников организаций, чел. Среднемесячная заработная плата работников организаций, тыс. руб.
Национальная цель е) Технологическое лидерство	Отсутствуют исходные данные
Национальная цель ж) цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы	Отсутствуют исходные данные

Таблица 2. **Динамика численности населения сельских ОНП за период 2024-2025 гг.**
Table 2. **Dynamics of the population of rural supporting settlements for the period 2024-2025**

Федеральный округ	Населённый пункт / субъект РФ	2024 г.	2025 г.	Динамика, абс. знач.	Темп роста, %
Центральный	п. Красная Горбатка (Владимирская область)	7,8	8,0	0,2	3,0
	пгт Анна (Воронежская область)	14,8	14,6	-0,2	-1,2
	пгт Лежнево (Ивановская область)	7,0	6,9	-0,2	-2,5
	п. Бабынино (Калужская область)	3,8	3,8	0,0	-0,3
	с. Доброе (Липецкая область)	6,7	6,8	0,1	1,6
Северо-Западный	п. Двинской (Архангельская область)	2,9	2,9	0,0	-0,9
	с. Липин Бор (Вологодская область)	3,4	3,3	0,0	-1,3
	с. Волот (Новгородская область)	4,1	4,0	-0,1	-2,8
	п. Локня (Псковская область)	3,4	3,4	-0,1	-1,7
	пгт Калевала (Республика Карелия)	3,4	3,4	-0,1	-1,5
Южный	станица Багаевская (Ростовская область)	15,5	15,3	-0,2	-1,3
	с. Икряное (Астраханская область)	10,5	10,5	0,1	0,7
	станица Алексеевская (Волгоградская область)	3,6	3,7	0,0	0,4
	станица Брюховецкая (Краснодарский край)	21,6	21,5	-0,1	-0,6
	пгт Черноморское (Республика Крым)	11,5	11,5	0,0	0,4
Северо-Кавказский	с. Акуша (Республика Дагестан)	12,2	12,3	0,1	1,0
	с. Баксаненок (Кабардино-Балканская Республика)	8,7	8,8	0,1	1,4
	аул Адыге-Хабль (Карачаево-Черкесская Республика)	4,5	4,5	0,0	0,1
	с. Александровское (Ставропольский край)	25,3	25,3	0,0	0,0
	с. Галашки (Республика Ингушетия)	7,4	7,5	0,1	1,1
Приволжский	с .Богатое (Самарская область)	7,0	7,0	-0,1	-1,1
	рп Бутурлино (Нижегородская область)	6,8	6,8	0,0	-0,3
	п. Акбулак (Оренбургская область)	10,9	11,0	0,1	0,6
	пгт Аксубаево (Республика Татарстан)	9,1	9,0	-0,1	-1,2
	с. Батырево (Чувашская Республика)	5,3	5,3	0,0	0,5
Уральский	пгт Свободный (Свердловская область)	3,4	3,5	0,0	0,7
	пгт Приобье (Тюменская область с ХМАО и ЯНАО)	7,5	7,4	-0,1	-1,0
	рп Локомотивный (Челябинская область)	8,6	8,6	0,0	0,2
	с. Белозерское (Курганская область)	3,8	3,6	-0,1	-3,7
Сибирский	пгт Крапивинский (Кемеровская область — Кузбасс)	7,5	7,4	0,0	-0,5
	с. Залесово (Алтайский край)	6,5	6,4	-0,1	-1,7
	п. Балаганск (Иркутская область)	3,8	3,8	0,0	-0,1
	с. Кош-Агач (Республика Алтай)	8,6	8,7	0,1	1,0
	с. Белый Яр (Республика Хакасия)	11,6	11,7	0,1	1,1
Дальневосточный	пгт Пограничный (Приморский край)	9,7	9,7	0,0	0,0
	пгт Омсугчан (Магаданская область)	3,3	3,3	0,0	0,7
	пгт Южно-Курильск (Сахалинская область)	7,0	6,7	-0,3	-4,1
	с Курумкан (Республика Бурятия)	5,6	5,6	0,0	-0,1
	рп Охотск (Хабаровский край)	3,2	3,1	-0,1	-2,3

Материалы и методы. Исследование основывается на системном подходе к анализу социально-экономического развития сельских территорий. Авторы рассматривают опорные населённые пункты (ОНП) как часть общей системы стратегического планирования РФ, увязывая их состояние с достижением национальных целей развития. При написании статьи использовались такие научные методы, как компаративистика (сопоставление индикаторов развития сельских ОНП с целевыми ориентирами, заданными документами стратегического планирования РФ), статистический анализ (расчёт долевых показателей, динамики в абсолютных и относительных значениях, темпов роста и т. п.), что позволило обеспечить высокий уровень достоверности итоговых результатов и выводов. Информационной основой исследования являются законодательные, нормативные правовые акты РФ, регулирующие вопросы стратегического планирования, регулирования пространственного развития и т. п., официальные статистические данные Росстата, результаты профильных научных исследований.

Опыт различных стран мира по созданию «точек роста» сельскохозяйственного производства анализируют исследователи Xu W., Zhou S., Lei H. [1], Ranran C., Jingsuo Li. [2], Mathumbu S., Tafeni Z. [3], Oueslati W., Salanié J., Wu J. [4]. Основные аспекты государственного регулирования агпропромышленного комплекса РФ на современном этапе находят научную интерпретацию в трудах Ушачева И.Г., Масловой В.В. [5], Фаттахова Р.В., Орлова С.Л., Ревунова Р.В. [6], Строева П.В., Пивоваровой О.В. [7]. Артемова Е.И., Плотникова Е.В., Литра Е.Н. [8], Муравьева М.В. [9], Попов Р.А., Пузанов А.С. [10, 11], Силаева Л.П., Измайлова С.А., Захарова А.П. [12], Сосенков А.В., Зиннатуллина Н.Я., Каштанов Р.М., Абсатдарова Д.И. [13], где исследуют социально-экономические особенности функционирования сельских ОНП.

С учётом положений Указа Президента о национальных целях развития [14], установившего целевые ориентиры социально-экономического развития РФ в средне- и долгосрочной перспективах, авторы полагают необходимым осуществить диагностику современного состояния и особенностей развития опорных населенных пунктов России в контексте целевых ориентиров, установленных документами стратегического планирования РФ. При этом, необходимо принять во внимание следующие ограничения:

- в настоящее время в Российской Федерации осуществляется реформирование системы местного самоуправления (переход на одноуровневый формат) в связи с вступлением в силу положений профильного федерального закона [15]. Установленный срок завершения данного процесса 1.01.2028 г.; в настоящее время имеет место региональная асинхронность административных, организационных процессов трансформации местного самоуправления, затрудняющая сбор информации, сопоставление сельских ОНП по различным параметрам;
- согласно информации Росстата [16], статистический инструментарий диагностики сельских ОНП находится в стадии разработки, что затрудняет корректный сравнительный анализ.

Таблица 3. **Общая протяженность освещённых частей улиц сельских ОНП в 2024 г.**
Table 3. **Total length of illuminated parts of rural supporting settlements streets in 2024**

Федеральный округ	Населённый пункт / субъект РФ	Общая протяжённость улиц, проездов, набережных, км	из них, освещённых частей, км	Доля вес. освещённых частей, %
Центральный	п. Красная Горбатка (Владимирская область)	67,0	64,0	95,5
	пгт Анна (Воронежская область)	155,0	155,0	100,0
	пгт Лежнево (Ивановская область)	44,8	44,8	100,0
	п. Бабынино (Калужская область)	7,0	5,7	81,4
	с. Доброе (Липецкая область)	71,4	71,4	100,0
Северо-Западный	п. Двинской (Архангельская область)	52,3	24,5	46,8
	с. Липин Бор (Вологодская область)	145,9	111,1	76,1
	с. Волот (Новгородская область)	14,8	14,8	100,0
	п. Локня (Псковская область)	29,3	29,3	100,0
	пгт Калевала (Республика Карелия)	36,6	36,5	99,8
Южный	станица Багаевская (Ростовская область)	88,3	31,4	35,6
	с. Икряное (Астраханская область)	19,9	16,1	80,9
	станица Алексеевская (Волгоградская область)	44,0	44,0	100,0
	станица Брюховецкая (Краснодарский край)	106,0	82,3	77,6
	пгт Черноморское (Республика Крым)	72,2	40,0	55,4
Северо-Кавказский	с. Акуша (Республика Дагестан)	103,9	1,8	1,7
	с. Баксаненок (Кабардино-Балканская Республика)	55,0	42,3	76,9
	аул Адыге-Хабль (Карачаево-Черкесская Республика)	28,0	17,0	60,7
	с. Александровское (Ставропольский край)	128,3	120,8	94,2
	с. Галашки (Республика Ингушетия)	18,7	2,0	10,7
Приволжский	с.Богатое (Самарская область)	140,9	52,1	37,0
	рп Бутурлино (Нижегородская область)	28,7	27,4	95,5
	п. Акбулак (Оренбургская область)	83,6	83,6	100,0
	пгт Аксубаево (Республика Татарстан)	97,0	70,0	72,2
	с. Батырево (Чувашская Республика)	26,9	18,0	66,9
Уральский	пгт Свободный (Свердловская область)	нет данных	нет данных	
	пгт Приобье (Тюменская область с ХМАО и ЯНАО)	44,6	38,1	85,4
	рп Локомотивный (Челябинская область)	42,4	7,5	17,7
	с. Белозерское (Курганская область)	40,0	16,2	40,5
Сибирский	пгт Крапивинский (Кемеровская область — Кузбасс)	84,8	71,2	84,0
	с. Залесово (Алтайский край)	145,4	19,4	13,3
	п. Балаганск (Иркутская область)	63,3	43,0	67,9
	с. Кош-Агач (Республика Алтай)	97,7	29,5	30,2
	с. Белый Яр (Республика Хакасия)	170,7	138,6	81,2
Дальневосточный	пгт Пограничный (Приморский край)	48,0	23,3	48,6
	пгт Омсугчан (Магаданская область)	7,4	1,6	21,6
	пгт Южно-Курильск (Сахалинская область)	21,9	21,0	95,9
	с Курумкан (Республика Бурятия)	138,3	20,1	14,5
	рп Охотск (Хабаровский край)	34,8	34,8	100,0

В таблице 1 представлены национальные целевые ориентиры, основные показатели их достижения и индикаторы оценки сельских ОНП [14].

Представленные в таблице 1 индикаторы используются в документах стратегического планирования РФ, регионального, муниципального уровней, нормативных правовых актах РФ, национальных, федеральных проектах, государственных программах [17, 18], касающихся социально-экономического развития в отраслевом, территориальном аспектах. В настоящее время в Российской Федерации статус опорного населённого пункта имеет 2160 муниципалитетов [19]. Сельских ОНП насчитывается 683, что составляет 31,6% от общего количества ОНП.

Результаты и обсуждение. В контексте вышеизложенного, авторами осуществлён отбор сельских ОНП в разрезе федеральных округов и, с учётом установленных целевых ориентиров развития, индикаторов, по которым Росстат осуществляет регулярные статистические наблюдения, произведён анализ основных показателей (таблицы 2-6, рассчитанs авторами на основе информации Росстата [20]).

Национальная цель а) Сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи.

Индикаторы:

- динамика численности граждан в абсолютных и относительных значениях (табл. 2).

Согласно информации таблицы 2, в половине рассмотренных нами сельских ОНП отмечается снижение численности населения, что

Таблица 4. **Показатели качественного состояния жилищно-коммунальной инфраструктуры сельских ОНП в 2024 г.**
Table 4. **Indicators of the quality of housing and communal infrastructure of rural support settlements in 2024**

Федеральный округ	Населённый пункт / субъект РФ	Протяжение уличной газовой сети, км	Протяженность тепловых и паровых сетей, км	Уличная водопроводная сеть, км	Уличная канализационная сеть, км	Протяжённость тепловых и паровых сетей, нуждающихся в замене, км	Протяжённость уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене, км	Протяжённость уличной канализационной сети, нуждающейся в замене, км	Доля тепловых и паровых сетей, нуждающихся в замене, в общем протяжении уличной тепловой сети, %	Доля уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене, в общем протяжении уличной водопроводной сети, %	Доля уличной канализационной сети, нуждающейся в замене, в общем протяжении уличной канализационной сети, %
Центральный	п. Красная Горбатка (Владимирская область)	120,4	13,0	69,4	24,8	7,1	48,5	21,0	54,2	69,9	84,7
	пгт Анна (Воронежская область)	25,9	12,5	12,1	8,6	1,2	1,5	0,1	9,9	12,1	1,6
	пгт Лежнево (Ивановская область)	110,5	11,1	0,3	0,0	1,2	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0
	п. Бабынино (Калужская область)	59,9	4,1	25,9	6,0	0,0	19,7	0,8	0,0	76,4	13,4
	с. Доброе (Липецкая область)	95,5	1,1	63,2	0,0	0,0	22,1	0,0	0,0	34,9	0,0
Северо-Западный	п. Двинской (Архангельская область)	0,0	11,3	11,3	6,1	5,5	5,3	372,1	48,8	47,0	6100,0
	с. Липин Бор (Вологодская область)	15,0	7,6	13,6	10,4	0,0	10,5	3,0	0,0	77,2	28,8
	с. Волот (Новгородская область)	1,1	3,1	12,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	95,0	80,0
	п. Локня (Псковская область)	31,9	5,3	25,0	0,5	0,6	24,6	0,5	11,0	98,2	100,0
	пгт Калевала (Республика Карелия)	0,0	4,8	5,6	2,8	0,2	1,4	0,9	3,3	25,0	32,1
Южный	станица Багаевская (Ростовская область)	21,5	5,3	35,7	0,0	0,8	29,6	0,0	16,0	83,0	35,0
	с. Икряное (Астраханская область)	50,4	6,1	40,2	8,1	6,0	39,0	7,8	99,0	97,0	96,0
	станица Алексеевская (Волгоградская область)	29,5	4,6	21,0	1,5	0,9	3,4	0,2	20,0	16,0	12,0
	станица Брюховецкая (Краснодарский край)	158,1	18,8	142,1	14,1	6,0	81,7	4,0	31,9	57,5	28,3
	пгт Черноморское (Республика Крым)	85,4	17,2	35,0	13,6	4,4	33,8	10,7	25,6	96,5	78,5
Северо-Кавказский	с. Акуша (Республика Дагестан)	8,6	0,0	15,3	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	18,5	0,0
	с. Баксаненок (Кабардино-Балканская Республика)	32,0	0,8	54,7	0,0	0,6	0,0	0,0	77,9	0,0	82,6
	аул Адыге-Хабль (Карачаево-Черкесская Республика)	25,9	5,5	19,5	11,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	9,1
	с. Александровское (Ставропольский край)	38,1	8,0	22,5	19,2	0,0	15,9	0,0	0,0	71,0	0,0
	с. Галашки (Республика Ингушетия)	21,4	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	47,9	0,0	0,0
Приволжский	с.Богатое (Самарская область)	106,5	11,7	73,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,1
	рп Бутурлино (Нижегородская область)	11,5	8,1	39,5	6,9	0,8	5,1	0,6	10,2	12,8	8,9
	п. Акбулак (Оренбургская область)	172,3	15,1	34,5	5,6	0,7	2,0	0,2	4,8	5,8	3,5
	пгт Аксубаево (Республика Татарстан)	59,0	0,0	74,6	8,6	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0
	с. Батырево (Чувашская Республика)	43,4	2,2	15,7	11,4	0,2	1,2	0,0	11,1	7,6	0,0
Уральский	пгт Свободный (Свердловская область)	31,5	18,3	26,4	15,0	1,9	3,2	3,0	10,5	12,0	20,0
	пгт Приобье (Тюменская область с ХМАО и ЯНАО)	53,8	28,2	39,7	14,4	22,3	30,9	13,0	79,0	78,0	90,0
	рп Локомотивный (Челябинская область)	14,0	14,5	31,3	29,0	1,4	14,6	0,3	9,6	46,6	1,1
	с. Белозерское (Курганская область)	31,1	4,3	17,3	0,0	0,4	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0
Сибирский	пгт Крапивинский (Кемеровская область — Кузбасс)	36,6	1,7	9,0	4,0	0,0	1,4	0,0	0,0	15,2	0,0
	с. Залесово (Алтайский край)	0,0	18,4	75,6	0,0	1,9	15,1	0,0	10,5	20,0	0,0
	п. Балаганск (Иркутская область)	0,0	1,9	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	с. Кош-Агач (Республика Алтай)	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0
	с. Белый Яр (Республика Хакасия)	0,0	12,2	13,9	6,1	1,2	2,4	0,7	10,2	17,6	11,9
Дальневосточный	пгт Пограничный (Приморский край)	0,0	12,3	6,0	3,0	7,8	3,6	1,3	63,8	60,0	42,9
	пгт Омсугчан (Магаданская область)	0,0	20,8	14,5	8,4	0,0	3,9	1,8	0,0	26,7	21,8
	пгт Южно-Курильск (Сахалинская область)	0,0	25,5	27,5	11,3	2,2	3,4	1,2	8,6	12,4	10,8
	с Курумкан (Республика Бурятия)	0,0	11,5	9,0	0,0	2,4	0,3	0,0	20,9	3,3	0,0
	рп Охотск (Хабаровский край)	0,0	22,5	13,5	0,0	9,8	5,4	0,0	43,8	40,0	0,0

соответствует общероссийской тенденции [21]. Сохранение подобной тенденции в средне- и долгосрочной перспективах формирует риски дефицита кадров в отраслях сельскохозяйственного производства (что, в свою очередь, провоцирует угрозу продовольственной безопасности РФ [22]).

Национальная цель б) Комфортная и безопасная среда для жизни.

Индикаторы:

- общая протяженность освещённых частей улиц;
- протяженность тепловых и паровых сетей;
- протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене;
- протяжённость уличной водопроводной сети;
- протяжённость уличной водопроводной сети, нуждающейся в замене;
- протяжённость уличной канализационной сети;
- протяжённость уличной канализационной сети, нуждающейся в замене.

Анализ информации таблиц 3, 4 показывает наличие менее комфортных условий проживания граждан сельских ОНП по сравнению с городами. В рассмотренных сельских ОНП из критериев благоустройства территории (наличие газификации, централизованных систем электро-, водо-, теплоснабжение и водоотведения) в большинстве случаев имеются отдельные элементы благоустройства. Для многих сельских ОНП, имеющих вышеуказанные коммунальных системы, характерен критически высокий (более 80%) и высокий уровни износа сетей.

Национальная цель в) Экологическое благополучие.

Индикатор:

- вывоз твёрдых коммунальных отходов.

Представленные в таблице 5 данные показывают, что надлежащая (экологически безопасная) утилизация твёрдых коммунальных отходов организована в единичных сельских ОНП; в подавляющем большинстве сельских муниципалитетов РФ (в т. ч. ОНП) ТКО вывозятся на свалки (часто стихийные) без переработки. Подобная практика способствует возникновению следующих негативных социо-эколого-экономических последствий:

- деградации почв вследствие загрязнения ТКО;
- увеличением экологически обусловленной заболеваемости граждан;
- дополнительным расходам бюджетной системы, домохозяйств вследствие увеличения экологически обусловленной заболеваемости, ростом нагрузки на систему здравоохранения.

Национальная цель г) Устойчивая и динамичная экономика.

Индикаторы:

- среднесписочная численность работников организаций, чел;
- среднемесячная заработная плата работников организаций, тыс. руб.

Таблица 5**. Показатели обращения с твёрдыми коммунальными отходами сельских ОНП в 2024 г.**
Table 5**. Indicators of municipal solid waste management in rural support settlements in 2024**

Федеральный округ	Населённый пункт / субъект РФ	Вывезено твёрдых коммунальных отходов, на конец отчетного года		
		Тыс. т.	из них на объекты, используемые для обработки отходов, тыс. т	Доля надлежаще утилизированных отходов, %
Центральный	п. Красная Горбатка (Владимирская область)	0,1	0,0	0,0
	пгт Анна (Воронежская область)	12,5	0,0	0,0
	пгт Лежнево (Ивановская область)	нет данных	нет данных	-
	п. Бабынино (Калужская область)	0,4	0,4	100,0
	с. Доброе (Липецкая область)	3,7	0,0	0,0
Северо-Западный	п. Двинской (Архангельская область)	3,2	0,0	0,0
	с. Липин Бор (Вологодская область)	2,3	0,0	0,0
	с. Волот (Новгородская область)	0,7	0,0	0,0
	п. Локня (Псковская область)	2,1	0,0	0,0
	пгт Калевала (Республика Карелия)	1,6	0,0	0,0
Южный	станица Багаевская (Ростовская область)	2,6	0,0	0,0
	с. Икряное (Астраханская область)	0,7	0,0	0,0
	станица Алексеевская (Волгоградская область)	1,2	1,1	92,4
	станица Брюховецкая (Краснодарский край)	4,5	0,0	0,0
	пгт Черноморское (Республика Крым)	6,5	0,0	0,0
Северо-Кавказский	с. Акуша (Республика Дагестан)	нет данных	нет данных	-
	с. Баксаненок (Кабардино-Балканская Республика)	2,0	0,0	0,0
	аул Адыге-Хабль (Карачаево-Черкесская Республика)	15,6	0,0	0,0
	с. Александровское (Ставропольский край)	0,1	0,0	0,0
	с. Галашки (Республика Ингушетия)	0,2	0,0	0,0
Приволжский	с. Богатое (Самарская область)	2,6	0,0	0,0
	рп Бутурлино (Нижегородская область)	4,8	0,0	0,0
	п. Акбулак (Оренбургская область)	15,0	0,0	0,0
	пгт Аксубаево (Республика Татарстан)	6,8	0,0	0,0
	с. Батырево (Чувашская Республика)	1,5	0,0	0,0
Уральский	пгт Свободный (Свердловская область)	нет данных	нет данных	-
	пгт Приобье (Тюменская область с ХМАО и ЯНАО)	2,1	0,0	0,0
	рп Локомотивный (Челябинская область)	1,2	0,0	0,0
	с. Белозерское (Курганская область)	5,8	0,0	0,0
Сибирский	пгт Крапивинский (Кемеровская область — Кузбасс)	нет данных	нет данных	-
	с. Залесово (Алтайский край)	1,0	0,0	0,0
	п. Балаганск (Иркутская область)	1,8	0,0	0,0
	с. Кош-Агач (Республика Алтай)	0,5	0,0	0,0
	с. Белый Яр (Республика Хакасия)	1,7	0,0	0,0
Дальневосточный	пгт Пограничный (Приморский край)	1,3	0,0	0,0
	пгт Омсугчан (Магаданская область)	3,1	0,0	0,0
	пгт Южно-Курильск (Сахалинская область)	1,3	0,0	0,0
	с Курумкан (Республика Бурятия)	нет данных	нет данных	-
	рп Охотск (Хабаровский край)	2,2	0,0	0,0

Сравнительный анализ информации, представленной в таблице 6 и информации о показателях оплаты труда в региональном разрезе показывает наличие диспропорций (1,2-2,0 раза) в оплате труда граждан, проживающих в городах и сельских населённых пунктах одного региона. Подобная практика способствует оттоку кадров из сельской местности в города, а также усиливает межрегиональные диспропорции социально-экономического развития РФ.

Выводы. В завершение сформулируем следующие основные выводы:

1. Результатами исследования установлены следующие основные тенденции: социально-экономического развития сельских опорных населённых пунктов: устойчивая депопуляция в более 50% рассмотренных муниципалитетах; неудовлетворительное состояние жилищно-коммунальной инфраструктуры в сельских ОНП, выражающееся в критически высоком (более 80%) и высоком уровнях износа тепловых, водопроводных и канализационных сетей; ухудшение качественного состояния природной среды вследствие экологически небезопасного обращения с отходами; наличие значительных диспропорций в оплате труда между сельскими и городскими муниципалитетами в пределах региона, а также межрегиональных диспропорций.

2. Вышеуказанные тенденции провоцируют такие негативные процессы, как отток квалифицированных кадров из сельской местности в города, а также усиливает межрегиональную дифференциацию по показателям социально-экономического развития. Сохранение указанных тенденции в среднесрочной и долгосрочной перспективах создает риски дефицита кадров в сельскохозяйственном секторе, что, в свою очередь, несет потенциальную угрозу продовольственной безопасности Российской Федерации.

3. В настоящее время статус ОНП применительно к сельским муниципалитетам имеет формально-декларативный характер. Трансформация ОНП в реально действующий инструмент интенсификации социально-экономического развития Российской Федерации, в целом, сельских территорий, в частности, по мнению авторов, подразумевает надлежащее ресурсное обеспечение сельских муниципалитетов, например, за счёт изменения пропорций распределения налоговых доходов между уровнями бюджетной системы РФ в пользу местных бюджетов, административно-организационной синхронизации федеральных, региональных программ развития сельскохозяйственного производства.

Таблица 6. **Динамика среднесписочной численности работников и среднемесячной начисленной заработной платы сельских ОНП за период 2024-2025 гг.**
Table 6. **Dynamics of the average number of employees and average monthly accrued wages of rural support settlements for the period 2024-2025**

Федеральный округ	Населённый пункт / субъект РФ	2024 г.		2025 г.		Динамика			
		Среднесписочная численность работников (без учета внешних совместителей), чел.	Среднемесячная начисленная зарплата работников, тыс. руб.	Среднесписочная численность работников, чел.	Среднемесячная начисленная зарплата работников, тыс. руб.	Численность работников, +, -	Темп роста среднесписочной численности работников, %	Зарплата, +, -	Темп роста зарплаты, %
Центральный	п. Красная Горбатка (Владимирская область)	1811	53,8	1916	60,5	105,0	5,8	6,8	12,6
	пгт Анна (Воронежская область)	3484	49,2	3517	57,6	33,0	0,9	8,4	17,1
	пгт Лежнево (Ивановская область)	874	46,8	890	49,4	16,0	1,8	2,6	5,6
	п. Бабынино (Калужская область)	1167	64,7	1168	74,3	1,0	0,1	9,6	14,8
	с. Доброе (Липецкая область)	1907	53,5	2046	59,9	139,0	7,3	6,5	12,1
Северо-Западный	п. Двинской (Архангельская область)	569	75,5	545	87,5	-24,0	-4,2	12,0	15,9
	с. Липин Бор (Вологодская область)	858	56,6	945	63,2	87,0	10,1	6,6	11,7
	с. Волот (Новгородская область)	421	47,3	455	54,3	34,0	8,1	6,9	14,7
	п. Локня (Псковская область)	801	41,7	790	47,4	-11,0	-1,4	5,6	13,5
	пгт Калевала (Республика Карелия)	715	71,1	678	78,1	-37,0	-5,2	7,0	9,9
Южный	станица Багаевская (Ростовская область)	2074	45,1	2087	50,4	13,0	0,6	5,4	11,9
	с. Икряное (Астраханская область)	2026	41,5	2048	45,0	22,0	1,1	3,5	8,5
	станица Алексеевская (Волгоградская область)	926	44,4	1160	55,3	234,0	25,3	10,9	24,4
	станица Брюховецкая (Краснодарский край)	4106	52,6	4228	60,4	122,0	3,0	7,7	14,7
	пгт Черноморское (Республика Крым)	2102	48,3	2097	54,8	-5,0	-0,2	6,5	13,5
Северо-Кавказский	с. Акуша (Республика Дагестан)	1594	40,3	1603	44,3	9,0	0,6	4,0	9,9
	с. Баксаненок (Кабардино-Балканская Республика)	517	204,3	515	36,6	-2,0	-0,4	3,6	10,9
	аул Адыге-Хабль (Карачаево-Черкесская Республика)	1237	46,2	1259	53,5	22,0	1,8	7,3	15,7
	с. Александровское (Ставропольский край)	3438	42,2	3433	47,1	-5,0	-0,1	4,9	11,5
	с. Галашки (Республика Ингушетия)	531	30,7	521	32,7	-10,0	-1,9	2,0	6,4
Приволжский	с . Богатое (Самарская область)	1487	46,1	1476	53,8	-11,0	-0,7	7,6	16,6
	рп Бутурлино (Нижегородская область)	1447	48,7	-	0,0	-	-	-	-
	п. Акбулак (Оренбургская область)	1542	46,6	1517	52,0	-25,0	-1,6	5,3	11,5
	пгт Аксубаево (Республика Татарстан)	1921	57,5	2070	67,3	149,0	7,8	9,8	17,0
	с. Батырево (Чувашская Республика)	2156	44,4	2309	49,6	153,0	7,1	5,2	11,7
Уральский	пгт Свободный (Свердловская область)	777	70,5	-	-	-	-	-	-
	пгт Приобье (Тюменская область с ХМАО и ЯНАО)	1591	89,3	1485	92,6	-106,0	-6,7	3,2	3,6
	рп Локомотивный (Челябинская область)	1169	47,0	1105	52,0	-64,0	-5,5	5,0	10,6
	с. Белозерское (Курганская область)	1139	45,5	1108	51,2	-31,0	-2,7	5,7	12,5
Сибирский	пгт Крапивинский (Кемеровская область — Кузбасс)	1395	60,8	1378	64,9	-17,0	-1,2	4,0	6,6
	с. Залесово (Алтайский край)	968	44,4	1048	52,1	80,0	8,3	7,7	17,2
	п. Балаганск (Иркутская область)	941	65,4	944	71,3	3,0	0,3	5,9	9,0
	с. Кош-Агач (Республика Алтай)	1685	71,6	1701	80,3	16,0	0,9	8,7	12,1
	с. Белый Яр (Республика Хакасия)	1818	63,0	1892	70,5	74,0	4,1	7,5	11,9
Дальневосточный	пгт Пограничный (Приморский край)	2081	74,2	2176	90,1	95,0	4,6	15,9	21,4
	пгт Омсугчан (Магаданская область)	3252	198,8	3159	217,0	-93,0	-2,9	18,2	9,2
	пгт Южно-Курильск (Сахалинская область)	1855	140,7	1969	160,2	114,0	6,1	19,5	13,9
	с Курумкан (Республика Бурятия)	1117	63,4	1137	68,4	20,0	1,8	5,0	7,9
	рп Охотск (Хабаровский край)	2630	134,8	2861	159,8	231,0	8,8	25,0	18,5

Список источников

1. Xu W., Zhou S., Lei H. (2025). Agro-industrial clusters, spatial effects and agricultural total factor productivity — an empirical analysis based on county-level panel data from China. International Review of Economics & Finance; 102: 104395. DOI: 10.1016/j.iref.2025.104395.

2. Ranran C., Jingsuo Li. (2024). The impact of agricultural production agglomeration on agricultural economic resilience: based on spatial spillover and threshold effect test. Frontiers in Sustainable Food Systems. 8. DOI: 10.3389/fsufs.2024.1464732.

3. Mathumbu S., Tafeni Z. (2026). The role of local government in improving public service delivery in rural areas: A case of King Sabata Dalindyebo Local Municipality. International Journal of Business Ecosystem & Strategy (2687-2293). 8. pp 484-495. DOI: 10.36096/ijbes.v8i3.1217.

4. Oueslati W., Salanié J., Wu J. (2018). Urbanization and agricultural productivity: some lessons from European cities. Journal of Economic Geography. 19. pp 225-249. DOI: 10.1093/jeg/lby001.

5. Ушачев И.Г., Маслова В.В. Научные подходы к совершенствованию государственного регулирования в АПК на современном этапе // АПК: экономика, управление. 2022. № 4. С. 3-10. DOI: 10.33305/224-3.

6. Фаттахов Р.В., Орлов С.Л., Ревунов Р.В. Основные показатели фискальной нагрузки в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации // АПК: экономика, управление. 2026. № 3. С. 74-81. DOI: 10.33305/263-74.

7. Строев П.В., Пивоварова О.В. Агрокластер как эффективный механизм развития растениеводства на региональном уровне // Аграрная наука. 2026. № 1. С. 128-143. DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-128-143.

8. Артемова Е.И., Плотникова Е.В., Литра Е.Н. Опорные населенные пункты как институт комплексного развития сельских территорий / Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 2(404). С. 169-173. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_2_169.

9. Муравьева М.В. Сельская агломерация в контексте комплексного развития сельских территорий // Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 11(125). С. 171-173.

10. Попов Р.А., Пузанов А.С. Сельские агломерации в контексте системы опорных населённых пунктов Российской Федерации. Часть 1 // Муниципальное имущество: экономика, право, управление. 2025. № 4. С. 2-7. DOI: 10.18572/2500-0349-2025-4-2-7.

11. Попов Р.А., Пузанов А.С. Сельские агломерации в контексте системы опорных населённых пунктов Российской Федерации. Часть 2 // Муниципальное имущество: экономика, право, управление. 2026. № 1. С. 5-11. DOI: 10.18572/2500-0349-2026-1-5-11.

12. Силаева Л.П., Измайлова С.А., Захарова А.П. Роль сельских агломераций и опорных населённых пунктов в пространственном развитии сельского хозяйства России // Научное обозрение: теория и практика. 2025. Т. 15. № 3 (115). С. 290-299. DOI: 10.35679/2226-0226-2025-15-3-290-299.

13. Сосенков А.В., Зиннатуллина Н.Я., Каштанов Р.М., Абсатдарова Д.И. Стратегическое развитие сельских территорий в условиях формирования опорных населённых пунктов // Russian Journal of Management. 2025. Т. 13. № 8. С. 398-408. DOI: 10.29039/2500-1469-2025-13-8-398-408.

14. Указ президента РФ от 7.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634.

15. Федеральный закон от 20.03.2025 г. № 33-ФЗ (ред. от 09.04.2026) «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти» http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_501319.

16. Информационное сообщение Росстата от 13.11.2024 г. http://www.rosstat.gov.ru/folder/313/document/248741 (дата обращения 08.07.2026).

17. Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года (утв. Правительством РФ) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495719.

18. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 28.12.2024 г. № 4146-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года») http://docs.cntd.ru/document/1310767692?marker=65A0IQ.

19. Единый перечень опорных населенных пунктов Российской Федерации, официальный сайт Минэкономразвития РФ http://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rossii_do_2030_goda_c_prognozom_do_2036_goda/edinyy_perechen_opornyh_naselennyh_punktov_rf.

20. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ http://rosstat.gov.ru/statistics/accounts.

21. Минсельхоз РФ, Доклад о результатах проведенного мониторинга состояния социально-экономического развития сельских территорий в 2023 году http://mcx.gov.ru/upload/iblock/b0b/pw8tnifok6w7wlvptffuib1l0nlmuj0c.pdf.

22. Указ президента РФ от 21.01.2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106.

References

1. Xu W., Zhou S., Lei H. (2025). Agro-industrial clusters, spatial effects and agricultural total factor productivity — an empirical analysis based on county-level panel data from China. International Review of Economics & Finance, no. 102, pp. 104395. DOI: 10.1016/j.iref.2025.104395.

2. Ranran C., Jingsuo Li. (2024). The impact of agricultural production agglomeration on agricultural economic resilience: based on spatial spillover and threshold effect test. Frontiers in Sustainable Food Systems, no. 8. DOI: 10.3389/fsufs.2024.1464732.

3. Mathumbu S., Tafeni Z. (2026). The role of local government in improving public service delivery in rural areas: A case of King Sabata Dalindyebo Local Municipality. International Journal of Business Ecosystem & Strategy, no. 8, pp. 484-495. DOI: 10.36096/ijbes.v8i3.1217.

4. Oueslati W., Salanié J., Wu J. (2018). Urbanization and agricultural productivity: some lessons from European cities. Journal of Economic Geography, no. 19. DOI: 225-249. 10.1093/jeg/lby001.

5. Ushachev I.G., Maslova V.V. (2022). *Nauchnye podhody k sovershenstvovaniyu gosudarstvennogo regulirovaniya v APK na sovremennom etape* [Scientific approaches to improving state regulation in the agro-industrial complex at the present stage]. AIC: economics, management, no. 4, pp 3-10. DOI: 10.33305/224-3

6. Fattakhov R.V., Orlov S.L., Revunov R.V. (2026). *Osnovnye pokazateli fiskal'noj nagruzki v sel'skohozyajstvennom proizvodstve Rossijskoj Federacii* [Key indicators of the fiscal burden in agricultural production in the Russian Federation]. AIC: economics, management, no. 3, pp. 74-81. DOI: 10.33305/263-74

7. Stroyev P.V., Pivovarova O.V. (2026). *Agroklaster kak effektivnyj mekhanizm razvitiya rastenievodstva na regional'nom urovne* [Agrocluster as an effective mechanism for the development of crop production at the regional level]. Agricultural science, no. 1, pp. 128-143. DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-128-143.

8. Artemova E.I., Plotnikova E.V., Litra E.N. (2025). *Opornye naselennye punkty kak institut kompleksnogo razvitiya sel'skih territorij* [Support settlements as an institution for the integrated development of rural areas]. International Agricultural Journal, no. 2 (404), pp. 169-173. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_2_169.

9. Muravyova M.V. (2021). *Sel'skaya aglomeraciya v kontekste kompleksnogo razvitiya sel'skih territorij* [Rural agglomeration in the context of integrated development of rural areas]. Science and business: development paths, no. 11(125), pp. 171-173.

10. Popov R.A., Puzanov A.S. (2025). *Cel'skie aglomeracii v kontekste sistemy opornyh naselyonnyh punktov Rossijskoj Federacii. Chast 1* [Rural agglomerations in the context of the system of supporting settlements of the Russian Federation. Part 1]. Municipal property: economics, law, management, no. 4, pp 2-7. DOI: 10.18572/2500-0349-2025-4-2-7.

11. Popov R.A., Puzanov A.S. (2026). *Cel'skie aglomeracii v kontekste sistemy opornyh naselyonnyh punktov Rossijskoj Federacii. Chast 2* [Rural Agglomerations in the Context of the System of Support Settlements of the Russian Federation. Part 2]. Municipal Property: Economics, Law, Management, no. 1, pp 5-11. DOI: 10.18572/2500-0349-2026-1-5-11.

12. Silaeva L.P., Izmailova S.A., Zakharova A.P. (2025). *Rol' sel'skih aglomeracij i opornyh naselennyh punktov v prostranstvennom razvitii sel'skogo hozyajstva Rossii* [The Role of Rural Agglomerations and Support Settlements in the Spatial Development of Agriculture in Russia]. Scientific Review: Theory and Practice, no. 15(3), pp 290-299. DOI: 10.35679/2226-0226-2025-15-3-290-299.

13. Sosenkov A.V., Zinnatullina N.Ya., Kashtanov R.M., Absatdarova D.I. (2025). *Ctrategicheskoe razvitie sel'skih territorij v usloviyah formirovaniya opornyh naselyonnyh punktov* [Strategic development of rural areas in the context of the formation of support settlements]. Russian Journal of Management, no. 13(8), pp 398-408. DOI: 10.29039/2500-1469-2025-13-8-398-408.

14. Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2024 № 309 «On the National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030 and for the Perspective Up to 2036» http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634.

15. Federal Law of 20.03.2025 № 33-FZ «On the General Principles of Local Self-Government Organization in a Unified System of Public Authority» http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_501319.

16. Rosstat Information Message of 13.11.2024 http://www.rosstat.gov.ru/folder/313/document/248741.

17. Unified Plan for Achieving National Development Goals of the Russian Federation through 2030 and for the Long-Term Period through 2036 (approved by the Government of the Russian Federation) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495719.

18. Spatial Development Strategy of the Russian Federation through 2030 with a Forecast through 2036 (approved by Order Government RF № 4146-r of 28.12.2024 «On Approval of the Spatial Development Strategy Development of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2036») http://docs.cntd.ru/document/1310767692?marker=65A0IQ.

19. Unified list of key settlements of the Russian Federation, official website of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation http://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rossii_do_2030_goda_c_prognozom_do_2036_goda/edinyy_perechen_opornyh_naselennyh_punktov_rf.

20. Official website of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation http://rosstat.gov.ru/statistics.

21. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Report on the results of monitoring the state of socio-economic development of rural areas in 2023 http://mcx.gov.ru/upload/iblock/b0b/pw8tnifok6w7wlvptffuib1l0.

22. Decree of the President of the Russian Federation of 21.01.2020 № 20 «On approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation» http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106.

Информация об авторах:

Строев Павел Викторович, кандидат экономических наук, доцент, директор Института региональной экономики и межбюджетных отношений,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4770-9140

Ревунов Роман Вадимович, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института региональной экономики и межбюджетных отношений,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0912-7329, rrevunov@mail.ru

Information about the authors:

Pavel V. Stroev, candidate of economic sciences, associate professor, director of the institute of regional economics and interbudgetary relations,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4770-9140

Roman V. Revunov, candidate of economic sciences, associate professor, leading research fellow, institute of regional economics and interbudgetary relations,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0912-7329, rrevunov@mail.ru

✉ **rrevunov@mail.ru**

Научная статья
УДК 338.43
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_945

ФИНАНСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЕКТОРА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ КАПИТАЛОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

И. А. Иванюк[1], Н. Ю. Новикова[2], М. В. Плешакова[3], И. А. Езангина[1], О. А. Воротилова[1]

[1]Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация
[2]Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация
[3]Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

Аннотация. Актуальность исследования определяется тем, что увеличение стоимости производственной базы сельского хозяйства не всегда сопровождается улучшением финансового положения организаций. Для Дальнего Востока проблема особенно существенна: различия в производственной специализации и размерах организационного сектора ограничивают содержательность единых инвестиционных ориентиров. Цель исследования — установить, насколько обновление основных фондов связано с распространенностью прибыльности, и предложить диагностику финансовой устойчивости, учитывающую капиталоемкость и операционные результаты производства. Использованы опубликованные данные Росстата за 2020–2024 гг. по стоимости, обновлению и износу основных фондов, доле прибыльных организаций, финансовым результатам и рентабельности растениеводства и животноводства. Структурные характеристики выпуска рассмотрены за 2023–2024 гг. Методы включают расчет относительных показателей, типологизацию, ранговую корреляцию и панельную регрессию с эффектами регионов и лет. Для 10 субъектов сформирована панель из 50 наблюдений; стандартные ошибки кластеризованы по регионам, проведена проверка методом дикого кластерного бутстрэпа. Научная новизна состоит в двухэтапной диагностике: сочетание обновления фондов и распространенности прибыльности дополняется обязательной проверкой повторяемости операционной убыточности, которую средние показатели могут скрывать. Стоимость фондов ДФО увеличилась с 90,9 до 154,2 млрд руб., тогда как доля прибыльных организаций изменилась с 59,5 до 62,7%. Коэффициент при обновлении фондов составил −0,399 при p = 0,443; статистически значимой положительной связи не обнаружено. В Якутии и на Чукотке средняя доля прибыльных организаций превышала 73%, однако рентабельность продаж в животноводстве оставалась отрицательной во всех 5 годах. Наиболее согласованное сочетание обновления фондов и положительных финансовых результатов установлено в Амурской области. Результат исследования — воспроизводимая система региональной диагностики, позволяющая различать расширение капитальной базы, массовую прибыльность и устойчивость операционной деятельности. Предложены направления дифференциации поддержки обновления и восстановления доходности. Выводы относятся к наблюдаемому организационному сектору; они не устанавливают причинного эффекта инвестиций и не заменяют оценку платежеспособности по индивидуальным балансам.

Ключевые слова: сельскохозяйственные организации, Дальний Восток, инвестиции, рентабельность, основные фонды

FINANCIAL SUSTAINABILITY OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN THE RUSSIAN FAR EAST UNDER VARYING CAPITAL INTENSITY OF PRODUCTION

I. A. Ivanyuk[1], N. Yu. Novikova[2], M. V. Pleshakova[3], I. A. Ezangina[1], O. A. Vorotilova[1]

[1]Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation
[2]Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation
[3]Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

Abstract. The relevance of this study stems from the fact that an expanding agricultural capital base does not necessarily improve the financial position of organizations. In the Russian Far East, differences in production specialization and the size of the organizational sector limit the usefulness of uniform investment targets. The study aims to establish whether fixed asset renewal is associated with the prevalence of profitable organizations and to develop a diagnostic framework incorporating capital intensity and operating performance. Published Rosstat data for 2020–2024 cover fixed asset values, renewal and depreciation, the share of profitable organizations, financial results, and profitability in crop and livestock production. Output structure is examined for 2023–2024. Methods comprise ratio analysis, regional classification, rank correlation, and panel regression with region and year effects. A panel of 50 observations is constructed for 10 regions. Standard errors are clustered by region, and inference is checked using a wild cluster bootstrap. The methodological contribution is a two-stage diagnosis that supplements asset renewal and the prevalence of profitability with a mandatory assessment of recurring operating losses that aggregate averages may conceal. Fixed assets in the district increased from RUB 90.9 billion to RUB 154.2 billion, while the share of profitable organizations changed from 59.5% to 62.7%. The coefficient on asset renewal is −0.399, with p = 0.443; a statistically significant positive association is not detected. In Yakutia and Chukotka, average profitability prevalence exceeds 73%, although livestock sales profitability remains negative in all 5 years. Amur Oblast exhibits the most consistent combination of renewal and positive financial outcomes. The resulting framework distinguishes capital expansion, widespread profitability, and operating sustainability, supporting differentiated renewal and profitability policies. Findings concern the observed organizational sector, do not identify causal investment effects, and cannot replace balance-sheet assessments of individual organizations.

Keywords: agricultural organizations, Russian Far East, investment, profitability, fixed assets

Введение. Финансовая устойчивость аграрного сектора проявляется в способности воспроизводить производственную базу без накопления хронических убытков. Для Дальнего Востока это требует различать потребность в капитале, доходность продаж и конечный финансовый результат. Высокая стоимость фондов может отражать развитие производства, а может сопровождаться слабой загрузкой мощностей. Поэтому региональная инвестиционная политика нуждается в проверяемом критерии результата, чувствительном к структуре сельского хозяйства.

А.И. Алтухов рассматривает приоритетное развитие сельского хозяйства как основу продовольственной безопасности, связывая отраслевые задачи с воспроизводством ресурсов [1]. М.Е. Анохина исследует наукоемкость как источник аграрного роста; такой подход

© Иванюк И.А., Новикова Н.Ю., Плешакова М.В., Езангина И.А., Воротилова О.А., 2026

предполагает оценку качества производственных изменений, а не только объема вложений [2]. Е.А. Дерунова использует системно-функциональный подход к устойчивости производственного потенциала, позволяющий рассматривать согласованность его элементов [3]. Г.З. Ибиев, Н.Г. Платоновский и С.И. Чебаненко анализируют устойчивое развитие растениеводства через состояние производства культур; финансовое исследование должно сохранять эту отраслевую конкретность [4].

Г.С. Клычова, В.И. Хоружий и Б.И. Фассахов на материалах предприятий Татарстана показывают, что увеличение выручки может сочетаться со снижением прибыли, а индивидуальные характеристики предприятий существенно различаются [5]. А.И. Костяев и Г.Н. Никонова обосновывают территориально-отраслевое исследование устойчивости и используют индикаторы динамики физических объемов [6]. Е.Н. Криулина и И.В. Кащаев рассматривают устойчивость сельского хозяйства региона как многомерную характеристику [7]. В исследовании Е.Н. Криулиной, И.В. Кащаева и Л.Р. Оганян предметом становится устойчивость производства СКФО; региональный масштаб анализа делает существенной дифференциацию хозяйственных условий [8].

В.А. Кундиус и О.В. Сергиенко трактуют аграрную отрасль как социо-эколого-экономическую систему, расширяя набор условий ее воспроизводства [9]. Н.Н. Линькова и А.В. Агибалов обращаются к формированию концепции устойчивого развития предприятий в современных условиях [10]. Для финансовой диагностики отсюда следует необходимость согласовать текущий результат с долгосрочной жизнеспособностью. А.Г. Прудников, Г.Ф. Петрик и Т.В. Логойда связывают устойчивость валового сбора с планированием посевов и прогнозом урожайности, раскрывая значение производственной структуры [11]. Л.Ф. Ситдикова рассматривает развитие аграрного сектора под воздействием внешних факторов; наблюдаемая прибыльность поэтому требует учета общей среды функционирования [12].

А.И. Сутыгина понимает резильентность агропроизводственных систем через способность поглощать потрясения и восстанавливаться после них [13]. М.С. Трунов, А.В. Улезько и В.В. Реймер исследуют адаптацию производителей к изменениям среды функционирования [14]. В.П. Черданцев и М.В. Тронина рассматривают факторы экономической устойчивости аграрных предприятий на сельских территориях [15]. Эти исследования задают основу для разграничения текущей прибыльности и устойчивого воспроизводства.

Статистический сборник Росстата позволяет сопоставить финансовые и производственные характеристики отрасли [16], а региональное приложение обеспечивает территориальную детализацию [17]. Для воспроизводимости расчетов использованы доступные открытые копии соответствующих таблиц [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25]. Исследовательская задача состоит в проверке согласованности обновления капитала, распространенности прибыльности и повторяемости операционных убытков. Такое сочетание позволяет обнаруживать ситуации, в которых благополучная средняя доля прибыльных организаций скрывает устойчивую убыточность отдельного производственного направления. При этом задача эмпирической работы заключается в поиске наблюдаемых противоречий, а не в механическом присвоении территориям благоприятных оценок по объему накопленного капитала.

Цель исследования — оценить связь обновления основных фондов с распространенностью прибыльности сельскохозяйственных организаций Дальнего Востока.

Методология и методы исследования. Информационная база — сборник Росстата «Сельское хозяйство в России. 2025» и его региональное приложение. Использованы таблицы 1.1–1.3, 1.5, 2.1–2.3 и 2.57 приложения. Числа извлечены из открытых копий таблиц на Roschart с сохранением названий показателей, единиц и примечаний Росстата. По 11 субъектам ДФО рассмотрена капитальная база, по 10 субъектам с опубликованной долей прибыльных организаций построена сбалансированная панель за 2020–2024 гг. Магаданская область исключена из регрессии, пропуски не заменялись нулями. Стоимость фондов выражена в миллиардах рублей, финансовое сальдо — в миллионах; темпы выпуска использованы в сопоставимых ценах. Для 2023–2024 гг. рассчитано отношение учтенных фондов к оценке выпуска сельхозорганизаций. Различие охвата числителя и знаменателя сохранено как ограничение. Выполнены межрегиональные сравнения и двухэтапная типологизация. Связь доли прибыльных организаций с обновлением фондов оценена методом наименьших квадратов с фиксированными эффектами регионов и лет, контролем износа, масштаба фондов и динамики выпуска. Применены кластерные ошибки CR1 и дикий кластерный бутстрэп со всеми 1024 комбинациями знаков. Устойчивость оценки проверена годовым лагом и последовательным исключением каждого региона.

Результаты и обсуждение. Финансовую устойчивость здесь характеризуют совместно распространенность прибыльности и отсутствие повторяющейся операционной убыточности. Долг и ликвидность требуют балансов организаций. Инвестиционная активность представлена коэффициентом обновления фондов, измеряющим ввод новых объектов. Он отражает реализованный результат вложений, однако не равен инвестиционным расходам, включающим незавершенные проекты. Проверяется гипотеза о недостаточности самого обновления для улучшения финансового положения.

Сначала сопоставим накопление фондов и финансовые результаты округа за 2020–2024 гг. (табл. 1). Общая территориальная база позволяет увидеть, меняется ли положение организаций вслед за расширением капитала. Сальдо растениеводства и животноводства показано раздельно: их суммарный результат может скрывать разнонаправленную динамику. Рентабельность продаж также сохранена по направлениям, поскольку прибыль до налогообложения включает результаты, выходящие за пределы реализации продукции.

Стоимость фондов увеличилась на 69,6%, но доля прибыльных организаций прибавила лишь 3,2 п.п. Износ изменился с 44,6 до 44,8%, несмотря на ежегодное обновление 11,2–14,2%. Приток новых объектов, таким образом, не сопровождался снижением учетного износа. Совокупное сальдо растениеводства и животноводства достигло 8543 млн руб. в 2021 г., а в 2022 г. стало отрицательным: −961 млн руб. В 2024 г. животноводство получило положительное сальдо 2846,12 млн руб. при рентабельности продаж −6,0%. Противоречия нет: показатели характеризуют разные уровни формирования результата. Операционные убытки могут компенсироваться прочими доходами. Их состав в агрегированных таблицах не раскрыт, поэтому приписывать компенсацию исключительно субсидиям нельзя. Финансовая диагностика должна проверять оба уровня доходности.

На рисунке 1 сопоставлены номинальная стоимость фондов и физический объем выпуска. За 2020–2024 гг. выпуск вырос на 7,8%, тогда как стоимость фондов — на 69,6%. Разрыв нельзя полностью трактовать как снижение эффектив-ности: фондовый ряд содержит переоценку и изменение цен. Денежное расширение капитала необходимо отделять от прироста продукции.

Межрегиональное сравнение требует учитывать размеры организационного производства. Его выпуск оценен умножением общего объема продукции на долю сельхозорганизаций.

Таблица 1. **Фонды и финансовые показатели ДФО, 2020–2024 гг.**
Table 1. **Assets and financial indicators, 2020–2024**

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024
Основные фонды, млрд руб.	90,9	98,4	120,9	136,8	154,2
Коэффициент обновления, %	11,2	14,2	13,4	13,0	12,7
Степень износа, %	44,6	44,9	44,2	44,1	44,8
Доля прибыльных организаций, %	59,5	63,5	61,4	67,6	62,7
Сальдо: растениеводство, млн руб.	866,00	6860,00	3547,00	5250,72	−527,83
Сальдо: животноводство, млн руб.	400,00	1683,00	−4508,00	−845,25	2846,12
Сумма сальдо 2 направлений, млн руб.	1266,00	8543,00	−961,00	4405,47	2318,29
Рентабельность продаж: растениеводство, %	5,3	28,5	17,3	16,0	4,8
Рентабельность продаж: животноводство, %	−5,3	−9,1	−15,4	−6,9	−6,0
Индекс производства, % к предыдущему году	102,5	106,2	110,5	94,7	97,0

Составлено авторами на основе источников [17–20].

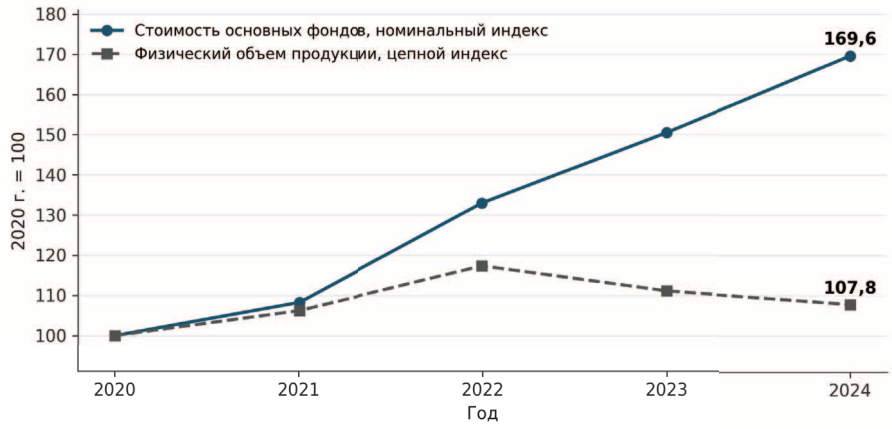


Рисунок 1. **Фонды и физический объем выпуска ДФО**
Figure 1. **Assets and physical output in the district**
Составлено авторами на основе источников [17–18].

Отношение учтенных фондов к полученной величине характеризует наблюдаемую фондоемкость (табл. 2). Числитель исключает малые коммерческие предприятия, знаменатель включает их выпуск; поэтому показатель является частичным территориальным ориентиром. Его нельзя интерпретировать как точную технологическую капиталоемкость или использовать для ранжирования эффективности отдельных организаций.

На Сахалине показатель вырос с 2,245 до 2,502 руб. фондов на 1 руб. организационного выпуска, в Амурской области — с 0,857 до 0,919. Разрыв достиг 2,72 раза. При этом износ на Сахалине составлял 32,8%, в Амурской области — 45,2%. Меньший учетный износ не гарантировал лучшей доходности: сахалинское животноводство имело рентабельность продаж −38,5%, амурское — 17,2%. В Забайкалье фонды увеличились с 2,8 до 4,8 млрд руб. за 2024 г., а расчетная фондоемкость — на 79,7%. Это сигнал для проверки загрузки новых объектов, а не доказательство их неэффективности. Округ неоднороден и по охвату: доля сельхозорганизаций в выпуске варьировала от 12,4% в Забайкалье до 92,4% на Чукотке. Сопоставление фондов с общим выпуском всех хозяйств усилило бы смешение статистических совокупностей.

Первый этап диагностики разделяет территории по среднему обновлению фондов и средней доле прибыльных организаций. Граница обновления — медиана 10 регионов, 9,63%; широкая прибыльность определяется долей не ниже 66,67%, то есть 2/3 наблюдаемых организаций. Получаются 4 сочетания. Второй этап выявляет отрицательную рентабельность продаж минимум в 4 из 5 лет по доступному отраслевому ряду. Такой признак требует отдельной оценки источников покрытия операционного дефицита.

Типологизация не должна превращать среднее значение в характеристику каждого года. Поэтому вместе со средними показателями приведены минимальная доля прибыльных организаций и частота отрицательной рентабельности животноводства (табл. 3). Она выявляет повторяемость отраслевой проблемы, но при высокой концентрации производства может определяться результатами крупнейших организаций. При отсутствии опубликованных данных оценка оставлена незаполненной. Тип описывает сочетание обновления и распространенности прибыльности, а не кредитоспособность территории.

Амурская область сочетала обновление 15,48% с прибыльностью 84,38%; даже минимальная годовая доля прибыльных организаций равнялась 79,3%. Якутия также вошла в тип I, однако животноводство оставалось операционно убыточным 5 лет подряд. Поэтому исходная типология дала бы слишком благоприятную оценку без второго этапа. Аналогичная проблема выявлена на Чукотке в типе III. В Бурятии средняя прибыльность 68,58% соседствовала с минимумом 33,3% в 2022 г., что свидетельствует

Таблица 2. **Региональная фондоемкость, 2023–2024 гг.**
Table 2. **Regional capital-to-output ratios, 2023–2024**

Регион	Фонды, 2020, млрд руб.	Фонды, 2024, млрд руб.	Фондоемкость, 2023, руб./руб.	Фондоемкость, 2024, руб./руб.	Износ, 2024, %
Республика Бурятия	6,0	8,3	0,931	1,019	48,8
Республика Саха (Якутия)	9,8	12,7	1,207	1,184	45,4
Забайкальский край	2,4	4,8	0,722	1,297	41,0
Камчатский край	1,5	4,5	0,733	0,812	38,5
Приморский край	26,2	38,6	0,937	0,993	51,3
Хабаровский край	5,4	4,9	0,946	0,673	54,8
Амурская область	26,5	50,3	0,857	0,919	45,2
Магаданская область	0,1	0,1	0,129	0,118	15,5
Сахалинская область	11,3	27,7	2,245	2,502	32,8
Еврейская автономная область	0,5	0,4	0,253	0,268	63,1
Чукотский автономный округ	1,2	1,9	0,944	0,809	48,6

Составлено авторами на основе источников [17–18, 20].

Таблица 3. **Двухэтапная диагностика регионов, 2020–2024 гг.**
Table 3. **Two-stage regional diagnosis, 2020–2024**

Регион	Среднее обновление, %	Средняя доля прибыльных, %	Минимум доли прибыльных, %	Убыточные годы животноводства	Тип
Республика Бурятия	9,58	68,58	33,3	1/5	III
Республика Саха (Якутия)	9,68	73,46	64,3	5/5	I
Забайкальский край	9,32	58,16	46,7	2/5	IV
Камчатский край	11,46	56,62	45,5	5/5	II
Приморский край	13,58	43,86	34,7	5/5	II
Хабаровский край	4,08	48,88	37,5	1/5	IV
Амурская область	15,48	84,38	79,3	0/5	I
Сахалинская область	12,66	49,12	40,0	5/5	II
Еврейская автономная область	1,40	50,82	33,3	–	IV
Чукотский автономный округ	5,60	73,94	68,2	5/5	III

Составлено авторами на основе источников [17, 19].

о сильном годовом колебании. Регионы типа II демонстрировали систематическую убыточность продаж в животноводстве при сравнительно высоком обновлении. По данным за 2024 г. амурское сальдо растениеводства и животноводства составляло 4610,24 млн руб., превышая итог округа 2318,29 млн руб. Остальные территории вместе формировали отрицательный остаток −2291,95 млн руб.

Якутия и Бурятия (рис. 2) находятся всего на 0,05 п.п. по разные стороны медианы обновления. При смещении порога на ±1 п.п. к изменению типа чувствительны 3 из 10 регионов. Поэтому типологию следует применять вместе с исходными величинами; устойчивым основанием решения выступает повторяемость убытков, а не близость к условной границе. Ранговая корреляция средних обновления и доли прибыльных организаций также мала: ρ = 0,091; p = 0,803.

Эконометрическая проверка использует изменение доли прибыльных организаций внутри региона. Региональные эффекты поглощают постоянные территориальные различия, годовые — общие шоки. В модели p — доля прибыльных организаций, u — обновление, d — износ, K — стоимость фондов, g — индекс физического объема продукции минус 100. Рост выпуска относится ко всем категориям хозяйств и характеризует региональную производственную среду.

$$p_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta_1 u_{it} + \beta_2 d_{it} + \beta_3 \ln K_{it} + \beta_4 g_{it} + \varepsilon_{it}$$

В таблице 4 представлены оценки основной модели и интервалы неопределенности. Кластеризация учитывает зависимость наблюдений внутри региона; для статистических выводов использовано распределение Стьюдента с 9 степенями свободы. Из-за небольшого числа кластеров дополнительно проверены коэффициенты обновления и выпуска методом дикого бутстрэпа с ограниченной моделью при нулевой гипотезе.

Обновление не обнаруживает значимой связи с распространенностью прибыльности: β = −0,399, p = 0,443; бутстрэп дает p = 0,428. Интервал допускает и отрицательную, и положительную связь, поэтому отсутствие значимости не доказывает отсутствия эффекта вложений. Для выпуска β = 0,488, p = 0,025; бутстрэп дает 0,039. В модели с годовым лагом обновления и фондовых характеристик коэффициент обновления равен 0,209 при p = 0,827, а выпуска — 0,418 при p = 0,332; отсроченную связь данные надежно не выявляют. При исключении отдельных регионов коэффициент текущего обновления сохраняет отрицательный знак, изменяясь от −0,762 до −0,173. Объяснено 8,1% вариации после удаления региональных и годовых эффектов. Это диагностическая ассоциация, ограниченная малой выборкой и отсутствием данных о долге и господдержке.

Для территорий с повторяющейся операционной убыточностью следующий инвестиционный проект должен сопровождаться оценкой загрузки, затрат и источников покрытия дефицита. Сочетание положительного сальдо с отрицательной рентабельностью продаж требует проверки состава прочих доходов. Приоритет обновления обоснован там, где оно поддерживает доходное производство; при хронических убытках сначала необходимо установить механизм восстановления доходности. Для северных территорий допустимо целевое покрытие общественно значимых затрат, однако его следует показывать отдельно от операционной эффективности.

Заключение. Исследование дает основание изменить сам порядок оценки аграрной инвестиционной политики. Решение о поддержке расширения капитальной базы следует принимать после проверки устойчивости операционного результата и состава источников его покрытия. Такой порядок позволяет отличать развитие доходного производства от воспроизводства мощности, эксплуатация которой регулярно требует компенсации потерь.

Предложенная диагностика сохраняет самостоятельность 3 характеристик: обновления фондов, распространенности прибыльности и повторяемости отраслевой убыточности. Их нельзя свести к единому среднему баллу, поскольку высокий результат по одному признаку способен скрыть проблему по-другому. Типология служит отправной точкой обследования региона. Близость к диагностической границе предполагает анализ исходных показателей, а выявленная повторяемость убытков — переход к отчетности организаций.

Для органов управления практический результат состоит в дифференциации задач поддержки. При согласованном улучшении производственных и финансовых характеристик оправдана помощь в обновлении. При устойчиво отрицательной рентабельности требуется экономическое обоснование загрузки мощностей, изменения затрат или прозрачного финансирования общественно значимого производства. Сам объем введенных фондов недостаточен для выбора между этими решениями.

Оценки не устанавливают причинного воздействия инвестиций. Малое число регионов, различия статистического охвата и отсутствие сопоставимой информации о кредитах, субсидиях и денежных потоках ограничивают объяснительные возможности модели. Дальнейшая проверка должна объединить региональные наблюдения с бухгалтерской отчетностью постоянной выборки организаций и раскрытием поддержки. Это позволит отделить эффект капиталоемкости от цен, финансовых трансфертов и состава участников наблюдения. До такой проверки предложенная система применима как инструмент выявления финансовых противоречий и отбора объектов для углубленного анализа, но не как рейтинг платежеспособности.

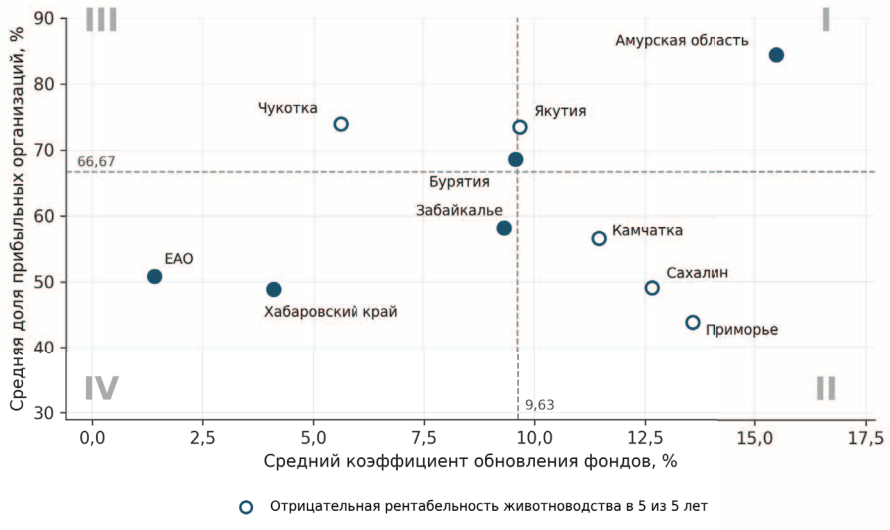


Рисунок 2. **Обновление и прибыльность регионального производства**
Figure 2. **Regional asset renewal and profitability**
Составлено авторами на основе источников [17, 19, 20].

Таблица 4. **Результаты панельной регрессии**
Table 4. **Results of panel regression**

Переменная	Коэффициент	Кластерная ошибка	95%-й доверительный интервал	p-значение
Обновление фондов, п.п.	−0,399	0,498	−1,525; 0,727	0,443
Износ фондов, п.п.	−0,200	0,577	−1,504; 1,105	0,737
Логарифм стоимости фондов	−0,745	16,011	−36,965; 35,474	0,964
Рост физического объема выпуска, п.п.	0,488	0,182	0,077; 0,899	0,025

Составлено авторами на основе источников [17–20].
Примечание. N = 50; кластеров — 10; CR1; R^2within = 0,081.

Список источников

1. Алтухов А.И. Приоритетное развитие сельского хозяйства — первооснова обеспечения продовольственной безопасности России // Вестник Российской академии наук. 2025. Т. 95, № 6. С. 9-19. DOI: 10.7868/S3034520025060025.

2. Анохина М.Е. Наукоемкость сельского хозяйства и аграрный рост // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3(387). С. 264-269. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_264.

3. Дерунова Е.А. Системно-функциональный подход к повышению устойчивости производственного потенциала агропродовольственного комплекса России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 5(395). С. 454-457. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_5_454.

4. Ибиев Г.З., Платоновский Н.Г., Чебаненко С.И. Устойчивое развитие отрасли растениеводства — основа продовольственной безопасности страны // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 1. С. 18-24. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-1-18-24.

5. Клычова Г.С., Хоружий В.И., Фассахов Б.И. Финансовая устойчивость и прибыльность ведущих предприятий АПК Республики Татарстан в условиях санкционных ограничений // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20, № 3(79). С. 99-106. DOI: 10.12737/2073-0462-2025-20-3-99-106.

6. Костяев А.И., Никонова Г.Н. Устойчивое развитие агропромышленного производства: подходы, принципы, цели и индикаторы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. Т. 26, № 3. С. 691-706. DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.3.691-706.

7. Криулина Е.Н., Кащаев И.В. Устойчивость как многомерная характеристика сельского хозяйства региона // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 5. С. 84-91. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_84.

8. Криулина Е.Н., Кащаев И.В., Оганян Л.Р. Устойчивость развития сельскохозяйственного производства СКФО // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 5. С. 92-98. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_92.

9. Кундиус В.А., Сергиенко О.В. Устойчивость аграрной отрасли как социо-эколого-экономической системы: региональный аспект // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 3. С. 52-62. DOI: 10.32651/243-52.

10. Линькова Н.Н., Агибалов А.В. Формирование концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий в современных условиях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 118-127. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_118.

11. Прудников А.Г., Петрик Г.Ф., Логойда Т.В. Устойчивость валового сбора как результат планирования структуры посевных площадей с учетом прогноза урожайности зерновых // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 92. С. 64-69. DOI: 10.21515/1999-1703-92-64-69.

12. Ситдикова Л.Ф. Развитие аграрного сектора экономики в условиях влияния внешних факторов // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 2. С. 56-65. DOI: 10.32651/252-56.

13. Сутыгина А.И. Резильентность агропроизводственных систем // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 11. С. 52-57. DOI: 10.32651/2411-52.

14. Трунов М.С., Улезько А.В., Реймер В.В. Адаптация сельскохозяйственных производителей к изменениям среды функционирования // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 7. С. 40-47. DOI: 10.32651/217-40.

15. Черданцев В.П., Тронина М.В. Факторы экономической устойчивости аграрных предприятий на сельских территориях // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 4. С. 26-29. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-4-26-29.

16. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство в России. 2025 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2025.pdf (дата обращения: 01.10.2026).

17. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство в России. Приложение к сборнику 2025 года (информация в разрезе субъектов Российской Федерации) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Pril_sb_S-x_2025.xlsx (дата обращения: 01.10.2026).

18. Roschart. Открытая копия таблицы Росстата 1.1. Наличие основных фондов по виду деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://roschart.ru/dataset/pril-sb-s-x-2025-1-1-nalichie-osnovnyh-fondov-po-vidu-deyate (дата обращения: 01.10.2026).

19. Roschart. Открытая копия таблицы Росстата 1.2. Коэффициент обновления основных фондов по полной учетной стоимости в смешанных ценах [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://roschart.ru/dataset/pril-sb-s-x-2025-1-2-koefficient-obnovleniya-po-polnoy-uchet (дата обращения: 01.10.2026).

20. Roschart. Открытая копия таблицы Росстата 1.3. Степень износа основных фондов в растениеводстве и животноводстве [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://roschart.ru/dataset/pril-sb-s-x-2025-1-3-stepen-iznosa-osnovnyh-fondov-po-vidu-d (дата обращения: 01.10.2026).

References

1. Altukhov A.I. Priority development of agriculture as the foundation of Russia's food security. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2025; 95(6): 9-19. DOI: 10.7868/S3034520025060025.

2. Anokhina M.E. Agricultural knowledge intensity and agricultural growth. International Agricultural Journal. 2022; (3): 264-269. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_264.

3. Derunova E.A. A systemic and functional approach to improving the sustainability of the production potential of Russia's agri-food complex. International Agricultural Journal. 2023; (5): 454-457. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_5_454.

4. Ibiev G.Z., Platonovsky N.G., Chebanenko S.I. Sustainable development of crop production as the foundation of national food security. Economy of Agricultural and Processing Enterprises. 2025; (1): 18-24. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-1-18-24.

5. Klychova G.S., Khoruzhiy V.I., Fassakhov B.I. Financial sustainability and profitability of leading agribusiness enterprises in the Republic of Tatarstan under sanctions. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2025; 20(3): 99-106. DOI: 10.12737/2073-0462-2025-20-3-99-106.

6. Kostyaev A.I., Nikonova G.N. Sustainable development of agro-industrial production: approaches, principles, goals and indicators. Agricultural Science Euro-North-East. 2025; 26(3): 691-706. DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.3.691-706.

7. Kriulina E.N., Kashchaev I.V. Sustainability as a multidimensional characteristic of regional agriculture. Achievements of Science and Technology of AIC. 2022; 36(5): 84-91. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_84.

8. Kriulina E.N., Kashchaev I.V., Oganyan L.R. Sustainable development of agricultural production in the North Caucasian Federal District. Achievements of Science and Technology of AIC. 2022; 36(5): 92-98. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_92.

9. Kundius V.A., Sergienko O.V. Sustainability of agriculture as a socio-ecological-economic system: a regional perspective. Economy of Agriculture of Russia. 2024; (3): 52-62. DOI: 10.32651/243-52.

10. Linkova N.N., Agibalov A.V. Developing a concept of sustainable development for agricultural enterprises under current conditions. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2023; 16(1): 118-127. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_118.

11. Prudnikov A.G., Petrik G.F., Logoyda T.V. Stability of gross harvest through planning the crop area structure based on grain yield forecasts. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021; (92): 64-69. DOI: 10.21515/1999-1703-92-64-69.

12. Sitdikova L.F. Development of the agricultural sector under the influence of external factors. Economy of Agriculture of Russia. 2025; (2): 56–65. DOI: 10.32651/252-56.

13. Sutygina A.I. Resilience of agricultural production systems. Economy of Agriculture of Russia. 2024; (11): 52-57. DOI: 10.32651/2411-52.

14. Trunov M.S., Ulezko A.V., Reimer V.V. Adaptation of agricultural producers to changes in their operating environment. Economy of Agriculture of Russia. 2021; (7): 40-47. DOI: 10.32651/217-40.

15. Cherdantsev V.P., Tronina M.V. Factors of economic sustainability of agricultural enterprises in rural areas. Economy of Agricultural and Processing Enterprises. 2025; (4): 26-29. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-4-26-29.

16. Federal State Statistics Service. Agriculture in Russia. 2025. Available at: http://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2025.pdf (accessed 01.10.2026).

17. Federal State Statistics Service. Agriculture in Russia. Appendix to the 2025 statistical publication with data by constituent region. Available at: http://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Pril_sb_S-x_2025.xlsx (accessed 01.10.2026).

18. Roschart. Open copy of Rosstat Table 1.1. Fixed assets in crop and livestock production, hunting and related services. Available at: http://roschart.ru/dataset/pril-sb-s-x-2025-1-1-nalichie-osnovnyh-fondov-po-vidu-deyate (accessed 01.10.2026).

19. Roschart. Open copy of Rosstat Table 1.2. Fixed asset renewal at full book value in mixed prices. Available at: http://roschart.ru/dataset/pril-sb-s-x-2025-1-2-koefficient-obnovleniya-po-polnoy-uchet (accessed 01.10.2026).

20. Roschart. Open copy of Rosstat Table 1.3. Fixed asset depreciation in crop and livestock production. Available at: http://roschart.ru/dataset/pril-sb-s-x-2025-1-3-stepen-iznosa-osnovnyh-fondov-po-vidu-d (accessed 01.10.2026).

Информация об авторах:

Иванюк Ирина Александровна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и предпринимательства, Волгоградский государственный технический университет, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-0380-7391, meon_nauka@mail.ru

Новикова Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, денежного обращения и кредита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: http://orcid.org/0009-0001-0909-5144, nnovikova.ny@yandex.ru

Плешакова Марина Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики промышленности, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4504-1987, pmv23@list.ru

Езангина Ирина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и финансов производственных систем, Волгоградский государственный технический университет, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9441-4401, ezangirina@rambler.ru

Воротилова Ольга Александровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и финансов производственных систем, Волгоградский государственный технический университет, ORCID: http://orcid.org/0009-0005-1359-7090, olga.alexandrovna.vorotilova@gmail.com

Information about the authors:

Irina A. Ivanyuk, doctor of economic sciences, professor, department of economics and entrepreneurship, Volgograd State Technical University, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-0380-7391, meon_nauka@mail.ru

Natalia Yu. Novikova, candidate of economic sciences, associate professor, department of finance, money circulation and credit, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, http://orcid.org/0009-0001-0909-5144, nnovikova.ny@yandex.ru

Marina V. Pleshakova, candidate of economic sciences, associate professor, department of industrial economics, Plekhanov Russian University of Economics, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4504-1987, pmv23@list.ru.

Irina A. Ezangina, candidate of economic sciences, associate professor, department of management and financial-production systems, Volgograd State Technical University, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9441-4401., ezangirina@rambler.ru.

Olga A. Vorotilova, candidate of economic sciences, associate professor, department of management and finance of production systems, Volgograd State Technical University, ORCID: http://orcid.org/0009-0005-1359-7090, olga.alexandrovna.vorotilova@gmail.com.

✉ **nnovikova.ny@yandex.ru**

Научная статья
УДК 631.527:633.11
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_950

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж.Н. Минченко, А.А. Емельянова

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния микроэлементных удобрений на урожайность и качество зерна сортов мягкой озимой пшеницы Куряночка 19, Рать и Безостая 100 в условиях Курской области. Исследования проводились в селекционно-семеноводческом центре ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2024-2026 гг. Изучалась эффективность микроэлементных удобрений Экстра B, Экстра Cu, Экстра Zn и Экстра Mn при обработке семян и посевов в фазах кущения и выхода в трубку. Цель работы: оценка воздействия микроэлементных удобрений на формирование урожая и качественные показатели зерна новых сортов озимой мягкой пшеницы, обоснование выбора наиболее эффективных микроудобрений для повышения продуктивности озимой пшеницы в условиях Курской области. Установлено, что сорта озимой пшеницы Куряночка 19 и Рать обладают высокой потенциальной продуктивностью, которая формируется за счет более высокой озерненности колоса и массы 1000 зерен. Возделывание этих сортов по общепринятой технологии обеспечивало получение урожайности 6,53 и 6,72 т/га с содержанием в зерне сырой клейковины 21,3 и 21,9%, белка — 12,0 и 12,2% соответственно. Обработка семян и двукратная обработка посевов микроэлементными удобрениями повышала урожайность сорта Куряночка 19 на 0,43-0,69 т/га, сорта Рать — на 0,48-0,73 т/га, содержание клейковины в зерне — на 1,3-1,8%, белка — на 1,0-1,3% у сорта Куряночка 19 и, соответственно, на 1,2-1,9 и 1,1-1,3% у сорта Рать. Отзывчивость сорта Безостая 100 на внесение микроэлементных удобрений была ниже и составила 0,37-0,57 т/га. Более высокие прибавки урожая обеспечивали удобрения Экстра Mn (0,57-0,73 т/га) и Экстра Zn (0,50-0,65 т/га). Полученные результаты свидетельствуют о том, что сорта Куряночка 19 и Рать являются отзывчивыми на внесение микроэлементных удобрений, что служит научной основой для их возделывания по инновационным агробиотехнологиям.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum*), чернозем, новые сорта, минеральное питание, рост продуктивности, улучшение качества зерна

Благодарности: работа выполнена в рамках реализации гранта на создание селекционно-семеноводческих центров в области сельского хозяйства для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок научных организаций (Соглашение № 075-15-2025-173 от 17.04.2025 г.).

Original article

YIELD FORMATION AND GRAIN QUALITY OF NEW VARIETIES OF SOFT WINTER WHEAT DEPENDING ON THE APPLICATION OF MICROELEMENT FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE KURSK REGION

Zh.N. Minchenko, A.A. Emelyanova

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. The results of studies on the effect of microelement fertilizers on the yield and grain quality of the soft winter wheat varieties Kuryanochka 19, Rat, and Bezoostaya 100 under the conditions of the Kursk region are presented. The studies were conducted at the breeding and seed production center of the Federal Agricultural Kursk Research Center in 2024-2026. The effectiveness of the microelement fertilizers Extra B, Extra Cu, Extra Zn, and Extra Mn was studied when treating seeds and crops during the tillering and stem elongation phases. The aim of the work is to assess the effect of microelement fertilizers on crop formation and the quality indicators of grain in new varieties of winter soft wheat, and to justify the selection of the most effective micro-fertilizers to increase the productivity of winter wheat in the Kursk region. It has been established that the winter wheat varieties Kuryanochka 19 and Rat have high potential productivity, which is formed due to a higher number of grains per spike and the weight of 1.000 grains. Cultivating these varieties using conventional technology resulted in yields of 6.53 and 6.72 t/ha, with grain containing 21.3 and 21.9% crude gluten, and 12.0 and 12.2% protein, respectively. Treating the seeds and applying double-treatment of the crops with microelement fertilizers increased the yield of the Kuryanochka 19 variety by 0.43-0.69 t/ha, and the Rat variety by 0.48-0.73 t/ha. The gluten content in the grain increased by 1.3-1.8%, and the protein content by 1.0-1.3% for the Kuryanochka 19 variety, and by 1.2-1.9 and 1.1-1.2%, respectively, for the Rat variety. The response of the Bezostaya 100 variety to the application of micronutrient fertilizers was lower and amounted to 0.37-0.57 t/ha. Higher yield increases were provided by the Extra Mn (0.57-0.73 t/ha) and Extra Zn (0.50-0.65 t/ha) fertilizers. The results obtained indicate that the varieties Kuryanochka 19 and Rat respond well to the application of microelement fertilizers, which provides a scientific basis for their cultivation using innovative agro-biotechnologies.

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum*), chernozem, new varieties, mineral nutrition, productivity growth, improvement of grain quality

Acknowledgments: the work was carried out as part of the implementation of a grant for the creation of selection and seed production centers in the field of agriculture, aimed at developing and implementing modern technologies in the agro-industrial complex based on the research organizations' own developments (Agreement No. 075-15-2025-173 dated 17.04.2025).

Введение. Озимая пшеница остается главной зерновой культурой Курской области и уверенно лидирует в структуре посевных площадей. Согласно действующей системе земледелия, под эту культуру ежегодно выделяют значительную часть пашни, ее доля в общем объеме зерновых посевов региона стабильно остается на высоком уровне. При этом за последние годы динамика урожайности демонстрирует уверенный рост [1].

Стабильно высокие результаты в производстве озимой пшеницы становятся возможными благодаря обновлению агротехнологического подхода [2]. Речь идет о последовательном внедрении современных, научно обоснованных

© Минченко Ж.Н., Емельянова А.А., 2026

методов ведения земледелия — таких, которые одновременно учитывают экономическую целесообразность и требования экологической безопасности, а также принципы рационального использования природных ресурсов. В основе таких технологий лежит комплексная система мер, направленных на эффективное управление формированием урожая [3]. Этот комплекс включает применение адаптивных агротехнологий, учитывающих местные почвенно-климатические условия. Особое внимание уделяется использованию биологизированных методов, таких как применение микробиологических препаратов и сидератов для повышения биологической активности почвы. Важную роль играет селекция и использование перспективных, высокопродуктивных сортов, демонстрирующих устойчивость к региональным стрессовым факторам. Кроме того, применяются ресурсосберегающие способы обработки почвы, а также точная корректировка минерального питания растений на базе современных методов диагностики [4, 5, 6].

Практическая реализация такого подхода требует комплексного учета ряда ключевых факторов. Прежде всего, важно принимать во внимание физиологические и агробиологические особенности культуры. Не менее значимым является исходный уровень обеспеченности почвы питательными веществами, так как без опоры на актуальные агрохимические данные подбор удобрений становится недостаточно обоснованным. Особое внимание следует уделять выбору форм и способов внесения как органических, так и минеральных удобрений. Их эффективность во многом определяется тем, насколько приемы применения согласованы с ритмами роста культуры и свойствами почвенного покрова. Компоненты системы питания образуют единую функциональную систему, их взаимное влияние и взаимодействие с почвенной средой определяют доступность элементов для растений и формируют конечный уровень продуктивности посевов. Такой подход позволяет выстраивать систему питания на строгой научной основе, обеспечивая не только рост урожайности, но и сохранение плодородия почвы [7]. Все это в совокупности служит методологической базой для оценки того, насколько эффективны конкретные технологические приемы при выращивании озимой пшеницы, задача которых обеспечивать стабильно высокие урожаи зерна нужного качества в определенных почвенно-климатических условиях [8].

В современной системе растениеводства сорт выступает в качестве ключевого технологического фактора при возделывании озимой пшеницы. Использование высокопластичных сортов, адаптированных к конкретным агроклиматическим условиям региона, в сочетании с отлаженной схемой семеноводства обеспечивает прирост урожайности ориентировочно на 30-45% [9]. Опыт сельскохозяйственного производства показывает, что рациональной стратегией для обеспечения устойчивой продуктивности является использование нескольких сортов в рамках одного хозяйства с их размещением на разных агрофонах. Такой прием снижает зависимость урожая от изменчивости погоды и помогает поддерживать стабильный уровень валовых сборов и качественных характеристик зерна. Согласно рекомендациям, сортообновление следует осуществлять как минимум каждые четыре года [1]. Вместе с тем в последние годы темпы сортосмены заметно ускорились, однако разработка технологий возделывания, учитывающих особенности конкретных сортов, к сожалению, не успевает за этим процессом. В результате генетический потенциал многих новых сортов раскрывается лишь частично, что приводит к недобору урожая и снижению рентабельности производства [10].

Сейчас выведены сорта озимой пшеницы нового поколения, отличающиеся широкой экологической пластичностью, повышенной устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, высоким потенциалом продуктивности и улучшенными показателями белка и клейковины в зерне. Однако внедрение таких сортов в производство закономерно ставит задачу разработки технологий их возделывания с учетом сортовой специфики агротехники [11, 12].

В современных агротехнологиях все большее значение приобретают микробиологические удобрения, гуминовые препараты, регуляторы роста и современные микроудобрения. Практика показывает, что их грамотное применение позволяет не только повысить урожайность и улучшить качество продукции, но и заметно снизить зависимость посевов от интенсивной химической защиты, уменьшая пестицидную нагрузку на агроценозы [13, 14].

На этом фоне особую роль приобретает мониторинг при разработке систем удобрения в севооборотах, который помогает целенаправленно повышать обеспеченность почвы элементами питания и добиваться более полного их усвоения растениями. В задачи таких исследований входит не просто оценка действия отдельных удобрений, а комплексный анализ их влияния, в том числе в различных сочетаниях, на продуктивность культур и состояние почвенного плодородия [1].

Цель исследования — оценка воздействия микроэлементных удобрений на формирование урожая и качественные показатели зерна новых сортов озимой мягкой пшеницы, обоснование выбора наиболее эффективных микроудобрений для повышения продуктивности озимой пшеницы в условиях Курской области.

Объекты и методы проведения исследований. Полевые эксперименты были реализованы в лаборатории технологий возделывания полевых культур ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская область, Курский район, пос. Черемушки) в рамках 4-польного севооборота со схемой чередования: чистый пар — озимая пшеница — соя — яровой ячмень. Основной задачей являлось определение эффективности микроэлементных удобрений при возделывании новых перспективных сортов мягкой озимой пшеницы на черноземных почвах региона. Посевные работы выполняли в первой декаде сентября, в оптимальный для Курской области срок. Использовали рядовой способ посева с шириной междурядий 15 см, норма высева составила 4,0 млн всхожих семян/га. В схему опыта включили обработку семян и посевов в фазах кущения и выхода в трубку препаратами Экстра В, Экстра Cu, Экстра Zn и Экстра Mn. Опыт был заложен в 3-кратной повторности, варианты размещали систематически в один ярус. Площадь посевной делянки — 135 м^2 (5,4 м × 25 м), учетной — 100 м^2 (4 м × 25 м).

Почвенный покров опытного участка представлен типичным мощным черноземом тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое — 5,5%, щелочногидролизуемого азота — 154 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) — 175 и 113 мг/кг соответственно. Реакция среды слабокислая (pH 5,3). По обеспеченности микроэлементами почва классифицируется как среднеобеспеченная: бора — 0,31 мг/кг, меди — 0,29 мг/кг, цинка — 0,34 мг/кг, марганца — 4,30 мг-экв/100 г.

Учет урожая осуществляли методом прямого комбайнирования с поделяночным сплошным учетом. Результаты пересчитывали на 100%-ю чистоту и стандартную влажность зерна 14%. Структуру урожая оценивали в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Концентрацию белка и содержание клейковины в зерне определяли с помощью анализатора «Infratec™ 1241». Статистическую обработку полученных данных проводили дисперсионным методом с применением пакетов Microsoft Excel и Statistica.

В качестве объектов исследования выступали сорта мягкой озимой пшеницы: Куряночка 19 (выведенный ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» совместно с ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр») и Рать (выведенный ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» совместно с ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко»), а также сорт Безостая 100, использованный в качестве эталонного варианта.

Куряночка 19 — среднеспелый сорт с вегетационным периодом 265-303 дня и высотой растений 6-82 см. Отличается высокой морозоустойчивостью, повышенной зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и засухе. Проявляет высокую полевую устойчивость к бурой ржавчине, снежной плесени и мучнистой росе. По хлебопекарным свойствам соответствует категории хорошего филлера. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному, Средневолжскому и Нижневолжскому регионам [15, 16].

Рать — среднеспелый сорт (вегетационный период 275-295 дней), высота растений — 69-87 см. Характеризуется повышенной морозоустойчивостью и зимостойкостью, устойчив к полеганию, засухе и осыпанию. Демонстрирует устойчивость к мучнистой росе, желтой ржавчине, снежной плесени, корневым гнилям и пыльной головне, поражение септориозом и бурой ржавчиной на умеренном уровне. По качеству зерна — хороший филлер. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному и Средневолжскому регионам [16].

Безостая 100 — среднеранний среднерослый сорт (81-104 см) с вегетационным периодом 221-296 дней. Отличается хорошей зимостойкостью (выше средней), устойчивостью к полеганию. Обладает отличными хлебопекарными качествами, устойчив к мучнистой росе и фузариозу колоса, высокоустойчив к бурой и желтой ржавчинам. Сорт рекомендован для возделывания в Ростовской области по черному пару [16].

Погодные условия 2024-2026 гг. в Курской области отличались нестабильностью, формируя непростые условия для роста озимой пшеницы. В период активной вегетации (апрель-июль) 2024-2026 гг. прослеживалась устойчивая тенденция к превышению температурной нормы от 0,6 до 4,3°С, в сочетании с резкими перепадами увлажнения. В 2024 г. на фоне максимальной суммы активных температур (2434°С) июль оказался экстремально жарким (23,2°С+4,3°С) при избытке осадков (125,7 мм, 177% нормы), тогда как апрель-май были засушливыми (17,1 и 28,5 мм, 49 и 57% нормы). В 2025 г. апрель-май повторили картину дефицита влаги (17,1 и 28,5 мм), а июль оставался жарким (22,1°С). В 2026 г. контраст проявился наиболее ярко — аномально влажный апрель (93,9 мм, 268% нормы) сменился засушливыми маем-июнем (44,1 и 42,5 мм, 88 и 72% нормы),

и лишь в июле увлажнение приблизилось к норме (68,5 мм, 96%). Такие условия формировали стрессовые нагрузки на растения в годы проведения исследований и требовали учета при оценке агротехнических приемов.

Обсуждение результатов исследования. В ходе трёхлетних исследований (2024-2026 гг.) инфекционный фон посевов озимой пшеницы сохранялся на умеренном уровне, при этом в период вегетации доминирующими патогенами выступали септориоз (*Septoria nodorum*) и бурая ржавчина *(Puccinia recondita*). Анализ распространенности заболеваний выявил заметные различия между сортами. Так, сорт Безостая 100 отличался наибольшей восприимчивостью к листостебельным патогенам, распространенность бурой ржавчины достигала 12,8%, септориоза — 19,2%. Новые сорта Куряночка 19 и Рать были более устойчивы к этим заболеваниям. Пораженность бурой ржавчиной у сорта Куряночка 19 варьировала в пределах 9,6-12,1%, у сорта Рать — 9,1-11,5%. Распространенность септориоза оказалась выше, у Куряночки 19 она составила 14,4-16,4%, у Рати — 13,1-18,6%. Применение микроэлементных удобрений при обработке семян и посевов способствовало снижению темпов развития листостебельных болезней у всех изучаемых сортов, что наглядно отражено на рисунках 1 и 2.

Наибольшую эффективность в подавлении бурой ржавчины показал препарат Экстра В, обеспечивший снижение распространенности заболевания до 10,2% у Безостой 100, 9,6% у Куряночки 19 и 9,1% у сорта Рать, что соответствовало биологической эффективности на уровне 20,3-20,9%. Экстра Zn также показал высокие результаты, особенно в отношении септориоза, распространенность болезни снизилась до 13,9% у Безостой 100, 14,1% у Куряночки 19 и 13,3% у Рать, что обеспечило биологическую эффективность 27,6-28,8%. Экстра Cu и Экстра Mn оказывали умеренное сдерживающее действие, их эффективность по бурой ржавчине варьировала в диапазоне 8,6-19,1%, а по септориозу составляла 17,7-21,7%, при этом их действие было относительно стабильным и слабо зависело от сортовых особенностей. Сдерживающий эффект микроэлементных обработок, по нашему мнению, обусловлен стимуляцией ростовых процессов, обработка семян и посевов в критические фазы развития (кущение и выход в трубку) способствовала формированию более мощной и развитой растительной массы, что в совокупности повышало устойчивость озимой пшеницы к поражению листостебельными заболеваниями.

Уровень продуктивности озимой пшеницы определяется сочетанием важнейших структурных показателей — числом продуктивных стеблей на единицу площади, количеством зерен в колосе и массой 1000 зерен. Именно взаимодействие этих компонентов, в конечном счете, задает итоговую урожайность сорта. В ходе исследований отмечена различная степень отзывчивости сортов на применение микроэлементных удобрений, что проявилось в изменении каждого из этих показателей.

У сорта Безостая 100 применение микроудобрений способствовало улучшению ключевых показателей продуктивности. Наибольший эффект обеспечили препараты Экстра Mn и Экстра Zn, они способствовали увеличению числа зерен в колосе до 29,3 и 29,1 шт. соответственно, что на 1,3 и 1,1 шт. превышает значение контрольного варианта. Одновременно зафиксировано увеличение количества продуктивных стеблей, максимальный прирост (на 7 шт./м^2) отмечен в варианте с Экстра Mn (до 457 шт./м^2). Положительная динамика наблюдалась и по массе 1000 зерен, показатели достигли 43,7-43,9 г, причем наиболее существенный прирост (+1,5-1,6 г) обеспечили удобрения Экстра В и Экстра Mn.

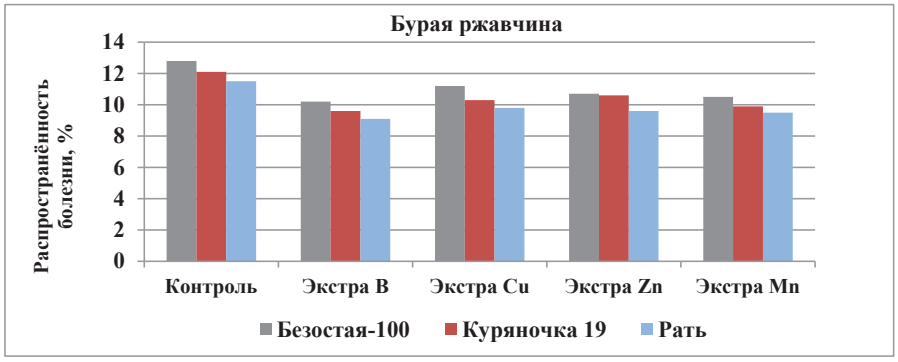


Рисунок 1. **Распространенность бурой ржавчины на сортах озимой пшеницы в зависимости от применения микроудобрений (2024-2026 гг.)**
Figure 1. **The prevalence of brown rust on winter wheat varieties depending on the use of micro-fertilizers (2024-2026)**

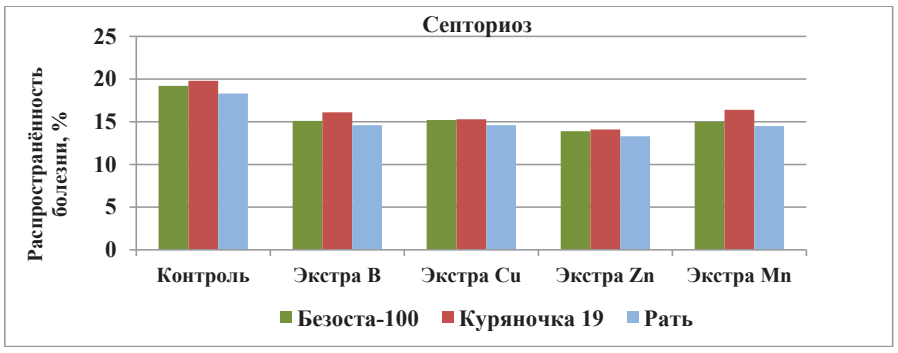


Рисунок 2. **Распространенность септориоза на сортах озимой пшеницы в зависимости от применения микроудобрений (2024-2026 гг.)**
Figure 2. **The prevalence of septoria on winter wheat varieties depending on the use of micro-fertilizers (2024-2026)**

Сорт Куряночка 19 также проявил отзывчивость к внесению микроэлементных удобрений, во всех опытных вариантах отмечался рост основных компонентов структуры урожая (табл. 1).

Наиболее заметные прибавки зафиксированы при использовании Экстра Zn и Экстра Mn, количество продуктивных стеблей увеличилось до 470-471 шт./м^2 (прирост составил 8-9 шт./м^2), число зерен в колосе увеличилось до 33,3-33,5 шт. (+0,8-1,0 шт.), а масса 1000 зерен достигла 45,6-45,8 г (превышение контроля на 2,1-2,3 г). Варианты с Экстра Cu и Экстра В оказались менее результативными, прирост продуктивных стеблей составил 5-6 шт./м^2, озерненности — 0,4-0,5 шт., массы 1000 зерен –1,8-2,0 г.

Сорт Рать проявил наиболее выраженную отзывчивость на микроудобрения, особенно в отношении формирования продуктивного стеблестоя и озерненности колоса. В вариантах с Экстра Zn и Экстра Mn количество продуктивных стеблей достигло 473 шт./м^2 (прирост составил 11 шт./м^2). Максимальное число зерен в колосе (34,3 шт.) зафиксировано при применении Экстра Mn, что на 1,5 шт. превышает контрольный вариант. Масса 1000 зерен варьировала в диапазоне 45,6-45,9 г, наибольший прирост (+1,7 г) также отмечен в варианте с удобрением, содержащим Mn.

Сравнительный анализ показал, что наиболее стабильное и выраженное положительное влияние на структуру урожая у всех трех сортов обеспечивали препараты, содержащие Mn и Zn. Менее значимое действие оказали удобрения с Cu и B, хотя они и обеспечивали достоверный прирост отдельных элементов структуры урожая.

В результате оценки сортов озимой пшеницы установлено, что применение микроэлементных удобрений позволило повысить продуктивность всех изучаемых сортов. Так, у сорта Куряночка 19 прибавка урожая составила 0,41-0,67 т/га, у сорта Рать — 0,52-0,77 т/га по сравнению с контролем. Сорт Безостая 100 характеризовался меньшей отзывчивостью к внесению микроудобрений, прирост урожайности в опытных вариантах находился в пределах 0,37-0,57 т/га. Таким образом, независимо от марки применяемых удобрений, максимальную продуктивность стабильно демонстрировал сорт Рать (табл. 2).

Среди применяемых препаратов наиболее выраженный эффект обеспечили удобрения Экстра Mn и Экстра Zn. При их использовании прирост урожайности составил 0,57-0,77 т/га (Экстра Mn) и 0,50-0,69 т/га (Экстра Zn) в зависимости от сорта. Прибавки урожая при применении Экстра Cu и Экстра В были меньше и составили 0,37-0,52 и 0,41-0,57 т/га соответственно.

Применение микроэлементных удобрений способствовало улучшению качества зерна всех сортов. У Куряночки 19 содержание клейковины возрастало на 1,3-1,8%, белка — на 1,0-1,3%, у Рати прибавки составили, соответственно, 1,3-1,9 и 1,0-1,3% относительно контроля. У сорта Безостая 100 рост показателей был несколько меньшим, клейковина увеличивалась на 1,1-1,7%, белок — на 1,0-1,3% (табл. 3).

Наибольшие значения показателей качества среди изучаемых препаратов обеспечивали Экстра Cu и Zn. По сравнению с контролем содержание клейковины при их применении повышалось у сорта Безостая 100 на 1,6-1,7%, белка — на 1,2-1,3%, у Куряночки 19 — на 1,6-1,8 и 1,2-1,3%, у Рати — на 1,8-1,9 и 1,2-1,3% соответственно. Содержание крахмала при этом существенно не изменялось, различия между вариантами находились в пределах $НСР_{05}$ для всех сортов.

Таблица 1. **Формирование элементов структуры урожая сортов озимой пшеницы под влиянием микроудобрений (2024-2026 гг.)**
Table 1. **Formation of yield structure elements in winter wheat varieties under the influence of micro-fertilizers (2024-2026)**

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Безостая 100			
1. Контроль	450	28,0	42,3
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	455	28,7	43,8
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	454	28,6	43,7
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	456	29,1	43,8
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	457	29,3	43,9
$НСР_{05}$	1,2	0,3	0,8
Куряночка 19			
1. Контроль	462	32,5	43,5
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	468	33,0	45,5
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	467	32,9	45,3
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	470	33,3	45,6
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	471	33,5	45,8
$НСР_{05}$	1,1	0,4	0,7
Рать			
1. Контроль	462	32,8	44,2
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	471	33,6	45,7
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	469	33,7	45,6
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	473	33,8	45,7
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	473	34,3	45,9
$НСР_{05}$	1,4	0,3	0,5

Таблица 2. **Показатели урожайности озимой пшеницы при использовании различных микроудобрений по сортам (2024-2026 гг.)**
Table 2. **Yield indicators for winter wheat when using various micro-fertilizers by variety (2024-2026)**

Варианты	Безостая 100		Куряночка 19		Рать	
	урожайность, т/га	± к контролю	урожайность, т/га	± к контролю	урожайность, т/га	± к контролю
1. Контроль	5,30	-	6,55	-	6,68	-
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	5,71	0,41	7,02	0,47	7,25	0,57
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	5,67	0,37	6,96	0,41	7,20	0,52
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	5,80	0,50	7,14	0,59	7,37	0,69
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	5,87	0,57	7,22	0,67	7,45	0,77
$НСР_{05}$		0,14		0,11		0,15

Таблица 3. **Показатели качества зерна озимой пшеницы по сортам при применении различных микроудобрений (2024-2026 гг.)**
Table3. **Quality indicators of winter wheat grain by variety when using various micro-fertilizers (2024-2026)**

Вариант	Показатели качества зерна, %		
	клейковина	белок	крахмал
Безостая 100			
1. Контроль	20,4	11,1	65,7
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	21,5	12,2	66,0
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	22,1	12,3	65,9
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	22,0	12,4	65,9
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	21,7	12,1	66,1
$НСР_{05}$	0,6	0,5	1,1
Куряночка 19			
1. Контроль	21,3	12,0	66,4
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	22,6	13,0	66,8
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	23,1	13,3	66,9
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	22,9	13,2	65,7
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	22,8	13,1	66,6
$НСР_{05}$	0,7	0,6	0,9
Рать			
1. Контроль	21,9	12,2	66,6
2. Экстра B, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	23,2	13,3	66,8
3. Экстра Cu, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	23,8	13,4	66,9
4. Экстра Zn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	23,7	13,5	66,8
5. Экстра Mn, обработка семян (1,5 л/т) + двукратная обработка посевов (1,0 л/га) + (1,0 л/га)	23,3	13,2	66,7
$НСР_{05}$	0,5	0,5	1,0

Анализ попарных различий между отдельными микроудобрениями показал, что их влияние на качество зерна в большинстве случаев сопоставимо, то есть выявленные расхождения не носили устойчивого характера и не позволяют однозначно выделить наиболее эффективный препарат по этому критерию.

У сорта Рать наибольшая достоверная разница по клейковине отмечена между Экстра Cu (23,8%) и Экстра B (23,2%) — 0,6% при $НСР_{05}$ 0,5%, в остальных случаях различия были в пределах ошибки опыта. По содержанию белка достоверных различий между препаратами не установлено ни для одного из сортов. Влияние изучаемых микроэлементных удобрений на качество зерна было сопоставимым, и существенных преимуществ одного препарата над другими по большинству сравнений не выявлено.

Выводы. Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что новые сорта мягкой озимой пшеницы Куряночка 19 и Рать обладают высоким потенциалом продуктивности применительно к почвенно-климатическим условиям Курской области. Преимущество этих сортов по урожайности обусловлено, прежде всего, лучшей озерненностью колоса и большей массой 1000 зерен. Без применения микроэлементных удобрений урожайность сортов Куряночка 19 и Рать составила 6,55 и 6,68 т/га, в то время как сорт Безостая 100 (эталон) сформировал лишь 5,30 т/га. Включение микроудобрений в технологию возделывания обеспечило дополнительный прирост продуктивности, у Куряночки 19 — на 0,41-0,67 т/га, у Рати — на 0,52-0,77 т/га. Сорт Безостая 100 отреагировал на внесение микроэлементов слабее, прибавка не превысила 0,37-0,57 т/га. Среди изучаемых препаратов наибольшую эффективность показали Экстра Mn (0,57-0,77 т/га) и Экстра Zn (0,50-0,69 т/га). Препараты Экстра Cu и Экстра B обеспечили несколько меньший прирост — 0,37-0,52 и 0,41-0,57 т/га соответственно.

Список источников

1. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Емельянова А.А. Продукционный потенциал и особенности агротехники новых сортов мягкой озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Курской области // Достижения науки и техники АПК. 2026. Т. 40. № 2. С. 24-29. doi: 10.53859/02352451_2026_40_2_24
2. Завалин А.А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия // Земледелие. 2024. № 2. С. 25-29. doi: 10.24412/0044- 3913-2024-2-25-29
3. Савченко Е.С., Кирюшин В.И., Лукин С.В. Опыт биологизации агротехнологий при освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Белгородской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 6. С. 658-661. doi: 10.55186/25876740 _2022 _65_6_658
4. Collier, G.R.S., Spaner, D.M., Graf, R.J., Beres, B.L. (2021). Optimal Agronomics Increase Grain Yield and Grain Yield Stability of Ultra-Early Wheat Seeding Systems. *Agronomy*, vol. 11, no. 2, p. 240. doi: 10.3390/agronomy11020240
5. Beres, B.L., Hatfield, J.L., Kirkegaard, J.A., Eigenbrode, S.D. (2020). Towards a better understanding of the in-teraction of genotype, environment and management is a global strategy for wheat agronomic research. *Front Plant Sci.*, no. 11, p. 828. doi: 10.3389/fpls.2020.00828
6. Журавлева Е.В., Милащенко Н.З., Сапожников С.Н. и др. Система увеличения производства высококачественного зерна пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 3. С. 7-10. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10301
7. Mekdad, A.A., Shaaban, A. (2020). Integrative applications of nitrogen, zinc, and boron to nutrients-deficient soil improves sugar beet productivity and technological sugar contents under semi-arid conditions. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 43, no. 13, pp. 1935-1950. doi: 10.1080/01904167.2020.1757701
8. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н. Использование агрохимикатов с гуминовыми кислотами — эффективный прием модернизации технологий возделывания озимой пшеницы // Земледелие. 2025. № 3. С. 26-30. doi: 10.24412/0044-3913-2025-3-26-30
9. Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. Инновационные технологии селекции, семеноводства и системы управления вегетацией как ключевой фактор повышения конкурентоспособности сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3(27). С. 4-8. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11023
10. Бирюков К.Н., Грабовец А.И, Фоменко М.А., Бирюкова О.В., Ляшков И.В. Адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы в контрастных условиях минерального питания на Среднем Дону // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15. № 2. С. 72-78. doi: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-72-78
11. Kendal, E. (2019). Comparind durum wheat cultivars by denotypekh yield khtrit and denotypetritbiplot method. *Chilean journal of agricultural research*, vol. 79, no. 4, pp. 512-522. doi: 10.4067/S0718-58392019000400512
12. Романенко А.А., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Аблова И.Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы: коллективная монография / Российская академия сельскохозяйственных наук; Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко. Краснодар: Изд-во «ЭДВИ», 2005. 224 с.
13. Kohli, S.K., Kaur, H., Khanna, K., Khanda, N., Bhardwaj, R., Rinklebe, J. et al. (2023). Boron in plants: uptake, deficiency and biological potential. *Plant Growth Regulator*, vol. 100, pp. 267-282. doi: 10.1007/s10725-022-00844-7
14. Сычев В.Г., Налиухин А.Н. Потребность в минеральных удобрениях с учетом роста урожаев и воспроизводства плодородия почв России // Плодородие. 2024. № 4(139) С. 5-10. doi: 10.25680/S19948603.2024.139.01
15. Дубовик Д.В., Морозов А.Н., Дубовик Е.В., Шумаков А.В., Дураков П.П. Минимизация обработки почвы в агротехнологиях возделывания озимой пшеницы в Курской области. Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2025. 185 с.
16. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию / ФГБУ «Госсорткомиссия». URL: https://gossortrf.ru (дата обращения: 02.09.2026).

References

1. Lazarev, V.I., Minchenko, Zh.N., Emel'yanova, A.A. (2026). Produktsionnyi potentsial i osobennosti agrotekhniki novykh sortov myagkoi ozimoi pshenitsy v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Kurskoi oblasti [The production potential and agronomic features of new varieties of soft winter wheat in the soil and climatic conditions of the Kursk region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 40, no. 2, pp. 24-29. doi: 10.53859/02352451_2026_40_2_24
2. Zavalin, A.A. (2024). Problemy i puti resheniya tekhnologicheskogo razvitiya zemledeliya [Problems and solutions for the technological development of agriculture]. *Zemledelie*, no. 2, pp. 25-29. doi: 10.24412/0044- 3913-2024-2-25-29
3. Savchenko, E.S., Kiryushin, V.I., Lukin, S.V. (2022). Opyt biologizatsii agrotekhnologii pri osvoenii adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v Belgorodskoi oblasti [Experience in the biologization of agricultural technologies when implementing adaptive landscape farming systems in the Belgorod region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 658-661. doi: 10.55186/25876740_2022 _65_6_658
4. Collier, G.R.S., Spaner, D.M., Graf, R.J., Beres, B.L. (2021). Optimal Agronomics Increase Grain Yield and Grain Yield Stability of Ultra-Early Wheat Seeding Systems. *Agronomy*, vol. 11, no. 2, p. 240. doi: 10.3390/agronomy11020240
5. Beres, B.L., Hatfield, J.L., Kirkegaard, J.A., Eigenbrode, S.D. (2020). Towards a better understanding of the in-teraction of genotype, environment and management is a global strategy for wheat agronomic research. *Front Plant Sci.*, no. 11, p. 828. doi: 10.3389/fpls.2020.00828
6. Zhuravleva, E.V., Milashchenko, N.Z., Sapozhnikov, S.N. i dr. (2020). Sistema uvelicheniya proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenitsy [A system for increasing the production of high-quality wheat grain]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 34. no. 3, pp. 7-10. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10301
7. Mekdad, A.A., Shaaban, A. (2020). Integrative applications of nitrogen, zinc, and boron to nutrients-deficient soil improves sugar beet productivity and technological sugar contents under semi-arid conditions. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 43, no. 13, pp. 1935-1950. doi: 10.1080/01904167.2020.1757701
8. Lazarev, V.I., Minchenko, Zh.N. (2025). Ispol'zovanie agrokhimikatov s guminovymi kislotami — ehffektivnyi priem modernizatsii tekhnologii vozdelyvaniya ozimoi pshenitsy [The use of agrochemicals with humic acids is an effective method for modernizing winter wheat cultivation technologies]. *Zemledelie*, no. 3, pp. 26-30. doi: 10.24412/0044-3913-2025-3-26-30
9. Gryadunova, N.V., Khmyzova, N.G. (2018). Innovatsionnye tekhnologii selektsii, semenovodstva i sistemy upravleniya vegetatsiei kak klyuchevoi faktor povysheniya konkurentosposobnosti sel'skogo khozyaistva [Innovative technologies in breeding, seed production, and vegetation management systems as a key factor in enhancing the competitiveness of agriculture], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and groat crops], no. 3(27), pp. 4-8. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11023
10. Biryukov, K.N., Grabovets, A.I, Fomenko, M.A., Biryukova, O.V., Lyashkov, I.V. (2023). Adaptivnyi potentsial sortov ozimoi pshenitsy v kontrastnykh usloviyakh mineral'nogo pitaniya na Srednem Donu [The adaptive potential of winter wheat varieties under contrasting mineral nutrition conditions in the Middle Don region]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], vol. 15, no. 2, pp. 72-78. doi: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-72-78
11. Kendal, E. (2019). Comparind durum wheat cultivars by denotypekh yield khtrit and denotypetritbiplot method. *Chilean journal of agricultural research*, vol. 79, no. 4, pp. 512-522. doi: 10.4067/S0718-58392019000400512
12. Romanenko, A.A., Bespalova, L.A., Kudryashov, I.N., Ablova, I.B. (2005). *Novaya sortovaya politika i sortovaya agrotekhnika ozimoi pshenitsy: kollektivnaya monografiya* [New variety policy and variety-specific agronomic practices for winter wheat: a collective monograph]. Krasnodar, "EHDVI" Publ., 224 p.
13. Kohli, S.K., Kaur, H., Khanna, K., Khanda, N., Bhardwaj, R., Rinklebe, J. et al. (2023). Boron in plants: uptake, deficiency and biological potential. *Plant Growth Regulator*, vol. 100, pp. 267-282. doi: 10.1007/s10725-022-00844-7
14. Sychev, V.G., Naliukhin, A.N. (2024). Potrebnost' v mineral'nykh udobreniyakh s uchetom rosta urozhaev i vosproizvodstva plodorodiya pochv Rossii [The need for mineral fertilizers, taking into account the growth of crop yields and the reproduction of soil fertility in Russia]. *Plodorodie* [Fertility], no. 4(139), pp. 5-10. doi: 10.25680/S19948603.2024.139.01
15. Dubovik, D.V., Morozov, A.N., Dubovik, E.V., Shumakov, A.V., Durakov, P.P. (2025). *Minimizatsiya obrabotki pochvy v agrotekhnologiyakh vozdelyvaniya ozimoi pshenitsy v Kurskoi oblasti* [Minimizing soil tillage in agro-technologies for growing winter wheat in the Kursk region]. Kursk, Federal Agricultural Kursk Research Center, 185 p.
16. FGBU "Gossortkomissiya". Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu [State Register of Breeding Achievements Approved for Use]. Available at: https://gossortrf.ru (accessed: 02.09.2026).

Информация об авторах:

Минченко Жанна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологий возделывания полевых культур, ORCID https://orcid.org/0000-0003-4352-6013, SPIN-код: 3794-6175, minchenko.knii@mail.ru

Емельянова Анна Андреевна, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства имени А.Я. Айдиева, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0610-3591, SPIN-код: 7604-0707, em3lianowa.a@yandex.ru

Information about the authors:

Zhanna N. Minchenko, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of field crop cultivation technologies, ORCID https://orcid.org/0000-0003-4352-6013, SPIN-code: 3794-6175, minchenko.knii@mail.ru

Anna A. Emelyanova, senior researcher of the laboratory of breeding and seed production named after A.Ya. Aidiev, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0610-3591, SPIN-code: 7604-0707, em3lianowa.a@yandex.ru

✉ **minchenko.knii@mail.ru**

Научная статья
УДК 631.527:633.37
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_955

АГРОЭКОЛОГИЧЕКАЯ ОЦЕНКА РАЗНЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Капитонова, О.В. Курдакова, А.Ю. Гаврилова
Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье представлена агроэкологическая оценка семи сортов клевера лугового отечественной селекции. Исследования проводились в 2023-2025 гг. в селекционном севообороте Федерального научного центра лубяных культур (Смоленская область). Объектами изучения являлись сорта клевера лугового: Смоленский 29, Починковец, Шанс, Надежный, Грин, Пеликан, Ранний 2. В качестве стандарта использовали сорт Починковец. Установлено, что в сумме за два укоса 2024 г. сорт Смоленский 29 превзошел стандарт Починковец на 10,1 т/га, а в 2025 г. — на 7,3 т/га. Наибольшее содержание листьев в первом и втором укосах первого года пользования, а также во втором укосе второго года пользования отмечено у сорта Надежный (до 29,4% к стандарту). Набольшее содержание стеблей в первом и втором укосах второго года пользования отмечено у сортов Смоленский 29 и Пеликан (8,2 и 9,8% соответственно). В среднем за 2024 и 2025 гг. наиболее высокорослыми оказались растения у сортов Надежный и Ранний 2, которые по высоте превысили стандарт на 16,9 и 9,2 см. При сравнении адаптивных свойств сортов было установлено, что наибольшим коэффициентом адаптивности в среднем за 2 года отличались сорта Надежный (116,4%) и Ранний 2 (103,5%). Показатели размаха урожайности в опыте характеризовались низкими значениями, что указывает на высокий уровень адаптивности всех сортов клевера лугового, среди которых Ранний 2 обладал наименьшим показателем (6,6%). Испытания показали, что все сорта обладали слабой изменчивостью. Коэффициент вариации составил от 3,1% (Ранний 2) до 9,8% (Шанс).

Ключевые слова: клевер луговой, сорт, высота, зеленая масса, коэффициент адаптивности, размах урожайности

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2024-0004).

Original article

AGRO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF DIFFERENT VARIETIES OF MEADOW CLOVER IN THE CONDITIONS OF THE SMOLENSK REGION

E.V. Kapitonova, O.V. Kurdakova, A.Yu. Gavrilova
Federal Research Center of Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents an agro-ecological assessment of seven varieties of meadow clover of domestic breeding. The studies were conducted in 2023-2025 in the breeding crop rotation at the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (Smolensk region). The varieties of meadow clover studied were: Smolensky 29, Pochinkovets, Shans, Nadezhny, Grin, Pelikan, and Ranniy 2. The Pochinkovets variety was used as the standard. It was established that, in total, over two cuts in 2024, the Smolensky 29 variety exceeded the Pochinkovets standard by 10.1 t/ha, and in 2025 — by 7.3 t/ha. The highest leaf content in the first and second cuts of the first year of use, as well as in the second cut of the second year of use, was observed in the Nadezhny variety (up to 29.4% relative to the standard). The highest stem content in the first and second cuts of the second year of use was observed in the Smolensky 29 and Pelikan varieties (8.2 and 9.8%, respectively). On average, over 2024 and 2025, the tallest plants were those of the Nadezhny and Ranniy 2 varieties, which exceeded the standard in height by 16.9 and 9.2 cm, respectively. When comparing the adaptive properties of the varieties, it was found that the varieties Nadiezhny (116.4%) and Ranniy 2 (103.5%) exhibited the highest adaptability coefficient on average over 2 years. The yield range indicators in the experiment were characterized by low values, which indicates a high level of adaptability of all meadow clover varieties, among which Ranniy 2 had the lowest indicator (6.6%). The tests showed that all varieties exhibited low variability. The coefficient of variation ranged from 3.1% (Early 2) to 9.8% (Chance).

Keywords: meadow clover, variety, height, green mass, coefficient of adaptability, yield range

Acknowledgments: the research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State assignment of the Federal Research Center of Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2024-0004).

Введение. В почвенно-климатических условиях Российской Федерации уровень обеспеченности скотоводства объемистыми кормами зависит от интенсивности полевого и лугопастбищного кормопроизводства. Благоприятные природные условия, а также активное выращивание кормовых культур обеспечивают кормовую базу для высокопродуктивного скота. Однако, несмотря на это, эффективность производства молока и говядины напрямую зависит от качества кормов [1]. Многолетние травы, являясь ее основой, обеспечивают не только сбалансированное питание животных и повышение их продуктивности, но и оказывают положительное воздействие на агроэкосистемы. Оно включает сохранение и повышение плодородия почв, эффективности растениеводства, обеспечение экологической безопасности и рекультивацию деградированных территорий [2].

Производство собственных, высококачественных кормов требует оптимизации технологий выращивания кормовых культур и поиска новых, хорошо адаптированных к местным условиям сортов и гибридов. Клевер луговой, как основная кормовая культура Нечерноземья, имеет большой потенциал для дальнейшего развития [3]. Полевое травосеяние — важный элемент современных агротехнологий. Выращивание многолетних бобовых и бобово-злаковых травосмесей позволяет не только получать высококачественные корма, но и повышать урожайность зерновых культур, что напрямую влияет на прибыльность хозяйств [4].

Клевер луговой обладает целым рядом преимуществ: высокой урожайностью зеленой массы и сухого вещества, сбалансированным составом по протеину и энергии, устойчивостью к неблагоприятным условиям и длительным сроком использования, а также решает проблему дефицита кормового белка [5, 6]. Его значение как предшественника для других сельскохозяйственных культур велико, и это отмечают в своей работе исследователи Chiara De Notaris, Leanne Peixoto, Esben Ø. Mortensen, Jim Rasmussen [7]. В севообороте часто используют клевер луговой в качестве сидерата, он способствует накоплению питательных веществ в почве, а также уменьшает ее эрозию и очищает от сорняков [8].

Для увеличения урожайности данной культуры необходимо внедрять в производство сорта, адаптивные к почвенно-климатическим условиям региона. Обеспечение стабильного семеноводства клевера лугового в России требует наличия достаточного количества средне- и раннеспелых сортов в структуре семенных посевов, а также налаженного семеноводческого процесса. Отечественное сельское хозяйство

© Капитонова Е.В., Курдакова О.В., Гаврилова А.Ю., 2026

демонстрирует значительное отставание в данной отрасли: до 70% предприятий продолжают применять экстенсивные методы, так и не освоив интенсивные или высокоинтенсивные технологии производства [9, 10].

Материалы и методы. Исследования проводились в 2023-2025 гг. в селекционном севообороте ОП Смоленская ГОСХОС ФГБНУ ФНЦ ЛК. Объектами исследования являлись сорта клевера лугового отечественной селекции: Смоленский 29, Починковец, Шанс, Надежный, Грин, Пеликан, Ранний 2. В качестве контроля использовали наиболее распространенный в регионе сорт Починковец.

Цель исследований — изучить сортимент клевера лугового отечественной селекции для создания в дальнейшем на его основе новых более высокоурожайных сортов ранней спелости.

Анализ почвы на участке проводился в ФГБУ ГСАС «Смоленская» в 2023 г. Агрохимические показатели: тип почвы — дерново-среднеподзолистая, механический состав — легкосуглинистый. Реакция среды характеризовалась как слабокислая (pH — 4,9). Содержание гумуса — 1,8%, фосфора — 171 мг/кг, калия — 126 мг/кг.

Посев проводили в 2023 г. при наступлении физической спелости почвы с последующим ее прикатыванием в первой декаде мая. В качестве покровной культуры использовали яровую пшеницу с пониженной на 30% нормой высева. Удобрение вносили в виде азофоски в дозе 100 кг/га под культивацию. Норма высева — 3,3 млн шт. всхожих семян/га. Предшественник — лен-долгунец. Учетная площадь делянки — 10 м^2. Способ посева — вручную с шириной междурядий 20 см. Повторность четырехкратная, размещение вариантов стандартное. Использование травостоя — двуукосное. Скашивание делянок проводили в фазе цветения. Учет и оценка велись в полевых и лабораторных условиях согласно методическим рекомендациям, с последующей математической обработкой по методу Б.А. Доспехова с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2007 [11, 12]. Для расчета коэффициента адаптивности использовали метод Л.А. Животкова [13]. Размах урожайности сортов оценивался по методике В.А. Зыкина с соавторами [14].

Погодные условия 2023-2025 гг. варьировались по температуре и осадкам (табл. 1) [15]. В 2023 г. сумма активных температур составила 2400°С (норма — 2100-2200°С), ГТК=0,9. Весна была умеренно теплой, но засушливой; лето соответствовало норме. Осень теплая и сухая, с заморозками в октябре и обильными снегопадами. Зима 2024 г. началась с похолодания и малого количества снега, но в феврале осадков было на 81% больше нормы.

В 2024 г. сумма активных температур составила 2693°С, ГТК=1,6. Май был прохладным, с дефицитом осадков и заморозками. Лето умеренно теплое, но избыточно влажное (205% нормы). Засуха с августа по сентябрь. Осенние заморозки в октябре, снежный покров установился в ноябре. Год показал худшие условия для растений.

В 2025 г. сумма активных температур составила 2092°С (норма — 2100-2200°С), ГТК=1,6. Январь был теплее нормы (+6,1°С), февраль — прохладнее (-6,2°С) с малым количеством осадков. В мае отмечались возвратные заморозки. Погодно-климатические условия летом были близки к норме по температуре, но с избытком осадков. В целом 2025 г. был благоприятен для роста и развития клевера.

Таблица 1. **Характеристика погодных условий с мая по сентябрь с 2023 по 2025 гг.**
Table 1. **Characteristics of weather conditions from May to September from 2023 to 2025**

Годы	Средняя температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
2023	16,2	244
2024	15,5	354
2025	15,5	393

Результаты и обсуждение. Высота травостоя клевера лугового оказывает существенное воздействие на динамику конкурентных отношений между различными видами растений. Она является важным элементом структуры продуктивности. Уровень урожайности тесно связан с высотой и мощностью растений: травостои, состоящие из более высоких и сильных экземпляров, способны дать больший объем продукции. В условиях 2024 г. высота растений в первом укосе составила до 133,1 см (Надежный) при высоте стандарта Починковец — 94,4 см; во втором укосе — до 62,4 см (Пеликан) при высоте стандарта — 55,5 см. В первом укосе 2025 г. высота растений была ниже уровня стандарта, а во втором укосе — не превышала ошибку опыта. В среднем за 2 года пользования высота растений была наибольшей в первом укосе — на 19% относительно стандарта (табл. 2).

Структура урожая клевера лугового представляет собой совокупность разнородных побегов. Пропорции между различными частями растения (листья, стебли) варьируются в зависимости от его видовой принадлежности, стадии развития и условий окружающей среды. Питательная ценность кормовой культуры напрямую зависит от процентного содержания листьев в урожае.

В структуре урожая за 2024 и 2025 гг. соотношение компонентов растений представлено в следующей пропорции (табл. 3). На основании полученных данных можно отметить, что наибольшее содержание листьев наблюдалось во втором укосе первого и второго года пользования (до 79,5 и 65,6% соответственно). Больший объем листьев в первом и втором укосах первого года пользования, а также во втором укосе второго года пользования отмечен у сорта Надежный (до 29,4% к стандарту). Наибольшее количество стеблей в первом укосе было у сорта Грин (до 3,3% к стандарту). Во втором укосе выделился сорт Шанс (18,4% к стандарту). Максимальное содержание стеблей в первом и втором укосах второго года пользования отмечено у сортов Смоленский 29 и Пеликан (8,2 и 9,8% к стандарту соответственно).

Сорта клевера лугового в опыте были оценены по урожайности зеленой массы — важнейшему показателю хозяйственно-биологической ценности культур кормового назначения. Сравнительная характеристика кормовой продуктивности сортов показала, что урожайность зеленой массы в значительной степени подвержена влиянию агрометеорологических условий и зависит от года пользования (табл. 4).

Максимальную урожайность в первый и второй год пользования в первом укосе показал сорт Смоленский 29 — 51,9 и 25,4 т/га, превысив контроль на 16,9 и 19,2%. Во втором укосе первого и второго года пользования выделился сорт Ранний 2 — 15,1 и 14,1 т/га, показавший прибавку +30,2% и +113% к стандарту. В сумме за два укоса 2024 г. сорт Смоленский 29 превзошел стандарт Починковец на 10,1 т/га, а в 2025 г. –на 7,3 т/га.

Так, в первый год пользования в 1 укосе среднесортовая урожайность составляла 44,8 т/га, во втором укосе — 12,5 т/га; во второй год пользования –20,9 и 8,9 т/га соответственно. Многолетняя среднесортовая урожайность (средняя урожайность в опыте) достигала значений 32,9 и 10,7 т/га в каждом из укосов.

Таблица 2. **Высота растений, см**
Table 2. **Plant height, cm**

Сорт	2024 г.		2025 г.		В среднем за 2024-2025 гг.	
	I укос	II укос	I укос	II укос	I укос	II укос
Починковец (St.)	94,4	55,5	80,1	47,1	87,3	51,3
Смоленский 29	81,9	54,6	73,4	52,0	77,7	53,3
Надежный	133,1	50,0	75,3	32,1	104,2	41,1
Пеликан	80,6	62,4	79,5	54,6	80,1	58,5
Грин	108,6	43,8	77,8	33,4	93,2	38,6
Шанс	78,5	50,3	74,9	42,0	76,7	46,2
Ранний 2	78,5	61,8	76,1	59,1	77,3	60,5
НСР $_{0,5}$	24,1	6,9	5,8	12,0	16,9	9,2

Таблица 3. **Структура урожая изучаемых сортов клевера лугового, %**
Table 3. **Yield structure of the studied varieties of meadow clover, %**

Сорт	2024 г. (1-й год пользования)				2025 г. (2-й год пользования)			
	I укос		II укос		I укос		II укос	
	листья	стебли	листья	стебли	листья	стебли	листья	стебли
Починковец (St.)	28,2	63,6	78,3	20,5	48,8	50,6	50,4	35,0
Смоленский 29	28,9	66,5	77,2	21,4	38,4	58,8	52,7	43,0
Надежный	36,5	61,2	79,5	19,1	44,2	54,0	65,6	32,4
Пеликан	29,1	61,7	67,0	29,5	54,7	41,3	45,3	44,8
Грин	28,6	66,9	72,2	27,4	42,9	53,8	58,6	34,5
Шанс	29,6	60,5	59,0	38,9	42,3	54,5	47,8	43,1
Ранний 2	29,6	59,5	52,5	34,8	45,9	51,2	57,1	38,1
НСР $_{0,5}$	4,9	5,2	17,1	14,2	5,7	4,9	12,3	10,9

Таблица 4. **Распределение сбора зеленой массы по укосам и годам, т/га**
Table 4. **Distribution of green mass harvest by mowing and year, t/ha**

Сорт	2024 г. (1-й год пользования)			2025 г. (2-й год пользования)		
	I укос	II укос	К*	I укос	II укос	К*
Починковец (St.)	44,4	11,6	79,3	21,3	6,6	76,4
Смоленский 29	51,9	14,2	78,6	25,4	9,8	72,1
Надежный	50,6	13,0	79,5	24,6	5,6	81,4
Пеликан	36,4	13,9	72,3	18,2	10,9	62,6
Грин	47,6	10,5	81,9	22,5	5,5	86,7
Шанс	41,3	9,3	81,6	14,6	9,7	59,9
Ранний 2	41,3	15,1	73,2	19,6	14,1	58,1
Среднесортовая урожайность, т/га	44,8	12,5	–	20,9	8,9	–
НСР $_{0,5}$	6,9	2,7	–	5,2	3,8	–

К* — отношение сбора зеленой массы 1-го укоса к суммарному сбору, %.

Таблица 5. **Коэффициент адаптивности клевера лугового (2024-2025 гг.)**
Table 5. **Adaptability coefficient of meadow clover (2024-2025)**

Сорт	Среднее значение урожайности зеленой массы, т/га	Коэффициент адаптивности (КА), %	Размах урожайности (d), %	Коэффициент вариации (Cv), %
Починковец (St.)	42,0	96,4	14,0	6,5
Смоленский 29	50,6	116,4	17,1	8,6
Надежный	46,9	107,8	18,0	9,6
Пеликан	39,8	91,4	17,3	8,7
Грин	43,0	98,8	13,9	6,1
Шанс	37,4	86,0	19,9	9,8
Ранний 2	45,0	103,5	6,6	3,1

С возрастом травостоя уменьшалась доля второго укоса (К), что обусловлено старением растений, ослаблением их восстановительной способности, а также влиянием метеоусловий вегетационного периода. Минимальное снижение доли второго укоса ко второму году пользования наблюдалось у стандарта Починковец (на 2,9%) и у сорта Смоленский 29 (на 6,5%), максимальное — у сорта Шанс (на 21,7%). У сортов Надежный и Грин, напротив, этот показатель увеличивался на 1,9 и 4,8% соответственно.

Учитывая частые весенне-летние засухи и периоды избыточного увлажнения, негативно влияющие на урожайность, необходимо использовать сорта, обладающие высокой экологической пластичностью, способные приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды. Одним из способов оценки приспосабливаемости сорта служит коэффициент адаптивности (КА), являющийся количественным показателем экологической пластичности. Он позволяет определять сорта с потенциально высокой продуктивностью, если его значение превышает 100% (табл. 5). Наибольшим его значением в среднем за 2 года отличались сорта Надежный (116,4%) и Ранний 2 (103,5%). Минимальным показателем обладали сорта Шанс (86,0%) и Пеликан (91,4%).

Стабильность урожайности сорта в конкретных условиях среды отражает показатель размаха урожайности (d). Чем он ниже, тем стабильнее урожайность. В данном исследовании минимальное значение установлено у сорта Ранний 2 (d=6,6%). Самым нестабильным оказался сорт Шанс (d=19,9%).

Устойчивость урожайности к воздействию окружающей среды оценивалась с помощью коэффициента вариации (Cv). Чем ниже его значение, тем меньше разброс значений урожайности вокруг средней, и тем более однородным является сорт. Средние данные за 2 года испытания показали, что все сорта обладали слабой изменчивостью — от 3,1% (Ранний 2) до 9,8% (Шанс). У стандарта Починковец коэффициент вариации равен 6,5%

Выводы. Сравнительная оценка семи сортов клевера лугового двуукосного диплоидного в условиях Смоленской области показала, что в первый и второй год пользования максимальную продуктивность проявил сорт Смоленский 29, обеспечивающий сбор зеленой массы 66,1 и 35,2 т/га. Во второй год пользования по продуктивности также выделился сорт Смоленский 29 с показателем урожайности зеленой массы 35,2 т/га.

В среднем за 2024 и 2025 гг. наиболее высокорослыми оказались растения у сортов Надежный и Ранний 2, которые по высоте превысили стандарт на 16,9 и 9,2 см соответственно. Не соответствовали требованиям современного производства сорта Пеликан и Шанс, существенно уступающие по продуктивности стандартному сорту Починковец.

При сравнении адаптивных свойств сортов было установлено, что наибольшим коэффициентом адаптивности в среднем за 2 года отличались сорта Надежный (КА=116,4%) и Ранний 2 (КА=103,5%). Показатели размаха урожайности в опыте характеризовались низкими значениями, что указывает на высокий уровень адаптивности всех сортов клевера лугового, среди которых Ранний 2 обладал наименьшим показателем (d=6,6%).

Испытания показали, что все сорта характеризовались слабой изменчивостью — от Cv=3,1% у сорта Ранний 2 до Cv=9,8% у сорта Шанс.

Выделившиеся в результате оценки сорта клевера лугового представляют значительный интерес для дальнейшей селекционной работы как источники ценных хозяйственно-биологических признаков и свойств, в соответствии с установленной моделью будущего сорта.

Список источников

1. Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Перепичай М.И. и др. Клевер луговой — важнейшая кормовая культура в западной части Нечерноземной зоны // Аграрная наука. 2024. № 380(3). С. 134-140. doi: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140

2. Донских Н.А., Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная оценка разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые и семенные цели // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 60. С. 9-16.

3. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Оценка сортов клевера лугового в условиях Среднего Предуралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 4(64). С. 15-18. doi: 10.12737/2073-0462-2022-15-18

4. Лапа В.В., Ломонос М.М., Кулеш О.Г. и др. Продуктивность и кормовая ценность зеленой массы клевера лугового на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. 2011. № 2(47). С. 87-96.

5. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Продуктивность сортов клевера лугового в условиях Среднего Предуралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5(54). С. 31-36.

6. Мазин А.М. Урожайность сортов клевера лугового /Trifolium pratense L./ иностранной селекции // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 7-12.

7. De Notaris, C., Peixoto, L., Mortensen, E.Ø., Rasmussen, J. (2025). Cover crop biomass production as a predictor of nitrogen fertilizer replacement value — legumes secure positive effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 381, p. 109446. doi: 10.1016/j.agee.2024.109446

8. Daryanto, S., Fu, B., Wang, L., Jacinthe, P.-A., Zhao, W. (2018). Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops. *Earth-Science Reviews*, vol. 185, pp. 357-373. doi: 10.1016/j.earscirev.2018.06.013

9. Гриц Н.В., Ростовцев Р.А., Диченский А.В. Использование элементов точного сельского хозяйства для получения климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах // Аграрная наука. 2023. № 10. С. 88-94.

10. Золотарев В.Н., Косолапов В.М., Переправо Н.И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 1(56). С. 28-34.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

12. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера / под ред. З.Ш. Шамсутдинова, А.С. Новоселовой, С.А. Бекузаровой. М.: Типография Россельхозакадемии, 2002. 72 с.

13. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3.

14. Зыкин В.А. Основы повышения адаптивности сортов яровой пшеницы в Западной Сибири // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1992. № 2. С. 23-26.

15. Погода в Рославле. URL: http://PogodaiKlimat.ru›monitor.php?id=26882 (дата обращения: 10.07.2026).

References

1. Prudnikov, A.D., Prudnikova, A.G., Perepichai, M.I. i dr. (2024). Klever lugovoi — vazhneishaya kormovaya kul'tura v zapadnoi chasti Nechernozemnoi zony [Meadow clover is the most important fodder crop in the western part of the Non-Chernozem zone]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 380(3), pp. 134–140. doi: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140

2. Donskikh, N.A., Mikhailova, A.G., Piven', M.G. (2020). Sravnitel'naya otsenka raznykh sortov klevera lugovogo pri vozdelyvanii na kormovye i semennye tseli [Comparative evaluation of different varieties of meadow clover for fodder and seed production]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University], no. 60, pp. 9-16.

3. Kasatkina, N.I., Nelyubina, Zh.S. (2021). Otsenka sortov klevera lugovogo v usloviyakh Srednego Predural'ya [Evaluation of meadow clover varieties in the conditions of the Middle Urals]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], vol. 16, no. 4(64), pp. 15-18. doi: 10.12737/2073-0462-2022-15-18

4. Lapa, V.V., Lomonos, M.M., Kulesh, O.G. i dr. (2011). Produktivnost' i kormovaya tsennost' zelenoi massy klevera lugovogo na dernovo-podzolistoi legkosuglinistoi pochve [Productivity and feed value of meadow clover green mass on sod-podzolic light loamy soil]. *Pochvovedenie i agrokhimiya* [Soil science and agrochemistry], no. 2(47), pp. 87-96.

5. Kasatkina, N.I., Nelyubina, Zh.S. (2016). Produktivnost' sortov klevera lugovogo v usloviyakh Srednego Predural'ya [Productivity of meadow clover varieties in the conditions of the middle urals]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 5(54), pp. 31-36.

6. Mazin, A.M. (2019). Urozhainost' sortov klevera lugovogo /Trifolium pratense L./ inostrannoi selektsii [Yield of varieties of red clover /Trifolium pratense L./ of foreign selection]. *Izvestiya Velikolukskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Velikiye Luki State Agricultural Academy], no. 4, pp. 7-12.

7. De Notaris, C., Peixoto, L., Mortensen, E.Ø., Rasmussen, J. (2025). Cover crop biomass production as a predictor of nitrogen fertilizer replacement value — legumes secure positive effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 381, p. 109446. doi: 10.1016/j.agee.2024.109446

8. Daryanto, S., Fu, B., Wang, L., Jacinthe, P.-A., Zhao, W. (2018). Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops. *Earth-Science Reviews*, vol. 185, pp. 357-373. doi: 10.1016/j.earscirev.2018.06.013

9. Grits, N.V., Rostovtsev, R.A., Dichenskii, A.V. (2023). Ispol'zovanie ehlementov tochnogo sel'skogo khozyaistva dlya polucheniya klimaticheski obosnovannoi urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v spetsializirovannykh sevooborotakh [Using elements of precision agriculture to achieve climate-appropriate crop yields in specialized crop rotations]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 10, pp. 88-94.

10. Zolotarev, V.N., Kosolapov, V.M., Perepravo, N.I. (2017). Sostoyanie travoseyaniya i perspektivy razvitiya semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii i Volgo-Vyatskom regione [The state of grass seeding and prospects for the development of perennial grass seed production in Russia and the Volga-Vyatka region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 1(56), pp. 28-34.

11. Dospekhov, B.A. (2012). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii) [Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, 352 p.

12. Shamsutdinov, Z.Sh., Novoselova, A.S., Bekuzarova, S.A. (ed.) (2002). *Metodicheskie ukazaniya po selektsii i pervichnomu semenovodstvu klevera* [Methodological guidelines for the selection and primary seed production of red clover]. Moscow, 72 p.

13. Zhivotkov, L.A., Morozova, Z.A., Sekatueva, L.I. (1994). Metodika vyyavleniya potentsial'noi produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoi pshenitsy po pokazatelyu «urozhainost'» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat based on the yield indicator]. *Selektsiya i semenovodstvo* [Breeding and seed production], no. 2, p. 3.

14. Zykin, V.A. (1992). Osnovy povysheniya adaptivnosti sortov yarovoi pshenitsy v Zapadnoi Sibiri [Fundamentals of increasing the adaptability of spring wheat varieties in Western Siberia]. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 2, pp. 23-26.

15. Pogoda v Roslavle [Weather in Roslavl]. Available at: http://PogodaiKlimat.ru›monitor.php?id=26882 (accessed: 10.07.2026).

Информация об авторах:

Капитонова Евгения Владимировна, младший научный сотрудник, SPIN-код: 9708-1249, e.kapitonova.sml@fnclk.ru
Курдакова Ольга Васильевна, старший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9783-7007, SPIN-код: 5405-3004, o.kurdakova.sml@fnclk.ru
Гаврилова Анна Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6340-8439, Researcher ID: QIU-1486-2026, SPIN-код: 9369-4927, a.gavrilova.sml@fnclk.ru

Information about the authors:

Evgenia V. Kapitonova, junior researcher, SPIN-code: 9708-1249, e.kapitonova.sml@fnclk.ru
Olga V. Kurdakova, senior researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9783-7007, SPIN-code: 5405-3004, o.kurdakova.sml@fnclk.ru
Anna Yu. Gavrilova, candidate of biological sciences, leading researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6340-8439, Researcher ID: QIU-1486-2026, SPIN-code: 9369-4927, a.gavrilova.sml@fnclk.ru

✉ **o.kurdakova.sml@fnclk.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»



«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*

Научная статья
УДК 635.015
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_959

ПРОЛОНГИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ С ДОСТУПОМ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

В.Г. Зайнуллин, А.Н. Пожирицкая, С.Ю. Кожевников, В.М. Дурягина, С.В. Коковкина, А.А. Юдин

Институт агробиотехнологий имени А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Республика Коми, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы пролонгирующего действия однократной предпосевной обработки (праймирования) неионизированным электромагнитным излучением (НЭМИ) семенного картофеля селекционных сортов, допущенных к использованию в северных регионах России на примере Республики Коми. В рамках реализации продовольственной безопасности России и разработки инновационных агротехнологий возделывания картофеля с целью обеспечения стабильной урожайности и качества продукции, праймирование семенного картофеля НЭМИ является весьма перспективным экологически чистым методом, что особенно актуально для слабоустойчивых агроценозов и сложных агроклиматических условий Севера России. Цель работы: анализ пролонгирующего эффекта однократной предпосадочной обработки НЭМИ семенного материала селекционного картофеля в последующих циклах вегетации. Исследования проводились в 2022-2025 гг. на экспериментальной площадке Института агробиотехнологий имени А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Методы исследования включали обработку клубней НЭМИ перед посевом в специальном режиме 15/5 (15 мин воздействия, 5 мин перерыв в течение 1 часа) с использованием индивидуального спектра частот прибора ТОР Концерна «Гранит». Проведен сравнительный анализ фенологических фаз, продуктивности и урожайности семенного столового картофеля сорта Печорский среднеранней спелости местной селекции с учетом однократного праймирования НЭМИ в 1, 2, 3 и 4-годичных циклах вегетации. В качестве образца сравнения использованы клубни столового сорта среднеранней спелости Фламинго, рекомендованного для возделывания в северных регионах. Основные результаты показали, что однократное праймирование НЭМИ усиливает интенсивность роста и развития надземной части растений, включая защитные механизмы устойчивости растений к абиотическим стрессам, увеличивая количество и размер формируемых клубней, особенно в образцах трехгодичного вегетационного цикла высева сорта Печорский местной селекции.

Ключевые слова: праймирование, неионизированное электромагнитное излучение, картофель, пролонгирующий эффект, устойчивость к абиотическим стрессам

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания «Повышение ресурсного потенциала сортов картофеля собственной селекции путем обработки семенного материала слабыми импульсными электромагнитными полями (FUUU-2024-0015)».

Original article

PROLONGED EFFECT OF PRE-SOWING TREATMENT OF SEED POTATOES OF BREEDING VARIETIES WITH ELECTROMAGNETIC RADIATION FOR NORTHERN REGIONS OF RUSSIA

V.G. Zainullin, A.N. Pozhiritskaya, S.Yu. Kozhevnikov, V.M. Duryagina, S.V. Kokovkina, A.A. Yudin

Institute of Agrobiotechnology named after A.V. Zhuravsky of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Komi Republic, Russia

Abstract. The article examines the issues related to the prolonged effect of a single pre-sowing treatment (priming) with non-ionizing electromagnetic radiation (NIEMR) of seed potatoes of selected varieties approved for use in the northern regions of Russia, using the Republic of Komi as an example. Within the framework of ensuring Russia's food security and developing innovative agricultural technologies for potato cultivation in order to ensure stable yields and product quality, priming of seed potatoes with NIEMR is a highly promising, environmentally friendly method, which is especially relevant for low-resistance agro-cenoses and challenging agro-climatic conditions in the North of Russia. The aim of the work is to analyze the prolonged effect of a single pre-planting treatment of seed material of breeding potatoes with NIEMR in subsequent growing cycles. The studies were conducted in 2022-2025 at the experimental site of the Institute of Agrobiotechnology named after A.V. Zhuravsky of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The research methods included the treatment of NIEMR tubers before sowing in a special 15/5 mode (15 min exposure, 5 min break for 1 hour) using an individual frequency spectrum of the Granit Concern TOR device. A comparative analysis of the phenological phases, productivity and yield of seed table potatoes of the Pechorsky variety of medium-early ripeness of local breeding has been carried out, taking into account the single priming of NIEMR in the 1st, 2nd, 3rd and 4th annual cycles of vegetation. As a reference, tubers of the table variety Flamingo, which has a mid-early ripening period and is recommended for cultivation in northern regions, were used. The main results showed that a single priming with NIEMR enhances the intensity of growth and development of the above-ground parts of the plants, increasing the number and size of the tubers formed, including the protective mechanisms that make the plants resistant to abiotic stresses, especially in samples with a three-year growing cycle of the local variety Pechorsky.

Keywords: priming, non-ionizing electromagnetic radiation, potatoes, prolonging effect, resistance to abiotic stresses

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State assignment "Improving the resource potential of potato varieties of our own breeding by treating seed material with weak pulsed electromagnetic fields (FUUU-2024-0015)".

Введение. В сложных агроклиматических условиях Севера России (низкое плодородие почв, короткий вегетационный период, недостаточная теплообеспеченность и др.) среди сельскохозяйственных культур наиболее востребованной является картофель. Обеспечение стабильного роста объемов высева высококачественного семенного картофеля отечественной селекции возможно на основе применения новых высокотехнологичных российских разработок и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла [6, 10].

© Зайнуллин В.Г., Пожирицкая А.Н., Кожевников С.Ю., Дурягина В.М., Коковкина С.В., Юдин А.А., 2026

Для обеспечения высокого качества производимых оригинальных семян, наряду с селекционной работой, необходимо разрабатывать экологически безопасные методы, повышающие урожайность картофеля и устойчивость растений к абиотическим и биотическим стрессам. Использование электромагнитного излучения (ЭМИ) является перспективным направлением современных технологий в растениеводстве [1, 2, 12, 15, 17, 19]. Отечественными учеными ведутся исследования в этой области с разработкой установок для предпосевной обработки семенного материала картофеля ЭМИ различных частот [3, 4, 6, 8].

Праймирование с использованием низкоинтенсивного неионизированного электромагнитного излучения (НЭМИ), по мнению отечественных и зарубежных исследователей, является потенциально эффективным и экологически безопасным методом, оказывая влияние на многие биологические процессы в растениях, такие как рост, развитие и метаболизм [16, 17]. В частности, было установлено, что в результате воздействия на семена электромагнитным излучением в них возрастает скорость протекания химических и биохимических реакций [17, 18, 19].

Механизм восприятия и реакции растений на воздействие ЭМИ до конца не изучен. Необходимо проведение дополнительных исследований для расширения знаний о процессах, происходящих в растениях при воздействии ЭМИ, обеспечивающих ускорение прорастания семян и улучшение жизнеспособности проростков [3, 4, 17, 18]. В последние годы предпосевная обработка семян НЭМИ стала эффективной стратегией повышения устойчивости растений к абиотическим стрессам, повышения урожайности и продуктивности растений [2, 3, 4, 6]. Одно из направлений исследований, представляющих интерес в данной области — определение пролонгирующего эффекта праймирования селекционного семенного картофеля НЭМИ в ряду поколений, то есть сохранение эффекта однократных обработок в последующих циклах вегетации.

Цель исследования — оценка пролонгирующего эффекта однократной предпосадочной обработки семенного материала селекционного картофеля неионизированным электромагнитным излучением (НЭМИ) низкой интенсивности в последующих циклах вегетации в условиях Севера России на примере Республики Коми.

Материалы и методы. В качестве образцов использованы семенные клубни селекционных столовых сортов картофеля среднеранней группы спелости (65-85 дней) с допуском для северных регионов России: сорт Печорский из коллекции Института агробиотехнологии и, в качестве сравнительного образца, сорт Фламинго, полученный оригинаторами ООО «Дока-Генные технологии», селекционно-генетического центра «Дока-Джин» [7].

Исследования в области эффективности воздействия низкоинтенсивного НЭМИ на селекционный среднеранний картофель начались в 2022 г. на экспериментальном поле Сыктывдинского района Республики Коми.

Отобранные для эксперимента клубни картофеля были подвергнуты электромагнитному воздействию в режиме 15/5 (15 мин воздействия, 5 мин перерыв в течение 1 часа) индивидуальным спектром «предпосевное облучение» аппаратом ТОР по технологии know-how АО «Концерн Гранит». Частота импульсов для дистанционной обработки семян с помощью устройства ЭМИ ТОР была установлена на уровне 58 Гц. На расстоянии 10 см от устройства ТОР параметры переменного электромагнитного поля (ПЭМП) следующие: магнитная составляющая — 1,5±0,2 мкТл, электрическая составляющая не превышала 210±30 В/м, а плотность мощности излучения на частоте 2,45 ГГц не превышала 36 мкВт/кв. см.

Экспериментальная база. Почва дерново-подзолистая супесчаная. Средние агрохимические показатели почвы за исследуемый вегетационный период 2025 г. следующие: реакция среды $pH_{сол}$=5,7; гидролитическая кислотность — 2,57 ммоль/100 г; органическое вещество — 6,16%; обменный кальций — 4,81 ммоль/100 г; обменный магний — 2,37 ммоль/100 г; подвижный фосфор — 774,0 мг/кг; обменный калий — 410 мг/кг.

Закладка делянок картофеля выполнена согласно общепринятой методике. Схема посадки — 0,7х0,3 м, однорядковые делянки (100 клубней в рядке). Площадь однорядковой делянки — 0,21 кв. м х 100 = 21 кв. м по общепринятой схеме [5].

Ход исследования. Учет оценки эффективности воздействия НЭМИ на рост и развитие сортов картофеля проводили с помощью фенологических наблюдений и биометрических измерений, согласно существующим методикам [5, 9]. Статистическую обработку результатов проводили на основе методов статистики в агрономических исследованиях [13].

Схема опыта: К — контроль (без обработки НЭМИ), Э — обработка НЭМИ с указанием числа годов вегетационного цикла (например, Э-2Ц означает, что семенной картофель обработан в 2024 г., посажен последовательно в 2024-2025 гг., то есть имеет двухгодичный цикл; соответственно, Э-3Ц на момент 2025 г. высаживался в течение 3-х вегетационных циклов в 2023-2025 гг., и т.д.). Обработку картофеля НЭМИ проводили в день посадки. Для оценки эффекта последействия были высажены клубни картофеля сорта Печорский, обработанные в 2022 г. (4 года — 4Ц), 2023 г. (3 года — 3Ц) и 2024 г. (2 года — 2Ц).

Характеристика метеорологических условий выполнена на основании данных агрометеорологического бюллетеня по Республике Коми за 2025 г. и справочно-информационный портал «Погода и климат» по г. Сыктывкар [11]. Нормативные значения определялись как средние многолетние значения за период 2001-2025 гг. Продолжительность вегетационного периода составила 160 дней. Метеорологические условия в период вегетации 2025 г. представлены на рисунках 1 и 2.

Погодные условия в период активного развития фенологических фаз надземной части растений (июнь-июль) характеризовались температурой чуть ниже нормы (на 2-3°С), при этом сумма осадков превысила норму на 100-300% (рис. 1 и 2).

В начальный период клубнеобразования наблюдалась сухая теплая погода (температура выше нормы на 3-5°С), осадки выше нормы на 30-50% с первой декады августа до второй декады сентября.

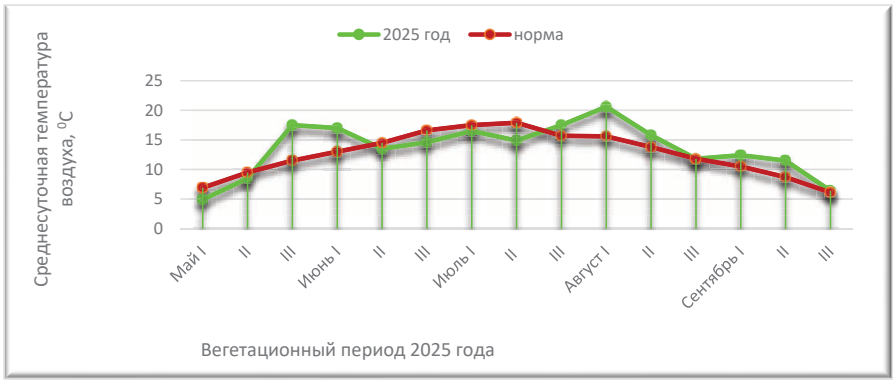


Рисунок 1. **Динамика среднесуточной температуры воздуха в вегетационный период 2025 г. по декадам**
Figure 1. **Dynamics of the average daily air temperature during the growing season of 2025 by decade periods**

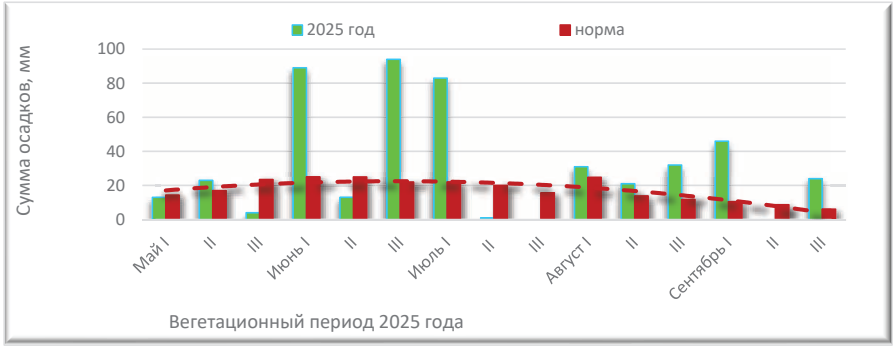


Рисунок 2. **Динамика распределения суммы осадков в вегетационный период 2025 г. по декадам**
Figure 2. **Dynamics of the distribution of the total amount of precipitation during the growing season of 2025 by decadal periods**

Накопления эффективных температур воздуха (выше +5°С) и активных температур воздуха (выше +10°С) в вегетационном периоде 2025 г. представлены на рисунке 3. Значения сумм накопленного тепла с начала вегетационного периода по 30 сентября составили: эффективных — $\Sigma_{t\ni>5^{o}C}$=1334,2°С, активных — $\Sigma_{tA>10^{o}C}$=1860,7°С, что превышает среднее многолетнее значение (1533°С) и данные по исследованиям А.С. Щербаковой (1583°С) [14].

Результаты исследования. По данным фенологических наблюдений и биометрических измерений получены следующие результаты.

Всхожесть семян наблюдалась в течение 14-24 дней с момента посадки 02.06.2025 (табл. 1). Лучшую всхожесть показали образцы семенного картофеля сорта Печорский, обработанные НЭМИ в 2022 г. (Э-4Ц) и в 2023 г. (Э-3Ц). Следует отметить, что 100% всхожесть этих образцов наблюдалась уже 16.06.2025, то есть раньше, чем у всех остальных образцов (табл. 1). Праймирование сорта Печорский в 2025 г. способствовало более ранней всхожести и процент всходов был выше, чем у контрольного образца, но ниже, чем у образцов последействия обработки НЭМИ, особенно в трех- и 4-годичных циклах (Э-3Ц и Э-4Ц).

Период бутонизации начался на 28 день, а закончился на 46 день от момента посадки. Пик бутонизации сорта Печорский (контрольный) и обработки НЭМИ в 2025 г. совпадают и приходятся на 07.07.2025, при этом в обработанном образце процент бутонизации выше, чем в контроле (рис. 4). У сорта Печорский с однократной обработкой в 2-4-годичных циклах пик фазы бутонизации сдвигается на более ранний срок — 30.06.2025 и 02.07.2025 (рис. 4). У сорта Фламинго фаза бутонизации началась позже (10.07.2025), чем у сорта Печорский, и ее пик приходится на 18.07.2025. При этом после обработки ЭМИ фаза бутонизации у сорта Фламинго проходит более активно, чем в контрольном варианте.

Фаза цветения надземной части растений пришлась на 35-46 день после посадки (табл. 2). Отмечена особенность сорта Фламинго, у которого фаза бутонизации и цветения совпадают, практически закончившись к 18.07.2025 г.

У сорта Печорский показатели бутонизации и цветения у образцов, обработанных в 2025 и 2024 гг., распределены неравномерно, при этом пик бутонизации приходится на период со 02.07.2025 по 07.07.2025, а пик цветения растягивается от 10.07.2025 до 18.07.2025. Наиболее высокие показатели цветения наблюдаются у растений в результате последействия праймирования в 3-годичном цикле (Э-3Ц) и приходятся на 15.07.2025-18.07.2025 (табл. 2).

Таким образом, фенологические наблюдения практически у всех образцов картофеля, независимо от сорта, фазы вегетации надземной части растений, подвергшихся праймированию НЭМИ, проходят более активно и интенсивно, чем у контрольных образцов. Отмечено, что образцы сорта Печорский, праймированные ЭМИ в 2023 г. (Э-3Ц) и 2024 г. (Э-2Ц), показали наиболее впечатляющие результаты по активности бутонизации (рис. 4) и цветения (табл. 2). При этом у данных образцов массовая бутонизация и цветение заметно смещаются на более ранние сроки (02-07.07.2025) по сравнению с контрольным образцом (10-15.07.2025) и образцами сравнения сорта Фламинго (рис. 4, табл. 2).

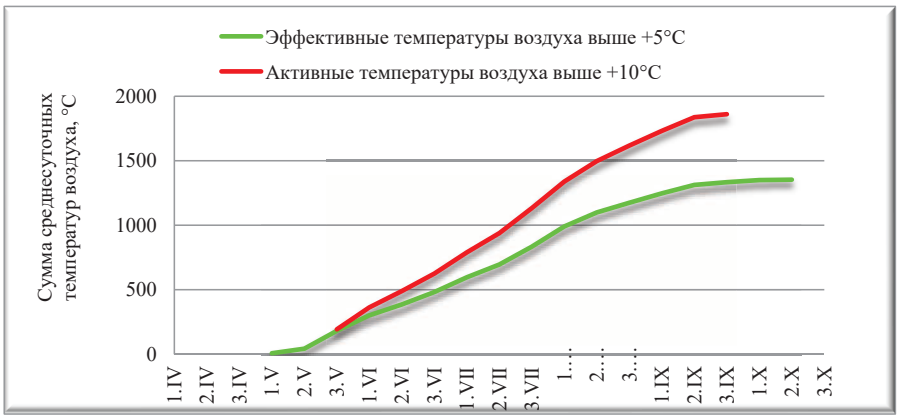


Рисунок 3. **Динамика подекадного накопления тепла в вегетационном периоде 2025 г.**
Figure 3. **Dynamics of decadal heat accumulation during the growing season of 2025**

Таблица 1. **Всхожесть растений, после посадки 02.06.2025 по наблюдениям 2025 г.**
Table 1. **Plant germination after planting on 02.06.2025 based on observations from 2025**

Сорт	Количество растений, шт.	Всходы, количество растений (шт.)/% от семян			
		16.06.2025	19.06.2025	23.06.2025	26.06.2025
Печорский К	100	74/74	79/79	82/82	89/89
Печорский 2025	100	71/71	87/87	97/97	97/97
Печорский Э-2Ц	26	25/96	25/96	25/96	25/96
Печорский Э-3Ц	49	49/100	49/100	49/100	49/100
Печорский Э-4Ц	50	50/100	50/100	50/100	50/100
Фламинго К	100	60/60	89/89	97/97	97/97
Фламинго 2025	100	49/49	75/75	93/93	96/96

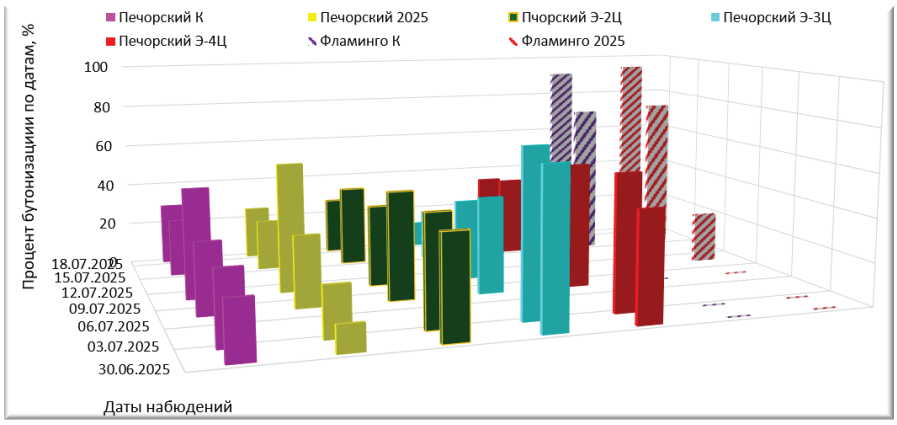


Рисунок 4. **Динамика бутонизации селекционных сортов Печорский и Фламинго в зависимости от количества вегетационных циклов**
Figure 4. **Dynamics of budding in the selected varieties Pechorsky and Flamingo depending on the number of growing cycles**

Таблица 2. **Цветение растений картофеля по наблюдениям 2025 г.**
Table 2. **Flowering of potato plants according to observations in 2025**

Сорт	Количество растений, шт.	Цветение, количество растений (шт.)/% от семян			
		07.07.2025	10.07.2025	15.07.2025	18.07.2025
Печорский К	100	0	22/22	30/30	40/40
Печорский 2025	100	3/3	8/8	26/26	39/39
Печорский Э-2Ц	26	12/46	15/58	5/19	9/35
Печорский Э-3Ц	49	15/31	38/78	39/80	43/88
Печорский Э-4Ц	50	2/4	26/52	29/58	35/70
Фламинго К	100	0	0	0	0
Фламинго 2025	100	0	0	0	0

Таблица 3. **Показатели продуктивности картофеля на 65 день после посадки**
Table 3. **Potato productivity indicators on the 65th day after planting**.

Сорт	Количество стеблей, шт.	Высота ботвы, см	Вес ботвы, кг	Количество клубней с одного куста, шт.	Вес клубней с одного куста, кг	$y = M_к / M_б$, долей ед.
Печорский К	1,8	77,5	0,42	14	0,55	1,31
Печорский 2025	4,0	83,0	0,44	20	0,46	1,05
Печорский Э-2Ц	4,5	86,0	0,28	17	0,39	1,28
Печорский Э-3Ц	3,5	90,0	0,57	20	0,58	1,02
Печорский Э-4Ц	2,5	83,5	0,32	12	0,36	1,12
Фламинго К	4,8	74,5	0,33	20	0,32	0,97
Фламинго 2025	7,3	80,3	0,39	11	0,43	1,10
Среднее значение	4,06	82,1	0,39	16	0,44	1,12
$НСР_{0,5}$	0,58	1,69	0,03	1,28	0,03	0,04

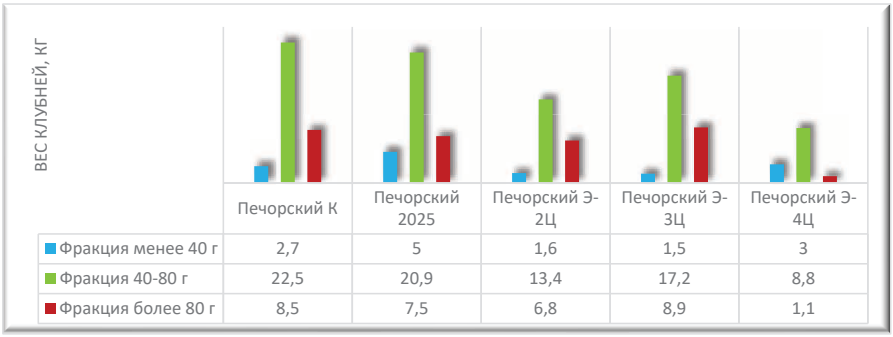


Рисунок 5. **Распределение веса клубней картофеля сорта Печорский по фракциям, кг**
Figure 5. **Distribution of the weight of potato tubers of the Pechorsky variety by fractions, kg**

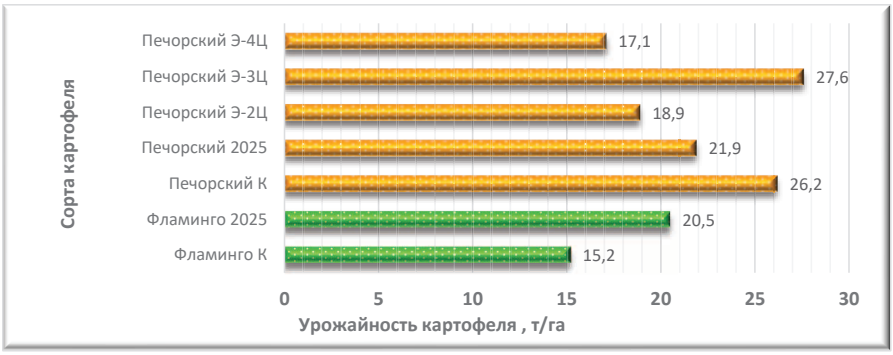


Рисунок 6. **Урожайность сортов картофеля на 65 день после посадки, т/га**
Figure 6. **Yield of potato varieties on the 65th day after planting, t/ha**

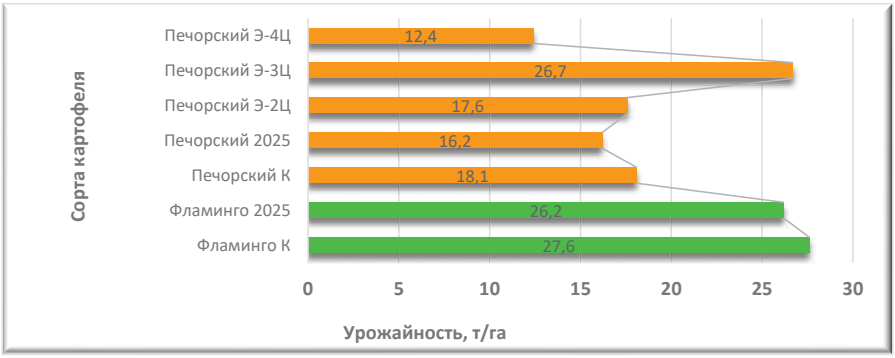


Рисунок 7. **Урожайность сортов картофеля на 85 день после посадки, т/га**
Figure 7. **Yield of potato varieties on the 85th day after planting, t/ha**

Образцы сортов картофеля, контрольные и праймированные НЭМИ, проходили испытания на скороспелость методом пробных копок (на 65 день после посадки). Определялась структура урожая, количество и масса клубней под кустом, распределение по фракциям (табл. 3). При обработке в 2025 г. количество клубней 20 шт., но вес клубней с одного куста составляет всего 0,46 кг. Наибольшее количество клубней с куста (20 шт.) и вес клубней с куста (0,58 кг, превышение контроля на 9,4%) наблюдается у сорта Печорский с 3-годичным циклом (Э-3Ц).

Показатель отношения клубней к зеленой массе (ботве) у картофеля говорит об эффективности клубнеобразования. Густая, долго не увядающая ботва способствует увеличению количества и размера (веса) клубней. Быстрое отмирание ботвы (например, из-за фитофтороза или непогоды) сокращает период накопления веса клубней и, соответственно, продуктивность сорта. Для картофеля соотношение массы ботвы и клубней обычно колеблется в пределах 1-1,5/1. Коэффициент клубнеобразования у сорта Печорский в контрольном образце — 1,31 и в образце с обработкой НЭМИ в 2025 г. — 1,04 (близко к норме). У сорта Фламинго праймирование семенного картофеля ЭМИ привело к снижению количества клубней, но увеличению веса клубней с одного куста на 34,4% и повышению коэффициента клубнеобразования с 0,97 до 1,10.

На рисунке 5 представлено распределение клубней картофеля сорта Печорский с разными циклами обработки ЭМИ по фракциям: крупные — клубни массой более 80 г, средние — 40-80 г, мелкие — менее 40 г. У образцов Э-3Ц снижается вес мелкой фракции (на 44,4%) и повышается вес крупной фракции, превышающий контрольный образец на 4,7%. У всех образцов преобладает средняя фракция (40-80 г). Отмечено резкое снижение показателей в 4-годичном цикле (рис. 5).

На рисунках 6 и 7 приведены данные об *урожайности* сортов картофеля в 2025 г. по результатам первой копки на 65 день и 85 день (сбор урожая) соответственно. Как видно из диаграммы (рис. 6 и 7), наибольшая урожайность картофеля на 65 день с момента посадки наблюдается у местного сорта Печорский 3-годичного вегетационного цикла (Э-3Ц — 27,6 т/га), как результат последействия праймирования, и она превышает урожайность контрольного образца на 5,3%. На 85 день (момент окончательного сбора урожая) это превышение составляет уже 47,5%.

Урожайность сорта Печорский после обработки НЭМИ в 2025 г. ниже контрольного образца на 65 день после посадки на 16,4%, на 85 день — на 10,5%. При этом урожайность сорта Фламинго, обработанного НЭМИ, на 65 день выше контроля на 34,9%, а на 85 день ниже контрольного образца на 5,1%.

Рассматривая выборку по урожайности контрольных образцов картофеля сортов Печорский и Фламинго, и образцов с однократной предпосевной обработкой НЭМИ в нескольких вегетационных циклах, как зависимые, так как сорта картофеля и погодные условия 2025 г. одинаковые, сравним их по количественной изменчивости. Проверяем нулевую гипотезу (H_0) об отсутствии различий между выборками наблюдений.

При сравнении вариантов с зависимыми (сопряженными) выборками, когда единицы первой

Таблица 4. **Расчет статистических параметров сопряженных пар наблюдений**
Table 4. **Calculation of statistical parameters for paired observations**

Пары n	Вариант 1. Контрольные образцы		Вариант 2. Праймированные НЭМИ образцы		Попарная разность $d=x_1-x_2$	Квадрат разности d^2
1	Печорский К на 65 день	26,2	Печорский 2025 на 65 день	21,9	4,30	18,49
2	Печорский К на 65 день	26,2	Печорский Э-2Ц на 65 день	18,9	7,30	53,29
3	Печорский К на 65 день	26,2	Печорский Э-3Ц на 65 день	27,6	-1,40	1,96
4	Печорский К на 65 день	26,2	Печорский Э-4Ц на 65 день	17,1	9,10	82,81
5	Печорский К на 85 день	18,1	Печорский 2025 на 85 день	16,2	1,90	3,61
6	Печорский К на 85 день	18,1	Печорский Э-2Ц на 85 день	17,6	0,50	0,25
7	Печорский К на 85 день	18,1	Печорский Э-3Ц на 85 день	26,7	-8,60	73,96
8	Печорский К на 85 день	18,1	Печорский Э-4Ц на 85 день	12,4	5,70	32,49
9	Фламинго К на 65 день	15,2	Фламинго 2025 на 65 день	20,5	-5,30	28,09
10	Фламинго К на 85 день	27,6	Фламинго 2025 на 85 день	26,2	1,40	1,96
Сумма					14,90	296,91
$\bar{d}$					+1,49	-
				$(\sum d)^2$	222,01	-

выборки связаны каким-то общим условием (в данном случае, сорт и погодные условия) с единицами наблюдения второй выборки, оценивается существенность средней разности [13]:

$$\bar{d} = \sum d / n \qquad (1)$$

где $\pm\bar{d}$ — средняя разность; $\sum d$ — сумма сопряженных разностей; n — число сопряженных пар наблюдений.

В данном методе ошибка разности средних вычисляется *разностным методом* (табл. 4). Ошибка средней разности рассчитывается по следующей формуле [13]:

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum(d-\bar{d})^2}{n\cdot(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2/n}{n\cdot(n-1)}}, \qquad (2)$$

где $S_{\bar{d}}$ — ошибка средней разности; d — разность между парой наблюдений; $\bar{d}$ — средняя разность; $(\sum d)^2$ — квадрат суммы разностей; $\sum d^2$ — сумма квадратов разностей; n — число сопряжённых пар наблюдений.

Ошибка средней разности по формуле (2):

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2/n}{n\cdot(n-1)}} = \sqrt{\frac{296{,}1 - 222{,}01/10}{10\cdot 9}} = 0{,}38$$

Критерий существенности (t-фактическое):

$$t_ф = \bar{d} / S_{\bar{d}} = 1{,}49 / 0{,}38 = 3{,}92$$

Сравниваем фактическое значение критерия t-Стьюдента с табличным (теоретическим) на 5% и 1% уровнях значимости. Приходим к выводу: нулевая гипотеза с вероятность 95% и 99% отвергается ($H_0 \neq 0$), так как

$$f = n - 1 = 10 - 1 = 9 \rightarrow t_{05} = 2{,}26;\ t_{01} = 3{,}25;$$
$$t_ф = 3{,}92 > t_{05} = 2{,}26$$
$$t_ф = 3{,}92 > t_{01} = 3{,}25$$

Проведем проверку нулевой гипотезы по величине наименьшей существенной разности (НСР) на 5% и 1% уровнях значимости:

$$НСР_{05} = t_{05}\cdot S_d = 2{,}26\cdot 0{,}38 = 0{,}86$$
$$НСР_{01} = t_{01}\cdot S_d = 3{,}25\cdot 0{,}38 = 1{,}24$$

Проведем сравнение фактической разности с НСР.

Приходим к аналогичному выводу: нулевая гипотеза с вероятность 95% и 99% отвергается ($H_0 \neq 0$), так как

$$\bar{d} = 1{,}49 > НСР_{05} = 0{,}86$$
$$\bar{d} = 1{,}49 > НСР_{01} = 1{,}24$$

Общий вывод: с вероятностью 95% и 99% можно предполагать, что праймирование семенного картофеля НЭМИ влияет на урожайность картофеля, в том числе и с пролонгированным эффектом, по сравнению с контрольными образцами, то есть принимается альтернативная гипотеза о существенном статистически значимом различии.

Обсуждение. Праймирование семенного картофеля НЭМИ оказывает сильное влияние на рост и развитии вегетативных органов при интенсивном накоплении зеленной массы независимо от сорта селекционного картофеля, что свидетельствует об усилении устойчивости надземной части растений к абиотическим стрессам. Процесс клубнеобразования у праймированных НЭМИ образцов проходит с уменьшением количества клубней, но увеличением их среднего веса, смещаясь от мелкой к средней и крупной фракциям. К аналогичным выводам в своих работах приходят и другие исследователи [1, 2, 3, 4, 6, 15, 16, 17].

В проведенных нами исследованиях впервые отмечено, что у образцов сорта Печорский с 3-годичным циклом (Э-3Ц) происходит существенный сдвиг сроков вегетационных фаз развития надземной части растений и созревания клубней картофеля, что позволило получить самый высокий урожай по сравнению с другими образцами уже на 65 день после посадки. При этом при праймировании в 2025 г. у сорта Печорский на 65 и 85 день после посадки урожайность ниже, чем у контрольного образца. У сорта Фламинго на 65 день урожайность была выше контрольной на 35%, а на 85 день — ниже на 5%.

Большинство исследователей [3, 4, 5, 6, 15, 16] считают, что уже однократное праймирование НЭМИ приводит к повышению урожайности картофеля. Наша позиция в этом вопросе не столь однозначная, так как иммунный ответ у разных сортов формируется в разные сроки [10]. Если рассматривать праймирование НЭМИ как своеобразный стресс от внешнего воздействия, то, в силу своих генетических особенностей, разные сорта картофеля будут реагировать на него по-разному. На основе полученных результатов выдвигается предположение, что пролонгирующее действие однократного праймирования НЭМИ имеет устойчивый положительный эффект, особенно в 3-летнем цикле высева. При более длительном цикле (Э-4Ц) положительный эффект резко нивелируется.

Область применения результатов. Смещение фаз развития на более ранний срок для сортов картофеля, возделываемых в северных регионах России, является существенным преимуществом, так как растения успевают вызревать полностью в короткий вегетационный период, оставаясь устойчивыми в условиях абиотических стрессов, что влияет на продуктивность и урожайность картофеля. Применение праймирования НЭМИ, являясь экологически безопасным методом, позволяет снизить химическую нагрузку и производственные затраты при возделывании картофеля.

Выводы. Требуются дальнейшие исследования механизмов воздействия ЭМИ разных частот на генотип растений картофеля с эффектом пролонгированного последействия с целью получения достоверных результатов по волатильности в зависимости от сортов картофеля и длительности цикла высева.

Список источников

1. Бахчевников О.Н., Брагинец А.В., Нозимов К.Ш. Перспективные физические методы стимулирования прорастания семян (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 56-66. doi: 10.53859/02352451_2022_36_7_56

2. Бухаров А.Ф., Янченко А.В., Федосов А.Ю. Прайминг — инновационное развитие методологии подготовки семян к посеву (обзор) // Овощи России. 2023. № 5. С. 28-36. doi: 10.18619/2072-9146-2023-05-28-36

3. Бондарчук Е.В., Овчинников О.В., Турканов И.Ф. и др. Слабые импульсные электромагнитные поля повышают урожайность и иммунитет картофеля // Картофель и овощи. 2023. № 4. С. 35-40.

4. Васильев А.А., Полевик Н.Д. Влияние предпосадочной обработки семенных клубней электромагнитным полем на урожайность картофеля // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 1(20). URL: https://research-journal.org/archive/1-20-2014-january/vliyanie-predposadochnoj-obrabotki-semennyx-klubnej-elektromagnitnym-polem-na-urozhajnost-kartofelya (дата обращения: 14.07.2026).

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

6. Зайнуллин В.Г., Пожирицкая А.Н., Турлакова А.М. и др. Влияние предпосевной обработки слабыми неионизирующими импульсными полями на урожайность и качество урожая сортов картофеля // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. № 25(5). С. 794-804.

7. Коробейник Я.Н. Северный регион допуска (1). Атлас картофеля. Сорта, допущенные к использованию по первому региону Российской Федерации. Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2024. 24 с.

8. Котин А.И., Новиков Г.В., Зайцев П.В., Михайлов О.В. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. № 1(52). С. 89-93.

9. Методические положения. По проведению оценки сортов и гибридов картофеля на испытательных участках / ФГБНУ ВНИИКХ. М., 2017. 11 с.

10. Симаков Е.А., Анисимов Б.В. Приоритеты развития селекции и семеноводства картофеля // Картофель и овощи. 2006. № 8. С. 4-5.

11. Справочно-информационный портал «Погода и климат». URL: http://www.pogodaiklimat.ru (дата обращения: 10.07.2026).

12. Титенкова М.С., Макарова Г.В. Оценка основных параметров электрофизических способов предпосадочной обработки клубней картофеля // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 4(14). С. 34-37.

13. Усманов Р.Р. Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе «STATISTICA»: учебник. М.: РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. 177 с.

14. Щербакова А.С. Агроклиматические районы и урожайность сельскохозяйственных культур в изменяющихся условиях регионального климата // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. № 1(61). С.142-148.

15. Romero-Galindo, R., Hernandez-Aguilar, C., Pacheco, Dominguez-A. et al. (2022). Biophysical methods used to generate tolerance to drought stress in seeds and plants: a review. *International Agrophysics*, vol. 35, no. 4, pp. 389-410. doi: 10.31545/intagr/144951

16. Efthimiadou, A., Katsenios, N., Karkanis, A., Papastylianou, P., Triantafyllidis, V. et al. (2014). Effects of presowing pulsed electromagnetic treatment of tomato seed on growth, yield, and lycopene content. *Sci. World J.*, 369745.

17. Kuntal, B., Puspendu, D., Sanjoy, S. (2022). Seed priming with non-ionizing physical agents: plant responses and underlying physiological mechanisms. *Plant Cell Reports*, 41:53-73. doi: 10.1007/s00299-021-02798-y

18. Maffei, M.E. (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in Plant Science*, vol. 5, article 445. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2014.00445/full (accessed: 21.07.2026). doi: 10.3389/ fpls.2014.00445

19. Araujo, S.D.S., Paparella, S., Dondi, D. et al. (2016). Physical methods for seed invigoration: advantages and challenges in seed technology. *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, article 646. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.00646/full (accessed: 21.07.2026). doi: 10.3389/fpls.2016.00646

References

1. Bakhchevnikov, O.N., Braginets, A.V., Nozimov, K.Sh. (2020). Perspektivnye fizicheskie metody stimulirovaniya prorastaniya semyan (obzor) [Promising physical methods of stimulating seed germination (review)]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 36, no. 7, pp. 56-66.

2. Bukharov, A.F., Yanchenko, A.V., Fedosov, A.Yu. (2023). Praiming — innovatsionnoe razvitie metodologii podgotovki semyan k posevu (obzor) [Priming — innovative development of seed preparation methodology for sowing (review)]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable crops of Russia], no. 5, pp. 28-36. doi: 10.18619/2072-9146-2023-05-28-36

3. Bondarchuk, E.V., Ovchinnikov, O.V., Turkanov, I.F. i dr. (2023). Slabye impul'snye ehlektromagnitnye polya povyshayut urozhainost' i immunitet kartofelya [Weak pulsed electromagnetic fields increase potato yield and immunity]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and vegetables], no. 4, pp. 35-40.

4. Vasil'ev, A.A., Polevik, N.D. (2014). Vliyanie predposadochnoi obrabotki semennykh klubnei ehlektromagnitnym polem na urozhainost' kartofelya [The influence of pre-planting treatment of seed tubers with an electromagnetic field on potato yield]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International research journal], no. 1(20). Available at: https://research-journal.org/archive/1-20-2014-january/vliyanie-predposadochnoj-obrabotki-semennyx-klubnej-elektromagnitnym-polem-na-urozhajnost-kartofelya (accessed: 14.07.2026).

5. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.

6. Zainullin, V.G., Pozhiritskaya, A.N., Turlakova, A.M. i dr. (2024). Vliyanie predposevnoi obrabotki slabymi neioniziruyushchimi impul'snymi polyami na urozhainost' i kachestvo urozhaya sortov kartofelya [The influence of pre-sowing treatment with weak non-ionizing pulse fields on the yield and quality of potato varieties]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 25(5), pp. 794-804.

7. Korobeinik, Ya.N. (2024). *Severnyi region dopuska (1). Atlas kartofelya. Sorta, dopushchennye k ispol'zovaniyu po pervomu regionu Rossiiskoi Federatsii* [Northern admission region (1). Potato Atlas. Varieties approved for use in the first region of the Russian Federation]. Syktyvkar, FRC Komi Scientific Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 24 p.

8. Kotin, A.I., Novikov, G.V., Zaitsev, P.V., Mikhailov, O.V. (2019). Issledovanie i razrabotka ustanovki dlya predposadochnoi obrabotki klubnei kartofelya vozdeistviem ehlektrofizicheskikh faktorov [Research and development of an installation for pre-planting treatment of potato tubers by electrophysical factors]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], no. 1(52), pp. 89-93.

9. Metodicheskie polozheniya. Po provedeniyu otsenki sortov i gibridov kartofelya na ispytatel'nykh uchastkakh (2017.) [Methodological provisions. To evaluate potato varieties and hybrids at test sites]. Moscow, 11 p.

10. Simakov, E.A., Anisimov, B.V. (2006). Prioritety razvitiya selektsii i semenovodstva kartofelya [Priorities for the development of potato breeding and seed production]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and vegetables], no. 8, pp. 4-5.

11. Spravochno-informatsionnyi portal «Pogoda i klimat» [Reference and information portal "Weather and climate"]. Available at: http://www.pogodaiklimat.ru (accessed: 10.07.2026).

12. Titenkova, M.S., Makarova, G.V. (2015). Otsenka osnovnykh parametrov ehlektrofizicheskikh sposobov predposadochnoi obrabotki klubnei kartofelya [Evaluation of the main parameters of electrophysical methods for preplanting potato tubers]. *Innovatsii v sel'skom khozyaistve* [Innovations in agriculture], no. 4(14), pp. 34-37.

13. Usmanov, R.R. (2020). *Statisticheskaya obrabotka dannykh agronomicheskikh issledovanii v programme «STATISTICA»: uchebnik* [Statistical processing of agronomic research data in the STATISTICA program: textbook]. Moscow, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 177 p.

14. Shcherbakova, A.S. (2021). Agroklimaticheskie raiony i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v izmenyayushchikhsya usloviyakh regional'nogo klimata [Agroclimatic areas and crop yields in changing regional climate conditions]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], no. 1(61), pp. 142-148.

15. Romero-Galindo, R., Hernandez-Aguilar, C., Pacheco, Dominguez-A. et al. (2022). Biophysical methods used to generate tolerance to drought stress in seeds and plants: a review. *International Agrophysics*, vol. 35, no. 4, pp. 389-410. doi: 10.31545/intagr/144951

16. Efthimiadou, A., Katsenios, N., Karkanis, A., Papastylianou, P., Triantafyllidis, V. et al. (2014). Effects of presowing pulsed electromagnetic treatment of tomato seed on growth, yield, and lycopene content. *Sci. World J.*, 369745.

17. Kuntal, B., Puspendu, D., Sanjoy, S. (2022). Seed priming with non-ionizing physical agents: plant responses and underlying physiological mechanisms. *Plant Cell Reports*, 41:53-73. doi: 10.1007/s00299-021-02798-y

18. Maffei, M.E. (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in Plant Science*, vol. 5, article 445. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2014.00445/full (accessed: 21.07.2026). doi: 10.3389/ fpls.2014.00445

19. Araujo, S.D.S., Paparella, S., Dondi, D. et al. (2016). Physical methods for seed invigoration: advantages and challenges in seed technology. *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, article 646. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.00646/full (accessed: 21.07.2026). doi: 10.3389/fpls.2016.00646

Информация об авторах:

Зайнуллин Владимир Габдуллович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9378-1170, Scopus ID: 6701715250, Researcher ID: 3-9077-2015, SPIN-код: 3874-0936, zainullinv@yandex.ru
Пожирицкая Александра Николаевна, младший научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0009-0009-5595-8391, Researcher ID: OGN-4808-2025, SPIN-код: 2453-2236, alexa-rgz@yandex.ru
Кожевников Сергей Юрьевич, инженер-исследователь,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3368-6319, SPIN-код: 5704-9722, juselid@yandex.ru
Дурягина Валентина Михайловна, начальник отдела научного обеспечения и производства,
ORCID: http://orcid.org/00009-0009-5584-1265, SPIN-код: 6876-3451, duryagina1955@mail.ru
Коковкина Светлана Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1175-2991, SPIN-код: 3096-0246, kokovkina.svetlana@rambler.ru
Юдин Андрей Алексеевич, кандидат экономических наук, директор,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3368-7497, Scopus ID: 57201135749, Researcher ID: ABD-1713-2021, audin@rambler.ru

Information about the authors:

Vladimir G. Zainullin, doctor of biological **s**ciences, professor, chief researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-9378-1170, Scopus ID: 6701715250, Researcher ID: 3-9077-2015, SPIN-code: 3874-0936, zainullinv@yandex.ru
Alexandra N. Pozhiritskaya, junior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0009-0009-5595-8391, Researcher ID: OGN-4808-2025, SPIN-code: 2453-2236, alexa-rgz@yandex.ru
Sergey Yu. Kozhevnikov, research engineer,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3368-6319, SPIN-code: 5704-9722, juselid@yandex.ru
Valentina M. Duryagina, head of the department of scientific support and production,
ORCID: http://orcid.org/00009-0009-5584-1265, SPIN-code: 6876-3451, duryagina1955@mail.ru
Svetlana V. Kokovkina, candidate of agricultural sciences, scientific secretary,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1175-2991, SPIN-code: 3096-0246, kokovkina.svetlana@rambler.ru
Andrey A. Yudin, candidate of economic sciences, director,
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3368-7497, Scopus ID: 57201135749, Researcher ID: ABD-1713-2021, audin@rambler.ru

✉ **audin@rambler.ru**

Научная статья
УДК 632.51
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_965

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОУДОБРЕНИЯ ТРИХОДЕРМИН-ПРО ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ КРИТИЧЕСКОГО ПЕРИОДА ВРЕДОНОСНОСТИ СОРНОПОЛЕВОГО КОМПОНЕНТА В АГРОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.С. Магомадов[1], З.П. Оказова[1,2], Л.А. Титова[1,3]

[1]Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный, Россия
[2]Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия
[3]Донской государственный аграрный университет, пос. Персиановский, Россия

Аннотация. Озимая пшеница — одна из ключевых зерновых культур, обеспечивающая продовольственную безопасность населения. В России она занимает ведущее место в структуре зернового клина, особенно в таких регионах, как Южный федеральный округ, Центрально-Черноземная зона, Волгоградская область. Использование регуляторов роста растений в технологии возделывания озимой пшеницы даёт ряд существенных преимуществ, которые способствуют повышению урожайности, улучшению качества зерна и снижению негативного воздействия стрессовых факторов. Обработка семян регуляторами роста повышает энергию прорастания и всхожесть, обеспечивает дружные и ровные всходы. Это гарантирует хорошую выравненность и выживаемость всходов. Цель исследования — изучение возможности использования биоудобрений на основе микробиомов почвы для сокращения продолжительности критической вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики. В ходе определения степени засоренности зафиксирован смешанный тип засоренности с преобладанием поздних яровых сорняков. В ходе проведенного исследования можно установить положительное влияние на повышение конкурентоспособности предпосевной обработки семян озимой пшеницы раствором биоудобрения на основе микробиомов почвы. Выявлена тенденция сокращения продолжительности критического периода вредоносности сорной растительности в агроценозе среднеспелых сортов озимой пшеницы Ахмат и Граф. В частности, на фоне предпосевной обработки семян озимой пшеницы раствором биоудобрения на основе микробиомов почвы повышается конкурентоспособность растений, что выражается в снижении биомассы сорнополевого компонента. Критический период вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе озимой пшеницы, сорт Ахмат составил 30 дней, сорта Граф 20 дней соответственно. Целесообразность применения биоудобрения на основе микробиома почвы Триходермин-Про для предпосевной обработки семян среднеспелой озимой пшеницы сортов Ахмат и Граф не вызывает сомнений.

Ключевые слова: микробиом почвы, сорная растительность, критический период вредоносности, урожайность, потери урожая, конкурентоспособность

ON THE POTENTIAL USE OF THE BIOFERTILIZER TRICHODERMIN-PRO TO SHORTEN THE CRITICAL PERIOD OF WEED HARMFULNESS IN WINTER WHEAT AGROCENOSES IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CHECHEN REPUBLIC

A.S. Magomadov[1], Z.P. Okazova[1,2], L.A. Titova[1,3]

[1]A.A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia
[2]Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia
[3]Don State Agrarian University, Persianovsky, Russia

Abstract. Winter wheat is a key cereal crop that ensures food security for the population. In Russia, it holds a leading position in the grain crop structure, particularly in regions such as the Southern Federal District, the Central Black Earth Zone, and the Volgograd Region. The use of plant growth regulators in winter wheat cultivation offers significant advantages, contributing to increased yields, improved grain quality, and reduced negative impacts from stress factors. Seed treatment with growth regulators enhances germination energy and capacity, ensuring uniform and simultaneous seedling emergence. This guarantees good seedling uniformity and survival. The study aimed to investigate the potential of using bio-fertilizers based on soil microbiomes to shorten the duration of the critical period of weed interference in winter wheat agrocenoses within the forest-steppe zone of the Chechen Republic. Assessments of weed infestation revealed a mixed weed population dominated by late-spring weeds. The study demonstrated that pre-sowing treatment of winter wheat seeds with a soil microbiome-based bio-fertilizer solution positively influenced crop competitiveness. A trend toward a shorter critical period of weed interference was observed in agrocenoses of the mid-season winter wheat varieties “Akhmat” and “Graf.” Specifically, pre-sowing seed treatment with the soil microbiome-based bio-fertilizer enhanced plant competitiveness, resulting in reduced weed biomass. The critical period of weed interference in winter wheat agrocenoses was 30 days for the Akhmat variety and 20 days for the Graf variety. The advisability of using the soil microbiome-based biofertilizer Trichodermin-Pro for the pre-sowing seed treatment of mid-season winter wheat varieties Akhmat and Graf is beyond doubt.

Keywords: soil microbiome, weed vegetation, critical period of weed interference, yield, yield losses, competitiveness

Введение. Озимая пшеница — одна из ключевых зерновых культур, обеспечивающая продовольственную безопасность населения. В России она занимает ведущее место в структуре зернового клина, особенно в таких регионах, как Южный федеральный округ, Центрально-Черноземная зона, Волгоградская область. Зерно озимой пшеницы используется для производства муки, круп, макаронных и кондитерских изделий. Её ценность определяется богатым химическим составом зерна и широким спектром применения в продовольственных, кормовых и других отраслях [3, 5, 13].

Зерно озимой пшеницы содержит: белок, по его содержанию культура превосходит многие другие зерновые, зависимости от сорта и условий выращивания уровень белка может варьироваться от 7 до 25%; углеводы, в том числе крахмал (до 70%); жиры (от 1,5 до 2,5%); витамины (B1, B2, B3, PP, E), провитамины A и D; минеральные вещества (фосфор, железо, кальций и другие). Белки пшеницы содержат полноценный аминокислотный состав и все незаменимые аминокислоты, которые хорошо усваиваются организмом. Хлеб из пшеничной муки по питательности, вкусовым качествам и переваримости превосходит изделия из муки других зерновых культур [4, 6].

Отходы пшеничного производства являются ценным концентрированным кормом для

© Магомадов А.С., Оказова З.П., Титова Л.А., 2026
Международный сельскохозяйственный журнал, 2026, том 69, № 7 (416), с. 965-968.

сельскохозяйственных животных. Они богаты протеином, жирами, минеральными веществами и витаминами. Солома и мякина также имеют большую кормовую ценность. В измельчённом, запаренном или обработанном химическими веществами виде их используют в кормлении крупного рогатого скота и овец.

Из зерна получают спирт, крахмал, клейковину.

Это высокоурожайная культура, уступающая по этому показателю лишь рису. Её возделывание экономически выгодно: энергосодержание продукции часто превышает затраты на производство. Культура играет важную роль в севообороте, служит хорошим предшественником для сахарной свёклы, подсолнечника, кукурузы и других культур.

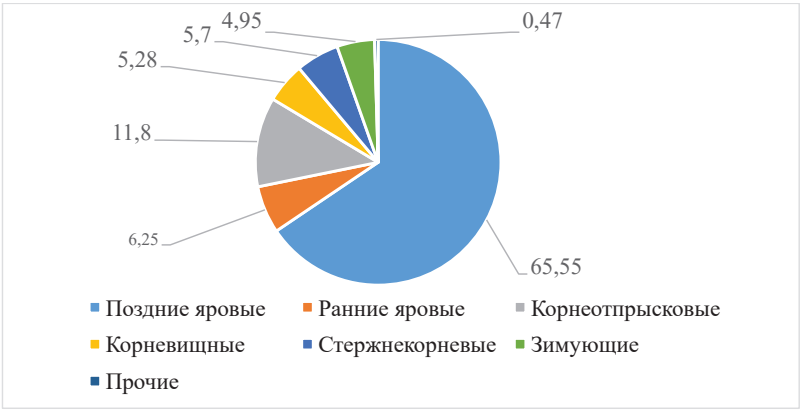


Рисунок 1. **Биологические группы сорных растений агроценоза озимой пшеницы (2026 г.)**
Figure 1. **Biological groups of weed species in winter wheat agrocenoses (2026)**

Таблица 3. **Влияние сроков и продолжительности приемов ухода на урожайность озимой пшеницы, сорт Ахмат в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики (2026)**
Table 3. **Effect of the timing and duration of tending operations on the yield of winter wheat (Akhmat variety) in the forest-steppe zone of the Chechen Republic (2026)**

Начало ухода в агроценозе, дней	Урожайность		Потери урожая	
	т/га	%	т/га	%
10 дней от появления всходов	4,80/5,24	73,90/72,54	1,70/1,99	26,10/27,46
20 дней от появления всходов	5,16/5,49	79,45/76,00	1,34/1,74	20,55/24,00
30 дней от появления всходов	5,46/5,87	84,00/81,20	1,04/1,36	16,00/18,80
40 дней от появления всходов	5,85/6,38	90,05/88,35	0,65/0,85	9,95/11,65
50 дней от появления всходов	6,13/6,70	94,40/92,70	0,37/0,53	5,60/7,30
Агроценоз чистый весь период вегетации	6,50/7,23	100,00/100,00	0,00/0,00	0,00/0,00
10 дней от появления всходов засорен	6,40/7,19	98,45/99,50	0,10/0,04	1,55/0,50
20 дней от появления всходов засорен	6,03/6,80	92,80/94,10	0,47/0,43	7,20/5,90
30 дней от появления всходов засорен	5,49/6,38	84,55/88,30	1,01/0,85	15,45/11,70
40 дней от появления всходов засорен	4,99/5,96	76,90/82,50	1,51/1,27	23,10/17,50
50 дней от появления всходов засорен	4,49/5,51	69,16/76,25	2,01/1,72	30,84/23,75
Засоренный весь период вегетации	4,05/5,22	62,40/72,30	2,45/2,01	37,60/27,70
$НСР_{05}$, т/га				

Примечание: в знаменателе — семена озимой пшеницы, обработанные раствором Триходермин-Про

Таблица 4. **Влияние сроков и продолжительности приемов ухода на урожайность озимой пшеницы, сорт Граф в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики (2026)**
Table 4. **Effect of timing and duration of maintenance operations on the yield of winter wheat (variety 'Graf') in the forest-steppe zone of the Chechen Republic (2026)**

Начало ухода в агроценозе, дней	Урожайность		Потери урожая	
	т/га	%	т/га	%
10 дней от появления всходов	4,28/5,07	77,24/79,50	1,27/1,31	22,76/20,50
20 дней от появления всходов	4,60/5,41	82,90/84,90	0,95/0,97	17,10/15,10
30 дней от появления всходов	4,81/5,58	86,80/87,55	0,74/0,80	13,20/12,45
40 дней от появления всходов	5,08/5,87	91,55/92,10	0,47/0,51	8,45/7,90
50 дней от появления всходов	5,29/6,11	95,35/95,80	0,26/0,27	4,65/4,20
Агроценоз чистый весь период вегетации	5,55/6,38	100,00/100,00	0,00/0,00	0,00/0,00
10 дней от появления всходов засорен	5,35/6,00	96,40/94,10	0,20/0,38	3,60/5,90
20 дней от появления всходов засорен	4,91/5,43	88,50/85,15	0,64/0,95	11,50/14,85
30 дней от появления всходов засорен	4,65/5,00	83,80/78,40	0,90/1,38	16,20/21,60
40 дней от появления всходов засорен	4,30/4,65	77,54/72,90	1,25/1,73	22,46/27,10
50 дней от появления всходов засорен	3,94/4,29	71,05/67,25	1,61/2,09	28,95/32,75
Засоренный весь период вегетации	3,57/3,92	64,40/61,50	1,98/2,46	35,60/38,50
$НСР_{05}$, т/га	0,26/0,29			

Примечание: в знаменателе — семена озимой пшеницы, обработанные раствором Триходермин-Про

Таким образом, озимая пшеница — ключевая культура, которая обеспечивает продовольствие, поддерживает животноводство и имеет значительное экономическое значение.

Регуляторы роста растений — важная составляющая технологии возделывания озимой пшеницы, которая позволяет повысить урожайность, улучшить качество зерна и устойчивость культуры к неблагоприятным условиям среды. Они действуют в низких концентрациях, стимулируют ростовые и метаболические процессы, повышают адаптивность растений [2].

Обработка растений в фазе колошения рядом регуляторов роста на фоне ранневесенней азотной подкормки увеличивает биологическую урожайность зерна на 6,4–16,3%, число зёрен в колосе — на 3,1–10,2%, массу зерна с одного колоса — на 3,7–10,2%. Также возрастает содержание белка и клейковины в зерне.

Регуляторы роста усиливают адаптивные возможности растений к засухе, заморозкам, избытку или недостатку воды, болезням и другим неблагоприятным условиям.

Использование регуляторов роста растений в технологии возделывания озимой пшеницы даёт ряд существенных преимуществ, которые способствуют повышению урожайности, улучшению качества зерна и снижению негативного воздействия стрессовых факторов.

Регуляторы роста растений стимулируют ростовые и метаболические процессы в растениях, что приводит к увеличению биологической урожайности зерна. Обладают антистрессовыми свойствами, что позволяет растениям лучше адаптироваться к неблагоприятным условиям среды: засухе, низким и высоким температурам, избытку или недостатку воды, заморозкам, болезням. Это особенно актуально в условиях аридизации климата или в зонах неустойчивого увлажнения.

Некоторые регуляторы роста имеют ретардантные свойства, которые позволяют снизить высоту растений, укрепить стебель за счёт увеличения его толщины и стимулировать развитие корневой системы. Это повышает сопротивляемость растений к полеганию.

Совместное использование регуляторов роста растений с средствами защиты растений позволяет снизить фитотоксический эффект от действия пестицидов, сократить их норму расхода на 20–30% и улучшить экологическую обстановку [1, 11, 12].

Обработка семян регуляторами роста повышает энергию прорастания и всхожесть, обеспечивает дружные и ровные всходы. Это гарантирует хорошую выравненность и выживаемость всходов.

Совместное использование регуляторов роста с минеральными удобрениями и средствами защиты растений увеличивает эффективность их применения, что может привести к повышению чистого дохода и рентабельности.

Действие регуляторов роста на физиолого-биохимические процессы в растениях зависит от сорта озимой пшеницы и погодных условий. Перед применением необходимо учитывать рекомендации производителя и проводить всестороннюю проверку новых препаратов.

Исходя из вышеизложенного, актуальность изучения возможности применения регуляторов роста на основе микробиомов почвы в конкретных почвенно-климатических условиях не вызывает сомнений [10].

Цель исследования — изучение возможности использования биоудобрений на основе микробиомов почвы для сокращения

продолжительности критического вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики.

Место, условия и методика проведения исследования. Исследования проводились в 2026 году в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики, в Гудермесском районе. Климатические условия года проведения исследований близки к среднемноголетним. Опыт заложен на основе Методических указаний по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур (1985) и Методических указаний по проведению опытов с гербицидами.

Объект исследования. В опыте использованы отечественные сорта озимой пшеницы, районированные в Чеченской Республике Ахмат и Граф. В качестве биоудобрения на основе микробиомов почвы в опыте использован препарат Триходермин-Про, (Россия, г. Новосибирск).

В день посева готовили водный раствор препарата соответствующей концентрации (из расчета 0,4 л/т) и опрыскивали семена озимой пшеницы. Семена смачивали равномерно, не допуская стекания раствора.

Остальные элементы технологии возделывания озимой пшеницы — в соответствии с агрорекомендациями для лесостепной зоны Чеченской Республики.

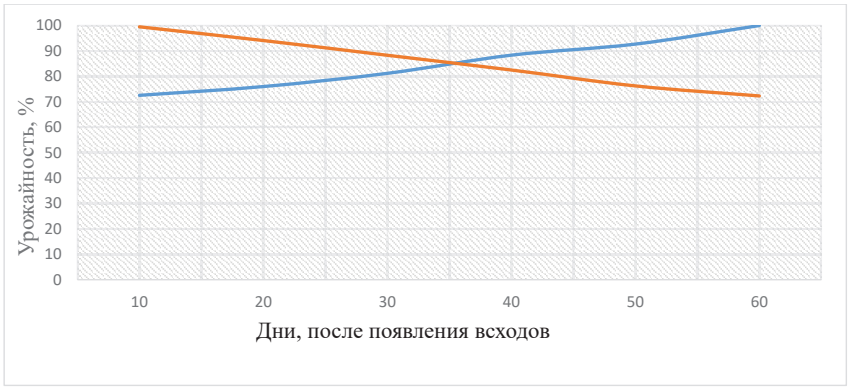
Результаты и их обсуждение. Для определения критического периода вредоносности сорнополевого компонента был заложен модельный опыт, состоящий из двух блоков, в первом блоке посев озимой пшеницы был чистым от сорной растительности в течение 10-50 дней. Контрольный вариант — посев чистый в течение всего вегетационного периода. Во втором блоке, наоборот, посев был засорен в течение 10-50 дней, контрольный вариант — посев засоренный в течение всего вегетационного периода. Одновременно закладывался опыт, где семена озимой пшеницы перед посевом были обработаны биоудобрением Триходермин-Про.

В ходе определения степени засоренности зафиксирован смешанный тип засоренности с преобладанием поздних яровых сорняков (предшественник — кукуруза) (рис. 1).

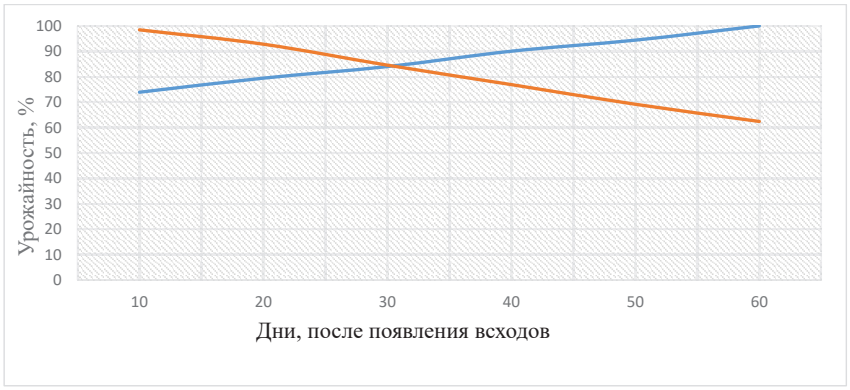
Как видно из таблицы 3, урожайность сорта озимой пшеницы Ахмат, чистой от сорной растительности в течение всего периода вегетации составила 6,50 т/га. В период, когда посев был чистым от сорной растительности в течение 10-50 дней — 4,80-6,13 т/га или потери урожая составили 26,10-5,60%. В блоке, где в качестве контроля был вариант, засоренный весь период вегетации урожайность составила 4,05 т/га, потери урожая — 37,60%, они нарастали в вариантах опыта [7, 9].

При использовании для предпосевной обработки семян биоудобрения Триходермин-Про отмечается повышение урожайности на всех вариантах опыта, что можно считать косвенным признаком повышения конкурентоспособности растений озимой пшеницы, повышение их устойчивости к вредителям и болезням. Так, на посеве чистом от сорной растительности урожайность — 7,23 т/га. На посеве, чистом от сорной растительности в течении 10-50 дней — 5,24-6,70 т/га, потери урожая сократились и составили 1,99-0,53 т/га или 27,46-7,30%.

Урожайность сорта озимой пшеницы Граф (табл.4), чистой от сорной растительности в течение всего периода вегетации составила 5,55 т/га. В период, когда посев был чистым от сорной растительности в течение 10-50 дней — 4,28-5,29 т/га или потери урожая составили 1,27-0,26 т/га (22,76-4,65%). Посев озимой пшеницы, засоренный в течение всего вегетационного периода — 3,57 т/га, потери урожая — 35,60% [8, 14].

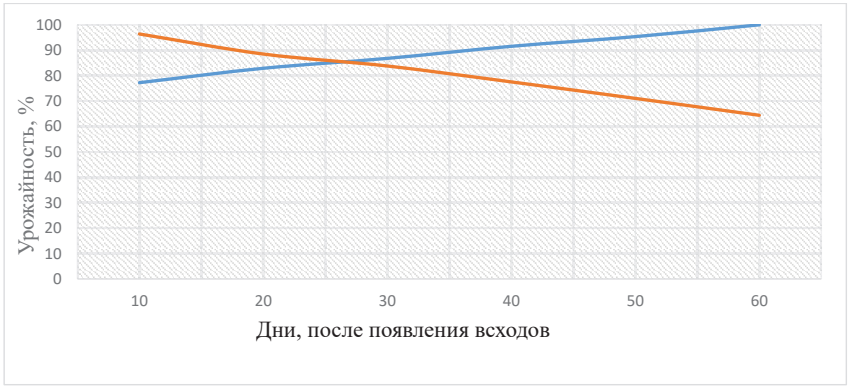


Посев без применения биоудобрения

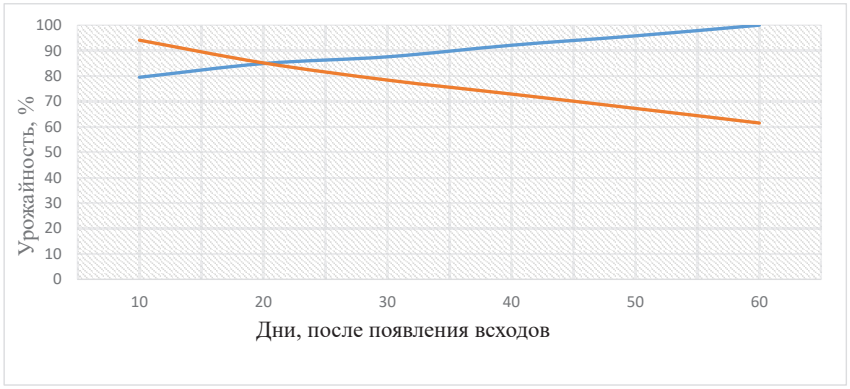


Использование биоудобрения для предпосевной обработки семян

Рисунок 2**. Критический период вредоносности сорных растений в агроценозе озимой пшеницы, сорт Ахмат в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики (2026)**
Figure 2. **Critical period of weed harmfulness in a winter wheat agrocenosis (Akhmat variety) in the forest-steppe zone of the Chechen Republic (2026)**



Посев без применения биоудобрения



Использование биоудобрения для предпосевной обработки семян

Рисунок 3**. Критический период вредоносности сорных растений в агроценозе озимой пшеницы, сорт Ахмат в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики (2026)**
Figure 3**. Critical period of weed harmfulness in a winter wheat agrocenosis (cultivar 'Graf') in the forest-steppe zone of the Chechen Republic (2026)**

На вариантах опыта, где для предпосевной обработки семян использовался Триходермин-Про, посев чистый от сорняков — 6,38 т/га. На посеве, засоренном в течение 10-50 дней — 6,00-3,92 т/га, потери урожая составили 0,38-2,46 т/га или 5,90-32,75%.

Результаты графического определения критического периода вредоносности сорняков в агроценозе среднеспелых сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики показаны на рисунках 2-3.

Как видно из рисунка 2, критический период вредоносности сорных растений в агроценозе озимой пшеницы, сорт Ахмат составил 34 дня. Использование биоудобрения Триходермин-Про позволило сократить продолжительность критического периода вредоносности сорнополевого компонента до 30 дней. Таким образом, применение биоудобрения позволило сократить продолжительность периода, когда посев должен быть чистым от сорной растительности, чтобы избежать значительных потерь урожая.

Критический период вредоносности сорных растений в агроценозе озимой пшеницы, сорт Граф составил 27 дней. На фоне предпосевной обработки семян произошло сокращение продолжительности критического периода вредоносности до 20 дней.

Область применения результатов. Целесообразно полученные результаты применять в совершенствовании технологии возделывания озимой пшеницы, внедрения биоудобрений отечественного производства в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Вывод. В ходе проведенного исследования можно установить положительное влияние на повышение конкурентоспособности предпосевной обработки семян озимой пшеницы раствором биоудобрения на основе микробиомов почвы. Выявлена тенденция сокращения продолжительности критического периода вредоносности сорной растительности в агроценозе среднеспелых сортов озимой пшеницы Ахмат и Граф.

В частности, на фоне предпосевной обработки семян озимой пшеницы раствором биоудобрения на основе микробиомов почвы повышается конкурентоспособность растений, что выражается в снижении биомассы сорнополевого компонента.

На фоне предпосевной обработки семян озимой пшеницы раствором биоудобрения Триходерм-Про критический период вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе озимой пшеницы, сорт Ахмат составил 30 дней, сорта Граф 20 дней соответственно.

Исходя из вышеизложенного, целесообразность применения биоудобрения на основе микробиома почвы Триходермин-Про для предпосевной обработки семян среднеспелой озимой пшеницы сортов Ахмат и Граф не вызывает сомнений.

Список источников

1. Блинохватов А.А. Исследование засоренности сорняками посевов озимой пшеницы при севообороте / А.А. Блинохватов, П.И. Пияйко // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9, № 2. С. 31-35.
2. Василье, К.С. Микробиом почвы и его роль в сельском хозяйстве // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов — регионам, Вологда, Молочное, 2024. С. 9-12.
3. Власова, Л.М. Защита озимой пшеницы от сорняков в Центральном Черноземье / Л.М. Власова, М.Н. Удовидченко // Фитосанитария. Карантин растений. 2024. № S4-3(20). С. 16.
4. Вихорева Г.В. Влияние агроприемов на урожайность озимой пшеницы в Верхневолжье / Г.В. Вихорева, С.В. Шишкина // Владимирский земледелец. 2024. № 1(107). С. 10-14.
5. Иванченко Т.В. Борьба с сорняками в посевах озимой пшеницы // Фермер. Поволжье. 2019. № 3(80). С. 50-53.
6. Лавринова В.А. Сорная растительность в посевах озимой пшеницы северо-восточной части ЦЧР / В.А. Лавринова, И.М. Евсеева // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4(52). С. 64-69.
7. Магомадов А.С. Засоренность как индикатор фитосанитарного благополучия посевов озимой пшеницы / А.С. Магомадов, З.П. Оказова, Ю.А. Безгина // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 2(404). С. 256-260.
8. Оказова З.П. Вредоносность сорнополевого компонента посева озимой пшеницы // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65, № 5.
9. Оказова З.П. Вредоносность сорных растений в посевах озимого ячменя как показатель уровня культуры земледелия / З.П. Оказова, И.М. Ханиева, Н.Л. Адаев // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 3(393). С. 297-300.
10. Передериева В.М. Влияние многолетнего использования различных способов основной обработки почвы под озимую пшеницу на сорный компонент агрофитоценоза / В.М. Передериева, О.И. Власова, Г.Р. Дорожко // Земледелие. 2023. № 6. С. 29-33.
11. Пигорев И.Я. Влияние макро и микроудобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы / И.Я. Пигорев, В.А. Кудинов, Г.А. Бирюков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 8. С. 80-89.
12. Ризаев Ш.Х. Сорные растения зерновых полей и меры борьбы с ними // Актуальные проблемы современной науки. 2017. № 2(93). С. 149-152.
13. Шалыгина А.А. Вредоносность сорных растений на посевах озимой пшеницы в лесостепной зоне РСО-Алания // Научная жизнь. 2025. Т. 20, № 2(140). С. 384-389.
14. Titova L.A. About efficiency of herbicides in winter wheat agrocenosis in the conditions of the forest-steppe zone of the Chechen Republic / L.A. Titova, N.L. Adaev, S.A. Magomadov // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2025. No. 210. P. 627-636.

References

1. Blinokhvatov, A.A., Piyaiko P.I. (2022). *Issledovanie zasorennosti sornyakami posevov ozimoi pshenitsy pri sevooborote* [Study of weed infestation in winter wheat crops under crop rotation]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya,* vol. 9, no. 2, pp. 31-35.
2. Vasil'ev, K.S. (2024). *Mikrobiom pochvy i ego rol' v sel'skom khozyaistve* [Soil microbiome and its role in agriculture Soil microbiome and its role in agriculture]. *Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov — regionam*, Vologda, Molochnoe, pp. 9-12.
3. Vlasova, L.M., Udovidchenko, M.N. (2024). *Zashchita ozimoi pshenitsy ot sornyakov v Tsentral'nom Chernozem'e* [Weed control in winter wheat in the Central Black Earth Region]. *Fitosanitariya. Karantin rastenii*, no. S4-3(20), pp. 16.
4. Vikhoreva, G.V., Shishkina, S.V. (2024). *Vliyanie agropriemov na urozhainost' ozimoi pshenitsy v Verkhnevolzh'e* [Effect of Agricultural Practices on Winter Wheat Yield in the Upper Volga Region]. *Vladimirskii zemledelets*, no. 1(107), pp. 10-14.
5. Ivanchenko, T.V. (2019). B*or'ba s sornyakami v posevakh ozimoi pshenitsy* [Weed control in winter wheat crops]. *Fermer. Povolzh'e*,no. 3(80), pp. 50-53.
6. Lavrinova, V.A., Evseeva, I.M. (2017). *Sornaya rastitel'nost' v posevakh ozimoi pshenitsy severo-vostochnoi chasti TSCHR* [Weed vegetation in winter wheat crops of the northeastern part of the Central Black Earth Region]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, no. 4(52), pp. 64-69.
7. Magomadov, A.S., Okazova, Z.P., Bezgina, Yu. A. (2025). *Zasorennost' kak indikator fitosanitarnogo blagopoluchiya posevov ozimoi pshenitsy* [Weed infestation as an indicator of the phytosanitary status of winter wheat crops]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal,* no. 2(404), pp. 256-260.
8. Okazova, Z.P. (2022). *Vredonosnost' sornopolevogo komponenta poseva ozimoi pshenitsy* [Harmfulness of the weed component in winter wheat crops]. *International Agricultural Journal.*, vol. 65, , no. 5.
9. Okazova Z.P., Khanieva, I.M., Adaev, N.L. (2023). *Vredonosnost' sornykh rastenii v posevakh ozimogo yachmenya kak pokazatel' urovnya kul'tury zemledeliya* [The harmfulness of weeds in winter barley crops as an indicator of the level of farming culture]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal,* no. 3(393), pp. 297-300.
10. Perederieva, V.M., Vlasova, O.I., Dorozhko, G.R. (2023). Vliyanie mnogoletnego ispol'zovaniya razlichnykh sposobov osnovnoi obrabotki pochvy pod ozimuyu pshenitsu na sornyi komponent agrofitotsenoza [Effect of long-term use of various primary tillage methods for winter wheat on the weed component of the agrophytocenosis]. *Zemledelie,* no. 6, pp. 29-33.
11. Pigorev, I.Ya., Kudinov, V.A., Biryukov, G.A. (2021). *Vliyanie makro i mikroudobrenii na fitosanitarnoe sostoyanie posevov ozimoi pshenitsy* [Effect of macro- and micro-fertilizers on the phytosanitary status of winter wheat crops]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii,* no. 8, pp. 80-89.
12. Rizaev, Sh.Kh. (2017). *Sornye rasteniya zernovykh polei i mery bor'by s nimi* [Weeds of cereal fields and control measures]. *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki,* no. 2(93), pp. 149-152.
13. Shalygina, A.A. (2025). *Vredonosnost' sornykh rastenii na posevakh ozimoi pshenitsy v lesostepnoi zone RSO-Alaniya* [Harmfulness of weeds in winter wheat crops in the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia-Alania]. *Nauchnaya zhizn'*, vol. 20, no. 2(140), pp. 384-389.
14. Titova, L.A., Adaev, N.L., Magomadov, S.A. (2025). About efficiency of herbicides in winter wheat agrocenosis in the conditions of the forest-steppe zone of the Chechen Republic [About the effectiveness of herbicides in winter wheat agrocenosis in the conditions of the forest-steppe zone of the Chechen Republic]. Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, no. 210, pp. 627-636.

Информация об авторах:

Магомадов Анди Султанович, доктор сельскохозяйственных наук, директор Агротехнологического института ЧГУ им. А.А. Кадырова, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-3614-0673, magomadov-andi@mail.ru

Оказова Зарина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агротехнологий, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Чеченский государственный педагогический университет, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4405-7725, okazarina73@mail.ru

Титова Лариса Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Агротехнологического института Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Донской государственный аграрный университет, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2180-6017, larisa-titova-1976@mail.ru

Information about the authors:

Andi Sul. Magomadov, doctor of agricultural sciences, director of the agrotechnological institute of ChSU 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 agricultural technologies, Chechen state university named after A.A. Kadyrov, Chechen State Pedagogical University, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4405-7725, okazarina73@mail.ru

Larisa A. Titova, candidate of agricultural sciences, agrotechnological institute of ChSU named after. A.A. Kadyrova, Don state agrarian university, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2180-6017, larisa-titova-1976@mail.ru

✉ **magomadov-andi@mail.ru**

Научная статья
УДК 631.4
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_969

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

И.В. Киселева, Л.Н. Пуртова

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. Исследования проведены на агротемногумусовых подбелах в микроделяночном опыте Схема опыта включала 8 вариантов с посевами однолетних и многолетних трав и их травосмесей с бобовыми культурами. Для оценки численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов использовали метод посева на питательные среды, рассчитывали индексы минерализации, олиготрофности и микробиологической трансформации растительных остатков. Установлено, что состав травосмеси является одним из определяющих факторов перестройки микробного сообщества. Наиболее выраженные изменения зафиксированы в однолетних бобово-злаковых посевах: достоверное снижение численности аммонификаторов, амилолитиков и олигонитрофилов (на 19–45%) при росте олигокарбофилов (на 40–60%) и индекса олиготрофности (в 1,8–2,5 раза), что свидетельствует о замедлении деструкции органического вещества и переходе микробоценоза в устойчивое состояние. Установлено, что вариантам овёс+горох и тимофеевка+клевер+люцерна свойственен сбалансированный тип перестройки микробоценоза (рост индекса олиготрофности, сочетающийся с умеренным подавлением, либо ростом амилолитиков). Консервационный тип перестройки характерен для варианта овёс+вика (менее выраженная олиготрофизация, но более сильное подавление деструкторов). Специфический тип отмечен в варианте тимофеевка+клевер (снижение амилолитиков, минимальный рост индекса олиготрофности). В посевах овса установлены изменения в микрофлоре почв, сопоставимые с бобово-злаковыми травосмесями. В посевах тимофеевки и травосмеси тимофеевка+люцерна установлены недостоверные изменения в численности исследуемых групп микроорганизмов. Для всех исследуемых вариантов опыта коэффициент минерализации и индекс трансформации растительных остатков оказались наименее информативными. Полученные результаты согласуются с выводами о высокой эффективности применения травосмесей овёс+вика, тимофеевка+клевер и тимофеевка+клевер+люцерна для плодородия почв и раскрывают микробиологические подходы к улучшению гумусного состояния агрогенных почв при фитомелиорации.

Ключевые слова: фитомелиорация, микробиологическая активность, бобово-злаковые травосмеси, эколого-трофические индексы, индекс олиготрофности, сезонная динамика микрофлоры

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

Original article

THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF LEGUME–CEREAL GRASS MIXTURES ON THE MICROBIOLOGICAL ACTIVITY AND ECOLOGICAL–TROPHIC INDICES OF AGROGENIC SOILS OF PRIMORYE

I.V. Kiseleva, L.N. Purtova

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,
Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Abstract. The studies were conducted on agro-dark-humus podbels in a microplot experiment. The experimental design included 8 variants with sowings of annual and perennial grasses and their grass mixtures with legume crops. To assess the abundance of the main ecological-trophic groups of microorganisms, the plating method on nutrient media was used; the indices of mineralization, oligotrophy, and microbiological transformation of plant residues were calculated. It was established that the composition of the grass mixture is one of the determining factors in the restructuring of the microbial community. The most pronounced changes were recorded in annual legume-cereal sowings: a significant decrease in the abundance of ammonifiers, amylolytics, and oligonitrophiles (by 19–45%) with an increase in oligocarbophiles (by 40–60%) and the oligotrophy index (by 1.8–2.5 times), which indicates a slowdown in the decomposition of organic matter and a transition of the microbiocenosis to a stable state. It was established that the variants oat+pea and timothy+clover+alfalfa are characterized by a balanced type of microbiocenosis restructuring (an increase in the oligotrophy index combined with moderate suppression or an increase in amylolytics). The conservation type of restructuring is characteristic of the variant oat+vetch (less pronounced oligotrophization, but stronger suppression of decomposers). A specific type was noted in the variant timothy+clover (a decrease in amylolytics, minimal increase in the oligotrophy index). In oat sowings, changes in the soil microflora comparable to those in legume-cereal grass mixtures were found. In sowings of timothy and the grass mixture timothy+alfalfa, insignificant changes in the abundance of the studied groups of microorganisms were found. For all studied experimental variants, the mineralization coefficient and the index of transformation of plant residues proved to be the least informative. The obtained results are consistent with conclusions about the high effectiveness of using grass mixtures of oat+vetch, timothy+clover, and timothy+clover+alfalfa for soil fertility and reveal microbiological approaches to improving the humus state of agrogenic soils during phytomelioration.

Keywords: phytomelioration, soil microbiological activity, legume-grass mixtures, ecological-trophic indices, oligotrophy index, seasonal dynamics

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 124012400285-7).

Введение. Внедрение интенсивных агротехнологий в сельском хозяйстве в последние десятилетия сопровождается деградацией почвенного покрова. Наиболее характерными проявлениями этого процесса выступают дегумификация, ухудшение структурно-агрегатного состава и снижение биологической активности почв. Ситуация усугубляется в муссонных регионах, где переувлажнение в летний период сменяется иссушением, создавая экстремальные гидротермические условия для почвенной биоты В связи с этим разработка безопасных и эффективных способов восстановления плодородия почв остаётся приоритетной задачей сельскохозяйственной науки.

© Киселева И.В., Пуртова Л.Н., 2026

Фитомелиорация рассматривается как один из наиболее перспективных подходов к улучшению свойств почв без применения дорогостоящих химических средств. Метод основан на использовании растений, корневые системы которых активно воздействуют на физико-химические и биологические параметры почвенного профиля. В работах многих авторов показано, что возделывание многолетних и однолетних бобово-злаковых смесей способствует обогащению почвы органическим веществом, повышению содержания подвижных форм элементов питания и активизации деятельности почвенной микрофлоры [1–3]. Включение бобовых компонентов в травосмеси обеспечивает дополнительное поступление биологического азота за счёт симбиотической фиксации, что создаёт благоприятные условия для трансформации углерод- и азотсодержащих соединений [4-6].

Почвенное микробное сообщество является наиболее динамичным компонентом агроэкосистем и служит ранним индикатором изменений, происходящих под влиянием агроприёмов. Соотношение различных эколого-трофических групп микроорганизмов, их численность и активность отражают направленность процессов деструкции и синтеза органического вещества [7]. Особое значение при этом приобретают интегральные индексы, которые позволяют оценить не только количественные, но и качественные изменения в структуре микробоценоза. Вместе с тем анализ сезонной динамики перечисленных показателей в условиях длительного фитомелиоративного опыта в Приморском крае до настоящего времени не проводился.

Ранее было показано [8], что использование фитомелиорантов на агротемногумусовых подбелах Приморья сопровождается ростом содержания гумуса, увеличением каталазной активности и обогащённости почв этим ферментом. Однако в указанной работе не рассматривались детальные изменения в структуре микробного сообщества, не оценивалась сезонная динамика численности отдельных эколого-трофических групп и не рассчитывались интегральные индексы, отражающие направленность микробиологических процессов.

Таким образом, *цель работы* — оценка влияния посевов однолетних и многолетних трав и их травосмесей с бобовыми культурами на микрофлору, биологическую активность и эколого-трофические индексы в пахотном горизонте агротемногумусовых подбелов Приморья.

В задачи исследований входило:

1. Изучение микробиологической активности в пахотном горизонте исследуемых почв с посевами фитомелиорантов в течение двух вегетационных периодов со сходными гидротермическими условиями формирования (избыточное увлажнение).
2. Выявление различий в составе почвенной микрофлоры и значениях эколого-трофических индексов между почвами контрольных вариантов однолетних и многолетних трав (овёс, тимофеевка) и травосмесей с бобовыми культурами, а также между почвами под однолетними и многолетними травами.

Объекты и методы. Исследования проведены в условиях микроделяночного опыта ФНЦ Агробиотехнологий ДВ им. А.К. Чайки (Уссурийский район, Приморский край). Опыты закладывали на делянках площадью 3 м^2, в 4-кратной повторности. Схема эксперимента включала восемь вариантов — варианты с однолетними культурами: 1. Овёс (Контроль), 2. Овёс+вика, 3. Овёс+горох, 4. Овёс+бобы; варианты с многолетними культурами: 5. Тимофеевка (Контроль), 6. Тимофеевка+клевер, 7. Тимофеевка+люцерна, 8. Тимофеевка+клевер+люцерна. В опытах были использованы следующие сорта культур: овёс (*Avena sativa* L.*)* сорт Покров 2, вика яровая (*Vicia sativa* L.) Луговская 85, горох посевной (*Lathyrus oleraceus* L.) Кумир, кормовые бобы (*Vicia gaba* L.) сибирские кормовые, тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) Приморская местная, клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) Комондор, люцерна изменчивая (*Medicago sativa* L.) сорт Находка. Отбор почвенных образцов с исследуемых участков проводился в июле каждого года полевого опыта из пахотного горизонта агротемногумусовых подбелов.

Погодные условия вегетационного периода 2023 года характеризовались обильными осадками, что привело к значительному переувлажнению почв. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 2,9. В июне, июле и августе выпало 263, 131 и 369%. от нормы осадков, сентябрь и октябрь характеризовались сухой погодой, выпало 10-12% осадков от нормы. Осадки в течение 2024 г. распределялись неравномерно. ГТК составил 1,9. В июне осадков выпало ниже нормы (70%). Июль и август характеризовались обильными осадками 141, 152% от нормы, соответственно. В октябре выпало 124% от нормы. Температурный режим на протяжении практически всего вегетационного периода как 2023, так и 2024 г. превышал среднемноголетние значения.

Для оценки численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов, применяли метод посева почвенной суспензии на питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА) — для учёта микроорганизмов, потребляющих органический азот (аммонификаторы); крахмало-аммиачный агар (КАА) — для микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота (амилолитики) и актиномицетов; среду Эшби — для олигонитрофилов; голодный агар (ГА) — для олигокарбофилов. Результаты представлены в млн КОЕ/г образца.

Потенциальную минерализационную активность органического вещества почвы характеризовали через индексы: минерализации (КАА/МПА), олиготрофности (ГА/МПА) и микробиологической трансформации растительных остатков ((МПА+КАА) × МПА/КАА). Статистическую обработку данных выполняли с использованием непараметрического U-критерия Манна — Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Согласно данным, полученным в предыдущих исследованиях [8], пахотный горизонт исследованных почв до начала посева фитомелиорантов характеризовался слабокислой (pH_{H2O} 5,90 ед.) и кислой (pH_{KCl} 4,75 ед.) реакцией среды почвенного раствора. За два года проведения фитомелиоративного опыта кислотность почвенного раствора оставалась стабильной: слабокислой по pH водной вытяжки (5,81–5,97) и кислой по pH солевой (4,75–4,97). Вместе с тем отмечено, что под многолетними травами почва менее кислая, чем под однолетними.

Содержание гумуса в почвах до посева трав находилось в диапазоне ниже среднего (4,01%). Анализ содержания гумуса в пахотном горизонте почв большинства вариантов с однолетними культурами и их смесями с бобовыми травами (варианты 1,3,4) показал, что в первый год посева показатель снижался (3,65-3,85%), а на второй год фитомелиоративного опыта наблюдалось его постепенное восстановление до значений 3,95-4,28%. Противоположная динамика накопления гумуса зафиксирована в почвах варианта 2 (овес+вика): увеличение до 5,07% в 2023 г. и снижение до 4,69% в 2024 г. Однако, несмотря на уменьшение содержания, за второй год фитомелиоративного опыта, запас гумуса в этих почвах вырос с низкого до среднего уровня, что обусловлено увеличением плотности сложения почвы к 2024 г.

В почвах с многолетними травами и их смесями с бобовыми отмечены более высокие значения содержания и запасов гумуса (94,13–4,56% и 91,2-113,0 т/га) в первый год опыта. Вероятно, это связано с большим поступлением органического вещества с корневыми остатками многолетних трав. В почвах вариантов 5 (тимофеевка), 6 (тимофеевка+клевер) и 8 (тимофеевка+клевер+люцерна) содержание гумуса увеличивалось ко второму году фитомелиоративного опыта. Максимальное содержание гумуса выявлено в почве варианта 8 (5,07%). В почве варианта 7 в первый год опыта содержание гумуса возросло, но на второй год снизилось, что во многом связано с вымерзанием люцерны зимой и ослаблением биологической активности почв, о чем свидетельствовало снижение продуцирования CO_2 [8]. Запасы гумуса в слое 0–20 см в почвах большинства вариантов с многолетними травами и их смесями с бобовыми за двухлетний период опыта возрастали и соответствовали среднему уровню.

В ходе двухлетнего исследования были так же установлены существенные изменения микробиологической активности агротемногумусовых подбелов под влиянием возделывания различных типов бобово-злаковых травосмесей. Выявлена дифференциация между злаковыми посевами, бобово-злаковыми смесями, а также между однолетними и многолетними культурами.

В летний период с 2023 по 2024 гг. численность аммонификаторов в пахотном горизонте агротемногумусовых подбелов на вариантах опыта с посевами однолетних трав достоверно снизилась в среднем на 28% с 6,1 до 4,4 млн. КОЕ/г (табл. 1). Наиболее выраженное снижение отмечено в почвах варианта овёс+горох (–45%) и овёс+ бобы (–34%), тогда как на варианте овёс+вика снижение численности аммонификаторов было менее значительным (–19%). В почвах контрольного варианта (овес) количество аммонификаторов было стабильным (+4%). В посевах многолетних трав (варианты 5-8) установлены статистически незначимые (–6%) изменения численности аммонификаторов в пахотном горизонте.

Летом 2024 г. отмечено достоверное снижение численности амилолитиков в пахотном горизонте исследуемых вариантов почв с посевами однолетних трав и их травосмесей с бобовыми культурами (варианты 1- 4) на 27% с 16,1 до 11,8 млн. КОЕ/г. При этом наиболее значимое снижение наблюдалось в пахотном

Таблица 1. **Численность основных групп микроорганизмов (млн кое/г) под посевами фитомелиорантов в летний период 2023 и 2024 гг.**
Table 1. **Abundance of major microbial groups (million CFU/g) in the summer periods of 2023 and 2024**

Вариант	Год	Аммонификаторы	Амилолитики	Олигонитрофилы	Олигокарбофилы
Однолетние					
1.Овес	2023	4,23 ± 0,21	17,63 ± 1,94	12,90 ± 0,79	10,40 ± 1,19
	2024	4,40 ± 0,78	12,40 ± 0,98	9,15 ± 1,13	16,70 ± 1,06
2.Овёс + вика	2023	4,63 ± 0,62	15,70 ± 0,85	11,23 ± 0,56	10,68 ± 1,35
	2024	3,75 ± 0,33	10,83 ± 1,29	6,83 ± 0,43	17,13 ± 1,02
3.Овёс + горох	2023	7,28 ± 0,99	16,13 ± 0,36	13,15 ± 1,10	12,18 ± 0,48
	2024	4,00 ± 0,79	12,05 ± 0,43	9,23 ± 0,67	17,00 ± 0,86
4.Овёс + бобы	2023	8,33 ± 0,98	14,88 ± 0,99	13,58 ± 1,36	10,33 ± 2,43
	2024	5,48 ± 0,63	11,75 ± 0,57	11,15 ± 0,66	16,05 ± 2,01
Среднее по однолетним	2023	6,12 ± 0,85	16,09 ± 0,68	12,72 ± 0,59	10,92 ± 0,68
	2024	4,41 ± 0,38	11,76 ± 0,33	9,09 ± 0,94	16,78 ± 0,58
Многолетние					
5.Тимофеевка	2023	7,65 ± 1,05	9,75 ± 1,85	4,35 ± 0,35	9,15 ± 1,15
	2024	4,95 ± 1,46	12,20 ± 1,61	10,40 ± 2,44	18,08 ± 1,16
6.Тимофеевка + клевер	2023	5,03 ± 1,39	15,55 ± 0,43	10,25 ± 3,11	9,08 ± 0,30
	2024	5,40 ± 0,38	11,58 ± 0,49	10,08 ± 0,57	13,60 ± 1,39
7.Тимофеевка + люцерна	2023	5,40 ± 0,65	10,60 ± 1,10	12,32 ± 0,39	8,37 ± 0,80
	2024	7,83 ± 1,56	18,83 ± 2,84	19,07 ± 5,23	18,57 ± 2,37
8.Тимю + люц. + клевер	2023	6,95 ± 0,46	16,73 ± 1,84	15,63 ± 1,33	10,10 ± 0,97
	2024	5,35 ± 0,59	23,23 ± 2,79	16,08 ± 0,96	17,45 ± 1,31
Среднее по многолетним	2023	6,26 ± 0,60	13,16 ± 1,64	10,64 ± 2,35	9,16 ± 0,53
	2024	5,88 ± 0,61	16,46 ± 2,60	13,91 ± 2,18	17,68 ± 1,25

Примечание: n = 4, $X \pm S_x$

слое почв с посевом овса (–30%) и в травосмеси овёс+вика (–31%). В посевах многолетних трав (5-8) общая динамика была разнонаправленной и в среднем статистически незначимой (+25%). Достоверное снижение численности амилолитиков в пахотном горизонте отмечено только на варианте тимофеевка+клевер (–26%), тогда как рост численности в почвах вариантов с люцерной (7,8) не достиг статистической значимости из-за высокой вариабельности данных. В целом, летом 2024 года численность амилолитиков в почвах с посевами с однолетних травами достоверно превосходила их количество на вариантах с посевами многолетних, что свидетельствовало о большем поступлении растительных остатков в почву и активном развитии деструкционных процессов.

Численность олигонитрофилов в почвах с посевами однолетних трав (1-4) достоверно снизилась на 28%. Наиболее выраженное снижение отмечено на вариантах 1-3 (–29–39%). В почвах с посевами многолетних трав, напротив, отмечен рост олигонитрофилов (+31%), который наиболее выражен на варианте 5 (тимофеевка) (+139%) и 6 (тимофеевка+люцерна) (+55%).

Наиболее контрастные изменения отмечены для олигокарбофилов — единственной группы, численность которой достоверно выросла во всех вариантах. В среднем прирост к лету 2024 г. составил в пахотном горизонте однолетних 53%, многолетних — 87%. Наибольший прирост среди однолетних отмечен в почвах вариантов 1 и 2 (60-61%), среди многолетних трав на вариантах 5 и 7 (+98-122%) Все указанные изменения статистически достоверны.

Индекс олиготрофности в почвах с посевами однолетних травах достоверно вырос в среднем на 98% (табл. 2). Наиболее выраженный рост отмечен на вариантах 3, 4 (+152% и 113%). На контроле (посев овса) увеличение индекса составило до 71%. В почвах с посевами многолетних трав (5-8) в пахотном горизонте отмечен достоверный рост индекса олиготрофности на 102%, который достигал наибольшей величины (+278%) и (+136%) на вариантах 5 и 8. Это может свидетельствовать о формировании более устойчивого микробного сообщества в пахотном горизонте агротемногумусовых подбелов с посевами многолетних трав.

Коэффициент минерализации (КАА/МПА) не показал статистически значимых изменений.

В летний период индекс микробиологической трансформации растительных остатков на вариантах опыта с посевом однолетних трав (1-4) достоверно снизился в среднем на 62%, наибольшее снижение зафиксировано на вариантах с посевом овса (–86%) и травосмеси овёс+горох (–68%). В посевах многолетних трав изменения были разнонаправленными: отмечен рост в почвах вариантов 7 (+45%) и 8 (+28%), тогда как на вариантах 5,6 в пахотном горизонте наблюдалось снижение индекса микробиологической трансформации на 58% и 12% соответственно. Однако, судя по значениям U-критерия Манна–Уитни, эти изменения не достигли статистической значимости.

Корреляционный анализ (2024 г.) выявил положительную связь численности аммонификаторов (+0,50) и олигонитрофилов (+0,47) с кислотностью почв (pH). Однако связь не достигла статистической значимости и, вероятно, обусловлена не прямым влиянием кислотности, а типом агроценоза (многолетние и однолетние травы).

В объединённой выборке (2023–2024 гг.) выявлена корреляционная связь гумуса с олигокарбофилами (+0,31) и индексом олиготрофности (–0,29). Связь с аммонификаторами, амилолитиками и олигонитрофилами была неустойчивой. Это может свидетельствовать о том, что олигокарбофилы и индекс олиготрофности в большей степени отражают функциональную взаимосвязь с гумусовым состоянием почв.

Полученные результаты позволяют утверждать, что состав травосмеси является одним из основных факторов, определяющих направленность перестройки микробного сообщества.

Обусловлено это тем, что при сходных гидротермических условиях (избыточное увлажнение в июле 2023 и 2024 гг.) на вариантах опыта с посевом разных типов травосмесей происходили различные изменения в составе микрофлоры. В почвах с посевом однолетних трав отмечено достоверное снижение численности аммонификаторов, амилолитиков и олигонитрофилов, тогда как на исследуемых вариантах с многолетними травами эти группы либо оставались стабильными, либо демонстрировали недостоверные различия по годам опыта. Это указывает на то, что многолетние травы формируют более устойчивую ризосферную среду, способную поддерживать микробное сообщество в условиях повторяющегося избыточного увлажнения.

Отмеченный рост численности олигокарбофилов согласуется с представлениями о том, что длительное возделывание фитомелиорантов способствует постепенной трансформации микробного сообщества в сторону увеличения доли микроорганизмов, использующих труднодоступные формы углерода [9]. Индекс олиготрофности достоверно вырос на всех вариантах опыта с посевом однолетних культур (1-4) и варианте 8 с многолетними травами. Это свидетельствует о переходе микробоценоза в более устойчивое состояние. При этом индекс микробиологической трансформации растительных остатков, наряду с коэффициентом минерализации, оказался наименее информативным показателем: достоверные изменения зафиксированы только на вариантах опыта с посевом однолетних трав, тогда как на вариантах с посевом многолетних культур получены статистически незначимые различия по коэффициенту минерализации.

Таблица 2. **Эколого-трофические индексы и коэффициенты трансформации органического вещества**
Table 2. **Ecological-trophic indices and organic matter transformation coefficients**

Варианты опыта	Год	Коэффициент минерализации (КАА/МПА)	Индекс олиготрофности (ГА/МПА)	Индекс микробиологической трансформации растительных остатков (МПА+КАА)×МПА/КАА
Однолетние травы				
1.Овес	2023	4,16 ± 0,40	2,44 ± 0,24	92,2 ± 12,6
	2024	3,25 ± 0,74	4,17 ± 0,68	61,0 ± 9,9
	%	–21,9	+70,9	–33,8
2.Овес + вика	2023	3,62 ± 0,62	2,63 ± 0,38	73,5 ± 13,2
	2024	2,86 ± 0,15	4,71 ± 0,52	50,2 ± 6,8
	%	–21,0	+79,1	–31,7
3.Овес + горох	2023	2,35 ± 0,34	1,82 ± 0,31	89,6 ± 17,3
	2024	3,36 ± 0,68	4,58 ± 0,59	49,8 ± 5,5
	%	+43,0	+151,6	–44,4
4.Овес + бобы	2023	1,90 ± 0,39	1,38 ± 0,38	115,9 ± 24,0
	2024	2,25 ± 0,30	2,94 ± 0,72	73,0 ± 9,4
	%	+18,4	+113,0	–37,0
Среднее по однолетним	2023	3,01 ± 0,43	2,07 ± 0,26	92,8 ± 10,1
	2024	2,93 ± 0,27	4,10 ± 0,44	58,5 ± 5,3
	%	**–2,7**	**+98,1**	**–37,0**
Многолетние травы				
5. Тимофеевка	2023	1,27 ± 0,07	1,20 ± 0,04	75,9 ± 8,5
	2024	2,89 ± 0,55	4,53 ± 0,84	26,2 ± 6,6
	%	+127,6	+277,5	–65,5
6. Тимофеевка + клевер	2023	3,85 ± 0,82	2,31 ± 0,51	17,8 ± 3,2
	2024	2,31 ± 0,31	2,62 ± 0,27	38,4 ± 6,9
	%	–40,0	+13,4	+115,7
7. Тимофеевка + люцерна	2023	2,02 ± 0,23	1,60 ± 0,20	58,8 ± 11,3
	2024	2,59 ± 0,44	2,68 ± 0,70	34,1 ± 6,6
	%	+28,2	+67,5	–42,0
8. Тимофеевка + клевер + люцерна	2023	2,45 ± 0,33	1,46 ± 0,13	38,5 ± 8,5
	2024	4,40 ± 0,57	3,44 ± 0,49	15,9 ± 2,3
	%	+79,6	+135,6	–58,7
	2023	2,40 ± 0,51	1,64 ± 0,24	47,8 ± 12,7
	2024	3,05 ± 0,47	3,32 ± 0,42	28,7 ± 5,2
	%	**+27,1**	**+102,4**	**–39,9**

Примечание: n = 4, $X \pm S_x$

Таким образом, летом 2024 г. по сравнению с 2023 г. дифференциация между вариантами усилилась, сформировались устойчивые группы микроорганизмов с различным типом трансформации органического вещества на следующих исследуемых вариантах:

1. Варианты Овес+горох и овес+вика — однолетние бобово-злаковые смеси с высоким индексом олиготрофности. Овёс+горох обеспечивает максимальную олиготрофизацию при умеренном подавлении амилолитиков — сбалансированный тип, овёс+вика — менее выраженную олиготрофизацию, но более сильное подавление деструкторов — консервационный тип, направленный на накопление гумуса. Именно поэтому, согласно данным авторов [8], овёс+вика входит в число наиболее эффективных вариантов по увеличению содержания гумуса в почве.

2. Вариант тимофеевка+клевер является единственным вариантом с достоверным снижением численности амилолитиков, минимальным ростом индекса олиготрофности и снижением индекса микробиологической трансформации растительных остатков среди посевов многолетних трав. Это указывает на замедление углевод-разлагающей активности. Как установлено ранее [8], на этом варианте установлены позитивные изменения в содержании гумуса и каталазной активности в пахотном горизонте агротемногумусовых подбелов. Это позволило отнести его к наиболее эффективным вариантам, влияющим на увеличение содержания гумуса. Замедленный распад свежих растительных остатков предотвращает их быструю минерализацию до CO_2 и создаёт условия для полимеризации и закрепления углерода в составе стабильных гумусовых соединений. Таким образом, тимофеевка+клевер представляет собой специфический тип перестройки, при котором плодородие поддерживается не за счёт интенсивных процессов минерализации, а благодаря её замедлению и переключению углеродного потока в сторону гумификации.

3. На варианте опыта с посевом травосмеси тимофеевка+клевер+люцерна зафиксирован достоверный рост индекса олиготрофности, сочетающимся с ростом численности амилолитиков и олигокарбофилов. Это указывает на сбалансированную перестройку в микробоценозе при которой олиготрофизация не сопровождается угнетением минерализации свежего органического вещества, что отличает её от других многолетних вариантов и подтверждает высокую эффективность в повышении содержания гумуса по данным авторов [8].

4. В посевах овса зафиксирован достоверный рост олигокарбофилов и индекса олиготрофности при достоверном снижении численности амилолитиков и олигонитрофилов. Это указывает на активную олиготрофизацию, сопоставимую с посевами бобово-злаковых смесей, что свидетельствует о существенной перестройке микробного сообщества даже в монокультуре злака.

Варианты опыта 5 (тимофеевка) и 7 (тимофеевка + люцерна) с недостоверными изменениями состава и индексов функционирования микрофлоры. Данные варианты характеризуются выраженными, но статистически недостоверными изменениями численности микрофлоры.

Полученные данные согласуются с полученными ранее выводами авторов [8] о позитивном влиянии травосмесей овёс+вика, тимофеевка+клевер и тимофеевка+клевер+люцерна на плодородие агротемногумусовых отбеленных почв Приморья. Это позволяет утверждать, что микробиологическая перестройка является одними из ключевых механизмов, обеспечивающих улучшение гумусного состояния и повышение биологической активности почв при фитомелиорации.

Выводы.

1. В условиях фитомелиоративного опыта в пахотном горизонте агротемногумусовых подбелов Приморья состав микрофлоры и протекание микробиологических процессов во многом определяется составом возделываемых культур. Двухлетняя динамика численности эколого-трофических групп микроорганизмов свидетельствует о перестройке микробного сообщества, степень и характер которой существенно различаются между однолетними и многолетними культурами.

2. В почвах с посевом однолетних трав и их травосмесей с бобовыми культурами установлено снижение численности микроорганизмов деструкторов и возрастание олиготрофных форм, ассимилирующих трудноразлагаемые соединения, что сопровождалось увеличением индекса олиготрофности и переходом микробоценоза в более устойчивое состояние.

3. Среди посевов однолетних травосмесей выделены две стратегии сукцессии. В почвах варианта (овёс+горох) олиготрофизация достигает максимальных значений при сохранении умеренной деструкционной активности. В почвах варианта овёс+вика олиготрофный сдвиг в микрофлоре выражен слабее, однако сопровождается более глубоким подавлением углеводразлагающего звена, что создаёт предпосылки для консервации углерода в почве.

4. В посевах многолетней травосмеси с бобовыми культурами (тимофеевка+клевер+люцерна) рост индекса олиготрофности не сопровождается угнетением амилолитического пула, что позволяет рассматривать данный вариант как пример сбалансированного развития микробного сообщества, тогда как на варианте с посевом травосмеси тимофеевка+клевер перестройка проявляется в достоверном снижении углеводразлагающей активности при минимальных изменениях олиготрофного показателя.

5. В монокультуре овса зафиксирована активизация олиготрофных групп, сопоставимая с вариантами с посевами травосмесей с бобовыми культурами, что указывает на способность злакового компонента самостоятельно инициировать микробиологическую трансформацию в отсутствии бобовой культуры. Тогда как варианты с посевами тимофеевки и травосмеси тимофеевка+люцерна характеризуются статистически не подтверждёнными трендами изменения численности основных групп микроорганизмов, что не позволяет делать однозначных выводов о характере перестройки в этих вариантах.

6. Интегральные индексы, традиционно используемые для оценки трансформации органического вещества, показали разную диагностическую ценность для пахотного горизонта на исследуемых вариантах агротемногумусовых отбеленных почв с посевом однолетних и многолетних трав и их травосмесей с бобовыми культурами. Индекс олиготрофности зарекомендовал себя как высокочувствительный маркер сукцессионных изменений, тогда как коэффициент минерализации и индекс микробиологической трансформации растительных остатков оказались менее информативными в условиях проведённого эксперимента.

7. Выявленные микробиологические закономерности согласуются с ранее установленными агрохимическими эффектами фитомелиорации и объясняют механизмы устойчивого повышения плодородия почв под влиянием травосмесей овёс+вика, тимофеевка+клевер и тимофеевка+клевер+люцерна. В сбалансированных вариантах этот эффект связан с олиготрофизацией без критической потери минерализационного потенциала, в консервативном — с замедлением деструкции и накоплением углерода в почве.

Список источников

1. Кишев А.Ю., Битов Х.А., Бжеумыхов В.С. Действие сидератов на агрохимические свойства почвы в посевах озимой пшеницы, урожайность и качество зерна // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024; (3): 26-29. http://doi.org/10.31857/S2500208224030057.

2. Сафин Р.И., Низамов Р.М., Вафин И.Х. Влияние различных сидеральных паров на свойства серой лесной почвы // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024; (1): 38-43. http://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-38-43.

3. Сагалбеков У.М., Сагалбеков Е.У., Кусанова М.Е. Агрофизические показатели черноземов обыкновенных под многолетними травами (Северный Казахстан) // Почвоведение. 2013; (10): 1234-1238. http://elibrary.ru/qzxdgb.

4. Эседулаев С.Т. Многолетние травы и их смеси — важнейший фактор повышения плодородия почв и продуктивности пашни в Верхневолжье // Плодородие. 2022; (6): 59-63**.** http://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.16.

5. Бойко В.С., Воронкова Н.А., Тимохин А.Ю., Балабанова Н.Ф. Вклад многолетних кормовых культур в азотный баланс агроэкосистем Западной Сибири // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023; 24 (2): 249-256. http://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.249-256.

6. Srivastava A., Kaur A., Sharma S., Nautiyal A. Role of legumes in enhancing soil fertility: A sustainable approach to soil health and crop productivity // International Journal of Research in Agronomy. 2025; 8 (3): 286-294. http://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i3d.2647.

7. Чернов Т.И., Семенов М.В. Управление почвенными микробными сообществами: возможности и перспективы (обзор) // Почвоведение. 2021; (12): 1506-1522. http://doi.org/10.31857/S0032180X21120029.

8. Пуртова Л.Н., Тимофеева Я.О., Клочкова Н.Л., Емельянов А.Н. Влияние фитомелиорантов на содержание и запасы гумуса, показатели биологической активности агротемногумусовых подбелов Приморья // Агрохимия. 2025; (10): 3-11. https://doi.org/10.7868/S3034496425100011.

9. Кулагина В.И., Сунгатуллина Л.М., Шагидуллин Р.Р., Рязанов С.С., Хайруллина А.М., Гордеева К.А. Микробиологические и биохимические свойства почв при разных сроках применения системы органического земледелия // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2025; 11 (77) (2): 132–144. http://doi.org/10.29039/2413-1725-2025-11-2-132-144.

References

1. Kishev A.Yu., Bitov Kh.A., Bzheumykhov V.S. (2024). Effect of green manure on agrochemical properties of soil in winter wheat crops, yield and grain quality. Vestnik of the Russian agricultural science, (3): 26-29. http://doi.org/10.31857/S2500208224030057.

2. Safin R.I., Nizamov R.M., Vafin I.Kh. (2024). Influence of various green manure fallows on the properties of gray forest soil. Agrobiotechnology and digital farming, (1): 38-43. https://doi.org/10.12737/2782-490X-2024-38-43.

3. Sagalbekov U.M., Sagalbekov E.U., Kusanova M.E. (2013). Agrophysical indicators of ordinary chernozems under perennial grasses (Northern Kazakhstan). Pochvovedenie (10): 1234-1238. http://elibrary.ru/qzxdgb.

4. Esedulaev S.T. (2022). Perennial grasses and their mixtures — the most important factor in increasing soil fertility and arable land productivity in the Upper Volga region. Plodorodie, (6): 59-63. http://doi.org/10.25680/S19948603.2022.129.16.

5. Boiko V.S., Voronkova N.A., Timokhin A.Yu., Balabanova N.F. (2023). The contribution of perennial fodder crops to the nitrogen balance of agroecosystems in Western Siberia.Agricultural Science Euro-North-East, 24(2):249-256. http://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.249-256.

6. Srivastava A., Kaur A., Sharma S., Nautiyal A. (2025). Role of legumes in enhancing soil fertility: A sustainable approach to soil health and crop productivity. International Journal of Research in Agronomy, 8 (3): 286-294. http://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i3d.2647.

7. Chernov T.I., Semenov M.V. (2021). Management of Soil Microbial Communities: Opportunities and Prospects (a Review). Eurasian Soil Science, 54(12):1888-1902. http://doi.org/10.1134/S1064229321120024.

8. Purtova L.N., Timofeeva Ya.O., Klochkova N.L., Emelyanov A.N. (2025). Influence of phytomeliorants on the content and reserves of humus, biological activity parameters of the luvic albic stagnosol (loamic, aric) from the Primorye Agrokhimiya, (10): 3-11. http://doi.org/10.7868/s3034496425100011.

9. Kulagina V.I., Sungatullina L.M., Shagidullin R.R., Ryazanov S.S., Khairullina A.M., Gordeeva K.A. (2025). Microbiological and biochemical properties of soils at different periods of application of the organic farming system. Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry, 11 (77) (2): 132–144. http://doi.org/10.29039/2413-1725-2025-11-2-132-144.

Информация об авторах:

Кисилева Ирина Васильевна, кандидат биологических наук, старшийнаучный сотрудник лаборатории почвоведения и экологии почв, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2547-5905, Scopus ID: 57189888918, SPIN-код:7729-9962, kiseleva-iv@inbox.ru

Пуртова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории почвоведения и экологии почв, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7776-7419, Scopus ID:6507334470, purtova@biosoil.ru

Information about the authors:

Irina V. Kiseleva, candidate of biological sciences, senior researcher at the laboratory of soil science and soil ecology, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2547-5905, Scopus ID: 57189888918, SPIN-code:7729-9962, kiseleva-iv@inbox.ru

Lyudmila N. Purtova, doctor of biological sciences, leading researcher at the laboratory of soil science and soil ecology, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7776-7419, Scopus ID:6507334470, purtova@biosoil.ru

✉ **kiseleva-iv@inbox.ru**

Научная статья
УДК 633.791:631.53.037
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_974

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ ХМЕЛЯ (*HUMULUS LUPULUS* L.) В ПИТОМНИКОВОДСТВЕ

И.Ю. Иванова, Д.А. Дементьев

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты трёхлетних исследований (2024–2026 гг.), проведённых на базе Чувашского НИИСХ — филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (п. Опытный, Цивильский район, Чувашская Республика), по разработке методических основ технологии закладки маточных насаждений хмеля с использованием посадочного материала, полученного методом культуры клеток и тканей *in vitro*. Изучено влияние условий выращивания (закрытый и открытый грунт) и обработки стимуляторами роста на приживаемость, ростовые процессы и формирование качества саженцев хмеля сорта Флагман, а также их развитие на второй год в питомнике. Погодные условия в годы исследований существенно различались: вегетационный период 2024 года характеризовался засушливыми условиями в фазу активного роста (ГТК=0,6), 2025 год — резкими перепадами температур и заморозками, а 2026 год — контрастной погодой с жарой и ливнями в июне и засушливым июлем, что повысило фитосанитарные риски. Установлено, что выращивание в теплице увеличивает выход стандартных саженцев на 13,5-25,3% относительно открытого грунта. Применение стимулятора роста Альбит способствует увеличению выхода саженцев до 9,2% и рентабельности производства на 33,1%. На второй год выращивания саженцы, полученные из адаптированных *in vitro* растений, характеризовались мощным развитием корневой системы и надземной массы. Наибольшая экономическая эффективность достигнута в открытом грунте с применением Альбита (рентабельность 33,1%). Разработанные методические подходы позволяют оптимизировать технологию закладки маточных насаждений хмеля, обеспечивая высокое фитосанитарное качество оздоровленного *in vitro* материала.

Ключевые слова: питомниководство, in vitro, стимуляторы роста, Альбит, маточные насаждения, качество посадочного материала

Благодарности: работа выполнена в рамках междисциплинарного проекта Российского научного фонда (РНФ) «Генетические ресурсы дикорастущего и культивируемого хмеля (*Humulus lupulus* L.): скрининг, сохранение, использование в селекции» в рамках Соглашения РНФ от 16 мая 2023 года № 23-64-10040.

Original article

THE INFLUENCE OF THE METHOD OF OBTAINING PLANTING MATERIAL AND GROWING CONDITIONS ON THE SURVIVAL AND DEVELOPMENT OF HOP SEEDLINGS (HUMULUS LUPULUS L.) IN PEDICULTURE

I.Yu. Ivanova, D.A. Dementyev

Federal Agricultural Research Center of the North-East
named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russia

Abstract. The article presents the results of three years of research (2024-2026) conducted at the Chuvash Research Institute of Agriculture – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Agricultural Research Center for the North-East (settlements of Ochakovsky, Tsivilsky District, Chuvash Republic) – on the development of methodological foundations for the technology of establishing mother hop plantations using planting material obtained through cell and tissue culture in vitro. The influence of growing conditions (indoor and outdoor cultivation) and treatment with growth stimulants on the survival rate, growth processes, and quality development of Flagman variety hop seedlings, as well as their development in the second year in the nursery, was studied. The weather conditions during the research years differed significantly: The growing season of 2024 was characterized by dry conditions during the active growth phase (GTC = 0.6); 2025 was marked by sharp temperature fluctuations and frosts; and 2026 was characterized by contrasting weather, with heat and heavy rains in June and a dry July, which increased phytosanitary risks. It has been established that growing in a greenhouse increases the yield of standard seedlings by 13.5-25.2 % compared to open ground. The use of the growth stimulant Albit contributes to an increase in seedling yield of up to 9.2% and production profitability by 33.1%. In the second year of cultivation, seedlings obtained from plants adapted in vitro were characterized by vigorous development of the root system and above ground mass. The highest economic efficiency was achieved in open ground with the use of Albit (profitability of 33.1%). The developed methodological approaches make it possible to optimize the technology for establishing hop mother plantings, ensuring high phytosanitary quality of the in vitro rejuvenated material.

Keywords: nursery production, in vitro, growth regulators, Albit, mother plantations, planting material quality

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the interdisciplinary project of the Russian Science Foundation (RNF) "Genetic resources of wild and cultivated hops (Humulus lupulus L.): screening, conservation, use in breeding" within the framework of the RNF Agreement dated May 16, 2023 No. 23-64-10040

Введение. Хмель (*Humulus lupulus* L.) является важной технической культурой, шишки которой широко используются в пивоваренной, фармацевтической и парфюмерной промышленности. Уникальная генетическая коллекция хмеля, насчитывающая 244 сорта, сохраняется в Чувашском НИИСХ и является единственной в России [2].

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации уровень самообеспеченности по хмелю должен составлять не менее 60%, что определяет необходимость импортозамещения и развития отечественного хмелеводства. В настоящее время в Российской Федерации посадки хмеля в значительной степени выродились, поражены болезнями и вредителями. Селекционная работа по выведению новых сортов практически не ведётся, а в массовом производстве возделываются в основном сорта селекции прошлого века и остро стоит проблема производства качественного посадочного материала. [1].

Современное питомниководство предъявляет повышенные требования к качеству посадочного материала, поскольку именно физиологическое состояние саженцев определяет долговечность и продуктивность будущих насаждений [3]. Традиционные методы размножения (стеблевое черенкование) имеют низкий коэффициент размножения (1:4) и высокий

© Иванова И.Ю., Дементьев Д.А., 2026

риск передачи болезней от маточных растений [4]. Решение проблемы массового получения посадочного материала для закладки промышленных плантаций и маточных насаждений возможно с использованием биотехнологических методов. Перспективным направлением является использование методов культуры клеток и тканей при производстве саженцев [5, 6].

Как показывают исследования как в средиземноморских, так и в умеренных климатических зонах, успех закладки насаждений хмеля в значительной степени детерминирован качеством исходного посадочного материала и условиями его первичного выращивания [7-10]. Метод клонального микроразмножения *in vitro* позволяет получать оздоровленный посадочный материал, свободный от вирусов и вироидов, с высоким коэффициентом размножения. Однако успешное внедрение этого метода требует разработки эффективных агротехнических приёмов адаптации растений к полевым условиям и создания методических основ технологии закладки маточных насаждений. По данным ряда исследований до 40-60% потерь посадочного материала связано с нарушением адаптационных процессов к эколого-биологическим факторам окружающей среды [12-14].

Одним из перспективных направлений повышения устойчивости растений является применение препаратов, сочетающих защитные и физиологические регулирующие свойства для получения саженцев хмеля [15-17].

Цель исследования — разработка методических основ технологии закладки маточных насаждений хмеля с использованием посадочного материала, полученного методами культуры клеток и тканей, на основе сравнительного изучения условий выращивания на формирование качества саженцев хмеля и стимулирующих препаратов.

Научная новизна работы заключается в обосновании экономической эффективности различных технологических подходов и условий выращивания для закладки маточных насаждений с формированием стандартных саженцев хмеля.

Объекты и методы проведения исследований. Исследования проводились в 2024–2026 гг. в Чувашском НИИСХ — филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (п. Опытный, Цивильский район, Чувашская Республика).

Объект исследований — растения хмеля сорта Флагман, полученные методом клонального микроразмножения *in vitro* и прошедшие адаптацию в почвенном субстрате в лабораторных условиях, Сорт Флагман включён в Государственный реестр с 2007 года, характеризуется средней урожайностью 38 ц/га и содержанием альфа-кислот 6,5%.

Схема опыта по изучению условий выращивания и стимуляторов роста включала два фактора:

Фактор А (условия выращивания):

1. Теплица (контролируемые условия температуры и влажности)
2. Открытый грунт (естественные условия)

Фактор В (стимуляторы роста для замачивания перед посадкой):

1. Вода (контроль)
2. КорнеСил — 100 мл/10 л воды
3. Cultimar — 20 мл/10 л воды
4. Альбит — 40 мл/10 л воды

Повторность опытов трёхкратная, по 25 растений на каждой делянке. Схема посадки — 30×10 см. Посадка проводилась во второй декаде июня. В теплице влажность почвы поддерживалась регулярным поливом, температура регулировалась открыванием дверей и фрамуг. В открытом грунте растения развивались в естественных условиях.

Для оценки развития саженцев в питомнике определяли количество побегов, высоту растений, диаметр корневой шейки, развитие корневой системы по ГОСТ Р 55758-2013 Материал посадочный хмеля обыкновенного (черенки стеблевые и саженцы однолетние).

Статистическую обработку выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову. Статистическую значимость различий оценивали при уровне вероятности $p \leq 0,05$.

Обсуждение результатов исследования. Погодные условия в годы исследований существенно различались. Вегетационный период 2024 года характеризовался суммой активных температур 2573,4 °С и суммой осадков 323,3 мм (ГТК = 1,26). Однако в период основного роста и развития растений (с середины мая до конца первой декады августа) ГТК составлял лишь 0,6, что соответствовало засушливым условиям.

Вегетационный период 2025 года характеризовался средней температурой 18,2 °С (на 1,8 °С выше нормы) и суммой осадков 248,6 мм (115% от нормы). Наблюдались резкие перепады температур в июне (ночные понижения до 3-5 °С при дневных 30-33 °С), засушливый июль (недобор осадков 38 мм) и заморозки на почве в сентябре.

Вегетационный период 2026 года характеризовался средней температурой около 17,8 °С (близко к климатической норме) и суммой осадков 235 мм (95–100% от нормы). Июнь отличался резкими контрастами (жара до +29 °С и ливни), а июль выдался засушливым с дефицитом осадков 30–40 мм, что повысило фитосанитарные риски. В августе температура и осадки вернулись к норме, частично компенсировав летний дефицит влаги.

На основании приведённых исследований в 2024-2026 гг. установлено, что условия культивирования являются доминирующим фактором, определяющим морфогенез корневой системы саженцев хмеля (табл.1). Выращивание в защищенном грунте (теплица) создает оптимальный микроклиматический фон, на котором действие стимуляторов роста раскрывается максимально полно. Так, по сравнению с открытым грунтом, тепличные условия обеспечили кратное увеличение всех изученных показателей: количество корней возросло в среднем в 2,3 раза, их длина — на 63%, а диаметр основных корней — почти вдвое (в 1,9 раза).

Среди испытанных препаратов по интенсивности корнеобразования выделился Альбит**.** В условиях теплицы его применение привело к достоверному увеличению числа корней — от 19,1 до 24,0 штук, что на 165% превосходит контрольные значения (7,2–12,0 шт.). Даже в менее комфортных условиях открытого грунта Альбит сохранил высокую активность, увеличив количество корней в 1,8 раза по сравнению с контролем. Стоит отметить, что по данному показателю Альбит превысил варианты с препаратами КорнеСил (14,4-18,0 шт. в теплице) и Cultimar (16,5-20,0 шт.).

При измерении длины корней лучшие показатели отмечены при применении препарата Cultimar. В теплице длина корней в этом варианте варьировала от 36,0 до 62,1 см, что обеспечило максимальную прибавку относительно контроля — на 127,5%. В открытом грунте Cultimar также показал лучшие результаты по длине (21,5-46,0 см) среди всех стимуляторов, хотя абсолютные значения уступали тепличным. Препарат КорнеСил**,** напротив, продемонстрировал наименьшую эффективность во всех средах: его показатели длины (37,0-43,4 см в теплице) и количества корней были близки к нижним границам значений, полученных при использовании других стимуляторов, и лишь незначительно превышали контроль.

По такому параметру, как диаметр основных корней**,** характеризующему их мощность и запасающую способность, также прослеживается четкая градация. Максимальной толщины корни достигли при обработке Альбитом в теплице (4,2-4,4 мм), при этом Cultimar показал сопоставимые результаты (3,9-4,2 мм). В открытом грунте все стимуляторы обеспечили диаметр в диапазоне 2,9-3,8 мм, при этом разница между препаратами была менее выражена, чем в теплице.

Статистический анализ с использованием наименьшей существенной разности ($НСР_{05}$) подтверждает достоверность полученных различий. Значения НСР для фактора условий выращивания (А) составляют 3,4-4,6 шт. для количества корней, 1,3–6,8 см для длины и 0,5–0,8 мм для диаметра, а для фактора стимулятора (В) — 4,4-5,3 шт., 4,8-5,5 см и 0,5-1,1 мм соответственно, что свидетельствует о высокой воспроизводимости результатов.

Таблица 1. **Параметры корнеобразования хмеля в зависимости от стимуляторов роста и условий произрастания (2024–2026 гг.)**
Table 1. **Parameters of hop root formation depending on growth stimulants and growing conditions (2024–2026)**

Вариант	Количество корней, шт.	Длина корней, см	Диаметр основных корней, мм
Теплица			
Вода (контроль)	7,2–12,0	27,0–27,3	2,3–3,4
КорнеСил	14,4–18,0	37,0–43,4	3,2–3,8
Cultimar	16,5–20,0	36,0–62,1	3,9–4,2
Альбит	19,1–24,0	41,7–44,0	4,2–4,4
Открытый грунт			
Вода (контроль)	2,9–6,0	17,8–30,0	2,1–3,0
КорнеСил	3,3–7,0	20,4–38,0	2,3–3,0
Cultimar	4,3–8,0	21,5–46,0	2,9–3,5
Альбит	5,2–11,0	23,3–48,0	3,0–3,8
$НСР_{05}$ для фактора А	3,4–4,6	1,3–6,8	0,5–0,8
$НСР_{05}$ для фактора В	4,4–5,3	4,8–5,5	0,5–1,1

Таким образом, комплексный анализ таблицы показывает, что максимальный морфогенетический эффект достигается в тепличных условиях и при обработки препаратами Альбит или Cultimar, причем Альбит предпочтительнее для закладки большого количества корней, а Cultimar — для стимуляции их линейного роста. В то же время эффективность всех стимуляторов в открытом грунте значительно снижается, что указывает на необходимость использования защищенных условий для получения качественного посадочного материала хмеля.

В ходе исследования было установлено, что защищенный грунт (теплица) значительно превосходит открытый грунт по всем ключевым параметрам развития: количество междоузлий в теплице было выше на 22%, длина стеблей — на 85%, а вес зеленой массы — на 54% по сравнению с контрольными образцами в открытом грунте.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что применение стимуляторов роста усиливает этот эффект, при этом наибольшую эффективность демонстрирует препарат Альбит. В тепличных условиях данный препарат обеспечил максимальные показатели: количество междоузлий варьировалось от 17 до 23 штук, длина стеблей достигла 107-108 см, а вес зеленой массы составил 77-78 г, при показаниях в контрольном варианте 10-15 шт., 67-87 см и 50-57 г соответственно.

Препараты КорнеСил и Cultimar также показали положительную динамику, уступая Альбиту: при их применении длина стеблей составляла 90-96 см и 102-105 см, а вес массы — 65-66 г и 72-74 г. Прирост длины стеблей при использовании Альбита относительно контроля составил впечатляющие 59,7-66,0%.

В условиях открытого грунта все показатели ожидаемо ниже, однако закономерность влияния стимуляторов сохраняется. Здесь контрольный вариант (вода) характеризовался минимальными значениями: 5-12 междоузлий, длина стеблей 30-46 см и вес 15-34 г. Применение позволило достичь 14-19 междоузлий, длины стеблей 50-59 см и веса зеленой массы 39-52 г. Препараты Cultimar и КорнеСил также улучшили эти показатели по сравнению с контролем, заняв промежуточное положение, однако их действие в открытом грунте было менее выражено, чем в теплице.

Статистическая обработка данных подтверждает достоверность полученных результатов. Наименьшая существенная разница ($НСР_{05}$) для фактора А (условия произрастания) колебалась в пределах 1,1-2,5 для междоузлий, 5,6-29,7 для длины стеблей и 6,7-27,4 для веса массы, что указывает на высокую значимость влияния тепличного микроклимата. Для фактора В (применение препаратов) значения $НСР_{05}$ составили 2,7-3,8, 5,6-16,7 и 6,7-14,8 соответственно, что доказывает статистически значимое преимущество использования стимуляторов роста, особенно препарата Альбит, перед необработанным контролем. Таким образом, комплексное использование тепличных условий и биостимуляторов, в частности Альбита, является наиболее эффективной стратегией для наращивания зеленой массы хмеля.

Полученные экспериментальные данные показали, что применение стимуляторов роста, особенно препарата Альбит, а также выбор условий выращивания существенно влияют на морфогенетические параметры саженцев хмеля — количество корней, длину стеблей, накопление зелёной массы. Однако высокая биологическая эффективность ещё не гарантирует экономической целесообразности, поскольку затраты на создание защищённого грунта, приобретение регуляторов и дополнительные агроприёмы могут нивелировать прибавку урожая. Поэтому в рамках исследования была проведена экономическая оценка каждого варианта технологии, результаты которой сведены в таблицу 3.

Установлено, что в открытом грунте все стимуляторы заметно повышают экономическую эффективность по сравнению с контролем. При оценке экономических показателей установлено, что величина прямых затрат варьирует в диапазоне — от 33 275,0 тыс. руб./га (контроль) до 33 285,5 тыс. руб./га (вариант с Альбитом), причём различия по вариантам не превышают 0,03%.

При незначительном различии затрат выручка закономерно возрастает при переходе от контроля к каждому из препаратов. Так, обработка КорнеСилом обеспечивает прирост выручки на 1 441,4 тыс. руб./га (3,7%), что приводит к увеличению чистого дохода на 24,3% (с 5 921,1 до 7 359,9 тыс. руб./га) и повышению рентабельности на 4,3% — с 17,8 до 22,1%. Применение Cultimar даёт более выраженный эффект: выручка возрастает на 3 825,3 тыс. руб./га (9,8%), чистый доход — на 64,5%, а рентабельность достигает 29,3%, что на 11,5% выше контрольного значения.

Наибольший экономический эффект наблюдается при применении препарата Альбит: выручка увеличивается на 5 100,5 тыс. руб./га (13,0%) относительно контроля, чистый доход — на 5 090,0 тыс. руб./га, что соответствует росту в 1,86 раза, а рентабельность возрастает до 33,1% — на 15,3% выше контроля и на 3,8% выше варианта с Cultimar.

Сравнительная оценка между стимуляторами показывает, что Альбит превосходит Cultimar по выручке на 1 275,2 тыс. руб./га (3,0%), по чистому доходу — на 1 272,5 тыс. руб./га (13,1%), по рентабельности — на 3,8% КорнеСил, в свою очередь, уступает Cultimar по всем показателям: разница в рентабельности составляет 7,2%, в чистом доходе — 2 378,7 тыс. руб./га (24,4%). Таким образом, ранжирование препаратов по экономической эффективности полностью соответствует их биологической активности, установленной в опытах по корнеобразованию и развитию зелёной массы: Альбит > Cultimar > КорнеСил.

Следует подчеркнуть, что положительная динамика рентабельности обусловлена исключительно ростом выручки, поскольку затраты остаются практически постоянными. Это свидетельствует о том, что дополнительные расходы на приобретение и внесение регуляторов не являются лимитирующим фактором, а повышение товарного выхода саженцев (увеличение числа корней, длины стеблей и массы растений) напрямую конвертируется в экономическую прибыль. Следовательно, в условиях открытого грунта наиболее экономически обоснованным является применение Альбита, обеспечивающего максимальную как абсолютную прибыль, так и уровень рентабельности при минимальных дополнительных затратах.

Выводы. В ходе исследований в 2024-2026 гг. установлено, что выращивание в теплице и применение стимулятора Альбит достоверно повышают выход и качество саженцев хмеля

Таблица 2. **Влияние стимуляторов роста и условий произрастания на развитие зелёной массы хмеля (2024–2026 гг.)**
Table 2. **The effect of growth stimulants and growing conditions on the development of hop green mass (2024–2026)**

Вариант	Количество междоузлий, шт.	Длина стеблей, см	Вес зелёной массы, г
Теплица			
Вода (контроль)	10–15	67–87	50–57
КорнеСил	12–18	90–96	65–66
Cultimar	16–22	102–105	72–74
Альбит	17–23	107–108	77–78
Открытый грунт			
Вода (контроль)	5–12	30–46	15–34
КорнеСил	9–16	42–52	25–41
Cultimar	12–17	48–57	34–49
Альбит	14–19	50–59	39–52
$НСР_{05}$ для фактора А	1,1–2,5	5,6–29,7	6,7–27,4
$НСР_{05}$ для фактора В	2,7–3,8	5,6–16,7	6,7–14,8

Таблица 3. **Рентабельность производства саженцев хмеля**
Table 3. **Profitability of hop seedling production**

Вариант	Выручка, тыс. руб./га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Открытый грунт				
Вода (контроль)	39 196,1	33 275,0	5 921,1	17,8
КорнеСил	40 637,5	33 277,6	7 359,9	22,1
Cultimar	43 021,4	33 282,8	9 738,6	29,3
Альбит	44 296,6	33 285,5	11 011,1	33,1
Теплица				
Вода (контроль)	38 992,8– 47 345,8	36 024,3–43 408,2	2 968,5–3 937,6	7,6–9,1
Альбит	42 550,2– 50 505,8	35 780,7–43 414,6	6 769,5–7 091,2	15,9–16,3

по всем биометрическим параметрам (число и диаметр корней, длина стеблей, накопление зелёной массы). Однако экономический анализ выявил, что высокая себестоимость тепличного производства делает его малорентабельным (рентабельность не выше 16%), тогда как в открытом грунте применение Альбита обеспечивает максимальный чистый доход и рентабельность 33,1%. Таким образом, оптимальной коммерческой стратегией признаётся выращивание в открытом грунте с обработкой препаратом Альбит, что даёт наилучшее соотношение затрат и выручки, несмотря на уступающие теплице биологические показатели.

Список источников

1. Осипова Ю.С., Леонтьева В.В., Дементьев Д.А. Оценка сортов коллекции хмеля обыкновенного (*Humulus Lupulus* L.) по хозяйственно важным признакам // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. № 2. С. 194-202. http://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.194-202

2. Медведев В.И., Казаков Ю.Ф., Пушкаренко Н.Н., Смирнов П.А., Васильев А.О. Современный уровень механизации возделывания хмеля в Чувашской Республике: проблемы и направления развития // Известия Международной академии аграрного образования. 2017. № 37. С. 27.

3. Dementiev D., Leonteva V., Ivanova I., Fadeev A. (2021). Technology of cultivation of Civil hops in Chuvashia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci,* vol. 839, no. 2, pp. 022033. http://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022033.

4. Радчевский П.П., Смолич О.С. Влияние листовых обработок серебросодержащими и микробиологическими препаратами на приживаемость, рост и качество привитых саженцев винограда в школке // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2026. № 98(2). С. 117-124. http://doi.org/10.30679/2219-5335-2026-2-98-117-124.

5. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Оценка состояния и перспективы развития виноградарства и питомниководства в Российской Федерации // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 61. С. 1-15. http://doi.org/10/30679/2219-5335-2020-1-61-1-15.

6. Бободжанова Х.И., Кухарчик Н.В. Эффективность ризогенеза in vitro и адаптации ex vitro некоторых бессемянных сортов винограда // Плодоводство. 2022. Т. 33. С. 159-166. http://doi.org/10.47612/0134-9759-2021-33-159-166.

7. Бободжанова Х.И., Кухарчик Н.В. Оценка эффективности ризогенеза in vitro и адаптации ex vitro сортов винограда таджикской селекции // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №. 2. С. 105-111.

8. Marceddu, R.; Carrubba, A.; Sarno, M. (2020). Cultivation trials of hop (*Humulus lupulus* L.) in semi-arid environments. *Heliyon,* vol. 6, no. 10, pp. 05114.

9. Dementiev D., Ivanova I., Fadeev A. (2020). Comparison of the effect of various drugs on the survival rate of hop cuttings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* vol. 548 (7), pp. 072020. http://doi.org/ 10.1088/1755-1315/548/7/072020.

10. Khlebova, L.P., Brovko, E.S., Mironenko, O.N. *et al.* (2025). Optimization of the Technology of Clonal Micropropagation of Varietal and Wild Hops. *Russ. Agricult. Sci,* vol. 51, pp. 294-300. http://doi.org/10.3103/S1068367425700922.

11. Гашенко О.А., Кастрицкая М.С., Кухарчик Н.В. Влияние субстрата и концентрации ауксина на эффективность черенкования оздоровленных in vitro растений хмеля на стадии адаптации ex vitro // Почвоведение и агрохимия**.** 2017 № 1 (58). С. 214-222.

12. Rossini F. et al. (2021). Hops (Humulus lupulus L.) as a novel multipurpose crop for the Mediterranean region of Europe: Challenges and opportunities of their cultivation. *Agriculture,* vol. 11, no. 6, pp. 484. http://doi.org/10.3390/agriculture11060484.

13. Leles N.R. et al. (2025). Analysis of the Vegetative Growth Development and Phenology of Hop Cultivars Grown in the Subtropics Under a Two-Crop-a-Year System. *Horticulturae.* vol. 11, no 5, pp. 498. http://doi.org/10.3390/horticulturae11050498.

14. Толстова М.Л., Корнилова А.Е. Прогнозный анализ производительных сил при возделывании хмеля в Чувашской республике // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. №. 3. С. 121-125. http://doi.org/10.12737/2073-0462-2025-20-3-121-125.

15. Дементьев Д.А., Иванова И.Ю., Мироненко О.Н. Оптимальный способ получения саженцев хмеля обыкновенного при создании маточного питомника //Вестник КрасГАУ. 2026. №. 2. С. 3-14. http://doi.org/10.36718/_1819-4036-2026-2-3-14.

16. Yaremko N.O., Taienchuk V.V., Hrynyk R.I. (2026). Optimization of microclonal propagation and adaptation to ex vitro conditions for the hop (Humulus lupulus L.) variety Slov'ianka. *Agricultural Science and Practice,* vol. 13, no. 2, pp. 15-33.

17. Leto L. Guarrasi V, Agosti A, Nironi M. et al. (2025). Effects of cytokinins on morphogenesis, total (poly) phenolic content and antioxidant capacity of in vitro-cultured hop plantlets, cvs. Cascade and Columbus. *Plants,* vol. 14, no. 3, pp. 418. https://doi.org/10.3390/plants14030418.

References

1. Osipova Yu.S., Leont'eva V.V., Dement'ev D.A. (2022). *Ocenka sortov kollekcii hmelya obyknovennogo (Humulus Lupulus L.) po hozyajstvenno vazhnym priznakam* [Assessment of varieties from the common hop (Humulus Lupulus L.) collection based on economically important traits]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the Euro-North-East], vol. 23, no. 2, pp. 194-202

2. Medvedev V.I., Kazakov Yu.F., Pushkarenko N.N., Smirnov P.A., Vasil'ev A.O. (2017). *Sovremennyj uroven' mehanizacii vozdelyvaniya hmelya v Chuvashskoj Respublike: problemy i napravleniya razvitiya* [The current level of mechanization in hop cultivation in the Chuvash Republic: problems and development directions]. *Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya* [Proceedings of the International Academy of Agrarian Education], no. 37, 27 p.

3. Dementiev D., Leonteva V., Ivanova I., Fadeev A. (2021). Technology of cultivation of Civil hops in Chuvashia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci,* vol. 839, no. 2, pp. 022033. https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022033.

4. Radchevskij P.P., Smolich O.S. (2026). *Vliyanie listovyh obrabotok serebrosoderzhashchimi i mikrobiologicheskimi preparatami na prizhivaemost', rost i kachestvo privityh sazhencev vinograda v shkolke* [The effect of foliar treatments with silver containing and microbiological preparations on the survival rate, growth, and quality of grafted grape seedlings in a nursery]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia], no. 98 (2), pp. 117-124.

5. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. (2020). *Ocenka sostoyaniya i perspektivy razvitiya vinogradarstva i pitomnikovodstva v Rossijskoj Federacii* [Assessment of the state and prospects for the development of viticulture and nursery farming in the Russian Federation]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit Growing and Viticulture of the South of Russia], no.61, pp. 1-15.

6. Bobodzhanova H.I., Kuharchik N.V. (2022). *Ehffektivnost' rizogeneza in vitro i adaptacii ex vitro nekotoryh bessemyannyh sortov vinograda* [The effectiveness of in vitro rhizogenesis and ex vitro adaptation of some seedless grape varieties]. *Plodovodstvo* [Fruit Growing], vol. 33, pp. 159-166.

7. Bobodzhanova H.I., Kuharchik N.V. (2022). Ocenka ehffektivnosti rizogeneza in vitro i adaptacii ex vitro sortov vinograda tadzhikskoj selekcii [Evaluation of the effectiveness of in vitro rhizogenesis and ex vitro adaptation of Tajik grape varieties]. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], no. 2, pp. 105-111.

8. Marceddu, R.; Carrubba, A.; Sarno, M. (2020). Cultivation trials of hop (*Humulus lupulus* L.) in semi-arid environments. *Heliyon,* vol. 6, no. 10, pp. 05114.

9. Dementiev D., Ivanova I., Fadeev A. (2020). Comparison of the effect of various drugs on the survival rate of hop cuttings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* vol. 548 (7), 072020.

10. Khlebova, L.P., Brovko, E.S., Mironenko, O.N. *et al.* (2025). Optimization of the Technology of Clonal Micropropagation of Varietal and Wild Hops. *Russ. Agricult. Sci,* vol. 51, pp. 294–300/

11. Gashenko O.A., Kastrickaya M.S., Kuharchik N.V. (2017). *Vliyanie substrata i koncentracii auksina na ehffektivnost' cherenkovaniya ozdorovlennyh in vitro rastenij hmelya na stadii adaptacii ex vitro* [Influence of substrate and concentration auxin on the effectiveness of cuttings of in vitro healthy hop plants at the stage of ex vitro adaptation]. *Pochvovedenie i agrohimiya* [Soil Science and Agrochemistry], no. 1 (58), pp.214-222.

12. Rossini F. et al. (2021). Hops (Humulus lupulus L.) as a novel multipurpose crop for the Mediterranean region of Europe: Challenges and opportunities of their cultivation. *Agriculture,* vol. 11, no. 6, pp. 484. http://doi.org/10.3390/agriculture11060484.

13. Leles N.R. et al. (2025). Analysis of the Vegetative Growth Development and Phenology of Hop Cultivars Grown in the Subtropics Under a Two-Crop-a-Year System. *Horticulturae.* vol. 11, no. 5, pp. 498. http://doi.org/10.3390/horticulturae11050498.

14. Tolstova M.L., Kornilova A.E. (2025). *Prognoznyj analiz proizvoditel'nyh sil pri vozdelyvanii hmelya v Chuvashskoj respublike* [Predictive analysis of productive forces in the cultivation of hops in the Chuvash Republic]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Kazan State Agrarian University], vol. 20, no. 3, pp. 121-125.

15. Dement'ev D.A., Ivanova I.Yu., Mironenko O.N. (2026). *Optimal'nyj sposob polucheniya sazhencev hmelya obyknovennogo pri sozdanii matochnogo pitomnika* [The optimal method for obtaining seedlings of common hop when creating a mother nursery]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], no. 2, pp. 3-14.

16. Yaremko N.O., Taienchuk V.V., Hrynyk R.I. (2026). Optimization of microclonal propagation and adaptation to ex vitro conditions for the hop (Humulus lupulus L.) variety Slov'ianka. *Agricultural Science and Practice,* vol. 13, no. 2, pp. 15-33.

17. Leto L. Guarrasi V, Agosti A, Nironi M. et al. (2025). Effects of cytokinins on morphogenesis, total (poly) phenolic content and antioxidant capacity of in vitro-cultured hop plantlets, cvs. Cascade and Columbus. *Plants,* vol. 14, no. 3, pp. 418.

Информация об авторах:

Иванова Инга Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник группы селекции и семеноводства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0792-1721, SPIN-код: 4403-3952, 35m24@yandex.ru

Дементьев Дмитрий Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник группы агротехники хмеля,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8571-8059, SPIN-код: 7313-0838tymondem@mail.ru

Information about the authors:

Inga Yu. Ivanova, candidate of agricultural sciences, senior researcher in the breeding and seed production group,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0792-1721, SPIN code: 4403-3952, 35m24@yandex.ru

Dmitry A. Dementyev, candidate of agricultural sciences, researcher in the hop agrotechnics group,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8571-8059, SPIN code: 7313-0838, tymondem@mail.ru

✉ **35m24@yandex.ru**

Научная статья
УДК 633.262.631.527
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_978

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО ИЗ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

В.И. Алексеева, А.Н. Неустроев, А.Н. Матвеева, А.Д. Бурцева

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты изучения сортообразцов костреца безостого из Научно-производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Северный Казахстан) в условиях Центральной Якутии. Исследования проведены в 2022-2025 гг. на научно-полевом стационаре Якутского НИИ сельского хозяйства. Цель: изучить сортообразцы костреца безостого из Северного Казахстана по комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях Центральной Якутии и выделить лучшие для дальнейшей селекции. Почва участка мерзлотно-таежная, палевая, осолоделая, среднесуглинистая, старопахотная, окультуренная. Метеорологические условия вегетационных и зимних периодов за годы изучения различались по температурным показателям и количеству осадков. Учеты и наблюдения проведены по общепринятой методике ВИР им. Н.И. Вавилова, обработку экспериментальных данных проводили в соответствии с методикой Б. Доспехова. В коллекционном питомнике всего изучены 10 сортообразцов, стандарт районированный по 11 региону сорт костреца безостого Эркэни. Проведены фенологические наблюдения, учет зимостойкости растений, высоты растений перед укосом, зеленой массы, сена и семян. В результате изучения сортообразцов костреца безостого по комплексу хозяйственно-ценных признаков для дальнейшей селекционной работы выделены: по зимостойкости КЛ-576, КЛ-899 и сорт Акмолинский изумрудный; по урожайности зеленой массы и сена 2 сортообразца: КЛ-576 (прибавка зеленой массы — 8%, сено — 6%), КЛ-899 (прибавка зеленой массы — 4%, сено — 9%); по урожайности семян 4 сортообразца: КЛ-805 (прибавка 50%), КЛ-576 (прибавка 18%), сорт Фермерский (прибавка 17%), сорт Акмолинский изумрудный (прибавка 8%).

Ключевые слова: урожайность, отбор, зеленая масса, семена, зимостойкость

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания (FWRS-2024-0026) «Провести комплексное изучение научно-обоснованных, энерго-ресурсосберегающих эффективных систем технологий, устойчивого возделывания сельскохозяйственных культур на базе создания и сохранения генофонда сельскохозяйственных культур, их защиты от вредных организмов и воспроизводства почвенного плодородия в условиях Центральной Якутии».

Original article

STUDY OF SAMPLES OF AWNLESS BROME FROM NORTHERN KAZAKHSTAN UNDER CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

V.I. Alekseeva, A.N. Neustroev, A.N. Matveeva, A.D. Burtseva

Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of awnless brome cultivar accessions from the A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming (Northern Kazakhstan) in Central Yakutia. The studies were conducted in 2022-2025 at the scientific field station of the Yakut Research Institute of Agriculture. Objective: to study awnless brome cultivar accessions from Northern Kazakhstan for a set of economically valuable traits in Central Yakutia and to select the best ones for further breeding. The soil of the site is permafrost-taiga, pale yellow, solodized, medium loamy, old-arable, cultivated. Meteorological conditions of the growing and winter periods over the years of study varied in temperature indicators and the amount of precipitation. Counts and observations were carried out according to the generally accepted methodology of the Vavilov All-Russian Institute of Plant Industry, the processing of experimental data was carried out in accordance with the methodology of B. Dospekhov. In the collection nursery, a total of 10 variety accessions were studied, the standard of the awnless brome variety Erkeni, zoned for 11 regions. Phenological observations were carried out, and winter hardiness of plants, plant height before mowing, green mass, hay and seeds were recorded. As a result of the study of awnless brome variety accessions for a set of economically valuable traits, the following were selected for further breeding work: KL-576, KL-899 for winter hardiness and the Akmola emerald variety; 2 variety accessions for green mass and hay yield: KL-576 (green mass increase of 8%, hay — 6%), KL-899 (green mass increase of 4%, hay — 9%); according to seed yield, there are 4 varieties: KL-805 (increase of 50%), KL-576 (increase of 18%), Fermersky variety (increase of 17%), Akmola emerald variety (increase of 8%).

Keywords: yield, selection, green mass, seeds, winter hardiness

Acknowledgements: the work was carried out within the framework of the state assignment (FWRS-2024-0026) «To conduct a comprehensive study of scientifically based, energy-saving effective technology systems, sustainable cultivation of crops based on the creation and preservation of the gene pool of crops, their protection from harmful organisms and reproduction of soil fertility in the conditions of Central Yakutia».

Введение. Кострец безостый (*Bromopsis inermis (Leys.) Holub.*) — многолетний верховой рыхлокустовой корневищный злак, который является одним из наиболее распространенных среди многолетних кормовых культур для сенокосного и пастбищного использования [1].

В естественных группировках он широко распространен во всех частях России от сухих, засушливых степей до севера. Наиболее обычен в лесной и лесостепной зонах, встречается в Западной и Восточной Сибири, также занесен на Дальний Восток [2]. В природно-климатических условиях Якутии кострец безостый произрастает на поймах больших рек (Лена, Алдан, Вилюй, Амга) и их притоков, а также встречается на пересохших травяных речках и протоках [3].

Кострец безостый характеризуется высокой экологической пластичностью и адаптивностью, сочетает высокую продуктивность с отличными кормовыми достоинствами [4, 5, 6, 7]. Является одним из самых зимостойких среди многолетних трав. Узел кущения переносит морозы до — 46 °С, а при весеннем отрастании до — 18-20 °С [8].

Якутским НИИСХ созданы и районированы сорта костреца безостого Эркээни и Айыстал. Исходным материалом для создания сорта Эркэни являются местный экотип и инорайонные сорта Моршанский 760 и Камалинский 14.

В настоящее время, в связи с изменением климатических условий, необходимо создание новых сортов многолетних трав, адаптированных к биотическим и абиотическим условиям

© Алексеева В.И., Неустроев А.Н., Матвеева А.Н., Бурцева А.Д., 2026

среды. Привлечение в селекционный процесс местных и инорайонных форм, современных методов селекции является весьма актуальной [9, 10, 11].

Цель исследований: изучить образцы костреца безостого из Северного Казахстана по комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях Центральной Якутии и выделить лучшие для селекции.

Условия, материал и методика исследований. Исследования проведены в 2022-2025 гг. в условиях Центральной Якутии второй надпойменной террасы р. Лена.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов различались по годам. В 2022 году вегетационный период был благоприятным для роста и развития многолетних трав. За май — август сумма осадков составила 177 мм (норма 146 мм). Обильные осадки отмечены во второй декаде июля, что благоприятно сказалось на всходы костреца безостого (рис. 1).

Зимний период 2022/2023 гг. был достаточно холодным. Температура ниже -50 °С держалась около месяца. В самые холодные месяцы (декабрь-январь) высота снежного покрова зафиксирована на уровне — 21,4-26,1 см. В марте месяце снежный покров достиг 41 см (рис. 2).

Весна 2023 г. была ранней, достаточно теплой. В конце апреля начале мая снежный покров растаял, весенней влаги было на уровне нормы. Ледоход на р. Лена, под г. Покровск отмечен 18 мая. В середине второй декады мая поля еще были влажные, однако, уже к концу декады почвы достигла технической спелости. Закрытие влаги на стационаре проведена 18 мая. В целом месяц май был на 1,1 °С теплее среднемноголетней нормы. Среднемесячная температура воздуха в мае составила +6,8 °С. Осадков всего выпало 2,2 мм. Наблюдается весенняя засуха. Осадки на уровне нормы и выше отмечены во второй и третьей декаде июня (рис. 1). В целом вегетационный период 2023 г. был благоприятным по влагообеспеченности и резкими колебаниям суточных температур.

Постоянный снежный покров в зиму 2023/2024 годов установился в третьей декаде октября. В декабре-январе температура воздуха понижалась до максимально низких значений (-50-52 °С). Зима малоснежная, толщина снежного покрова не превышала 26 см.

Вегетационный период 2024 г. был неблагоприятным для роста и развития растений и характеризируется ранней теплой весной, с дефицитом осадков, жарким летом с перепадами дневных и ночных температур (рис. 1). Снег растаял в первой декаде мая. Среднесуточная температура воздуха выше 5 °С установилась в начале второй декады мая. В первой и второй декаде мая среднедневная температура воздуха выше нормы на 2,5 и 0,5 °С, соответственно. В конце мая наблюдается резкое повышение температуры воздуха, максимальная температура воздуха + 30,2 °С. Наблюдается весенняя засуха. Июнь характеризуется резкими колебаниями дневных и ночных температур. Среднемесячная температура месяца составила +16,7 °С, максимальная температура воздуха 30,6 С, минимальная -0,9 С. Общее количество осадков составило 7,1 мм, при норме в 37,0 мм. В июле максимальная температура воздуха достигала +33,3 °С, сумма осадков за месяц всего 10,2 мм, что на 79% ниже установленной нормы.

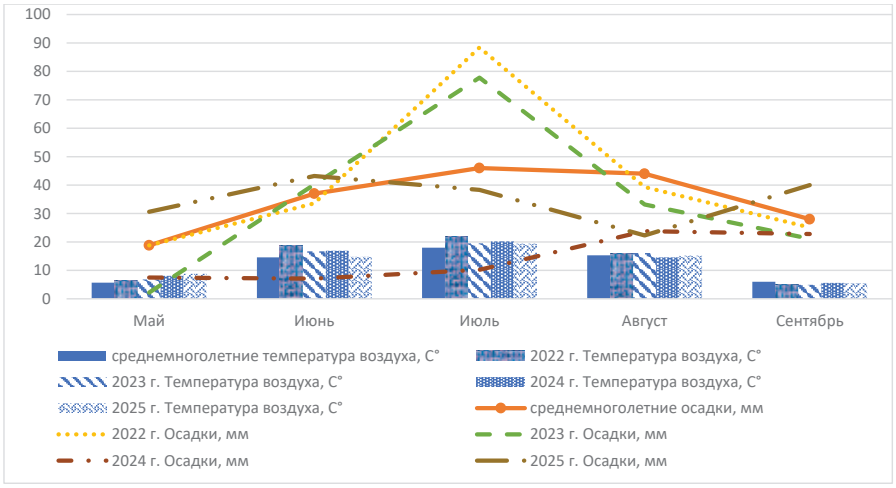


Рисунок 1. **Метеорологические условия вегетационных периодов 2022-2025 гг.**
Figure 1. **Meteorological conditions during the growing seasons of 2022-2025 years**

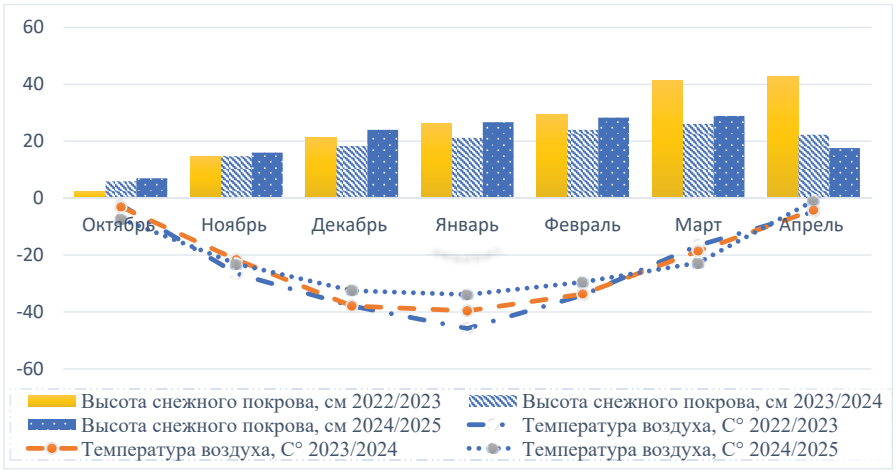


Рисунок 2. **Метеорологические условия зимних периодов 2022-2025 гг.**
Figure 2. **Meteorological conditions during the winter periods of 2022-2025 years**

Осень теплая, с осадками в пределах нормы. Замерзание пахотного слоя почвы началось с середины сентября. Устойчивый снежный покров в зиму 2024/2025 гг. уставился во второй декаде октября. В самые холодные месяцы в декабре-январе минимальная температура воздуха опускалась до -54,0 °С, при этом высота снежного покрова 29 см.

Весной 2025 г. снег растаял в первой декаде мая. Среднесуточная температура воздуха выше 10 °С установилась в начале третьей декады мая. Вегетационный период 2025 г. был благоприятным для роста и развития растений и характеризируется обильными осадками и теплой погодой (рис. 1).

Исследования проведены на научно-полевом стационаре № 30 лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва участка мерзлотно-таежная, палевая, осолоделая, среднесуглинистая, старопахотная, окультуренная. Характеризуется очень низким содержанием гумуса (1,87%). Содержание нитратного азота 3,58-14,74 мг на 100 г почвы.

В исследованиях изучены 10 сортообразцов костреца безостого, полученных из коллекции Научно-производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Северный Казахстан). Стандарт районированный по 11 региону сорт Эркэни.

В коллекционных питомниках проводились учеты и наблюдения по методике ВИР «Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав» [12]. Посев коллекционного питомника проведен широкорядным способом с междурядьями 60 см, площадь каждой делянки 6 м^2, повторность двухкратная, на зеленую массу и семена.

Подготовка почвы участка состояла из предпосевной обработки, дисковании оборота пласта в 2 следа и бороновании зубовыми боронами (БЗСС-1). Предшественник — чистый пар, без внесения удобрений и орошения. Посев проводился вручную. Обработку экспериментальных данных проводили в соответствии с методикой Б. Доспехова [13] с использованием ПК (Pentium 4) с помощью компьютерной программы «Excel».

Результаты исследований. Коллекционный питомник костреца безостого посеян летним сроком 21 июля 2022 г. Благодаря обильным осадкам во второй декаде июля (51,3 мм) полные всходы отмечены на 10-12 день после посева. Под зиму растения ушли в фазе кущения в хорошем состоянии. За годы наблюдений весеннее отрастание у растений костреца отмечено во второй декаде мая, цветение в начале первой декады июля, созревание во второй

Таблица 1. **Зимостойкость сортообразцов костреца безостого, %**
Table 1. **Winter hardiness variety samples awnless brome, %**

№ п/п	Сортообразец	Годы перезимовки			Среднее
		2022/2023	2023/2024	2024/2025	
1	Эркээни st 1	100	100	100	100
2	КЛ-576	100	100	100	100
3	КЛ-899	100	100	99	100
4	КЛ-805	97	98	97	97
5	КЛ-1012	94	95	87	92
6	КЛ-1020	91	87	97	92
7	Лиманный	87	78	72	79
8	Акмолинский 91	100	97	98	98
9	Ишимский юбилейный	100	77	97	91
10	Акмолинский изумрудный	100	100	100	100
11	Фермерский	87	80	84	84

Таблица 2. **Высота растений и урожайность сортообразцов костреца безостого (среднее за 2023-2025 гг.)**
Table 2. **Plant height and yield of awnless brome varieties (average for 2023–2025 years)**

№ п/п	Сортообразец	Высота перед укосом		Урожайность			
				зеленой массы		сено	
		см	± к стандарту	тонн/га	% к стандарту	тонн/га	% к стандарту
1	Эркэни, стандарт	132		16,3		6,0	
2	КЛ-576	124	-8	17,6	108	6,4	106
3	КЛ-899	127	-5	17,0	104	6,6	109
4	КЛ-805	131	-1	14,0	86	5,3	88
5	КЛ-1012	122	-10	14,5	89	5,4	90
6	КЛ-1020	120	-12	12,0	74	4,7	79
7	Лиманный	124	-8	12,7	78	4,8	80
8	Акмолинский 91	121	-11	14,9	91	5,6	94
9	Ишимский юбилейный	118	-14	12,7	78	4,9	82
10	Акмолинский изумрудный	130	-2	14,2	87	5,6	93
11	Фермерский	134	2	13,4	82	5,2	86
	$НСР_{0,5}$			2,3		1,4	

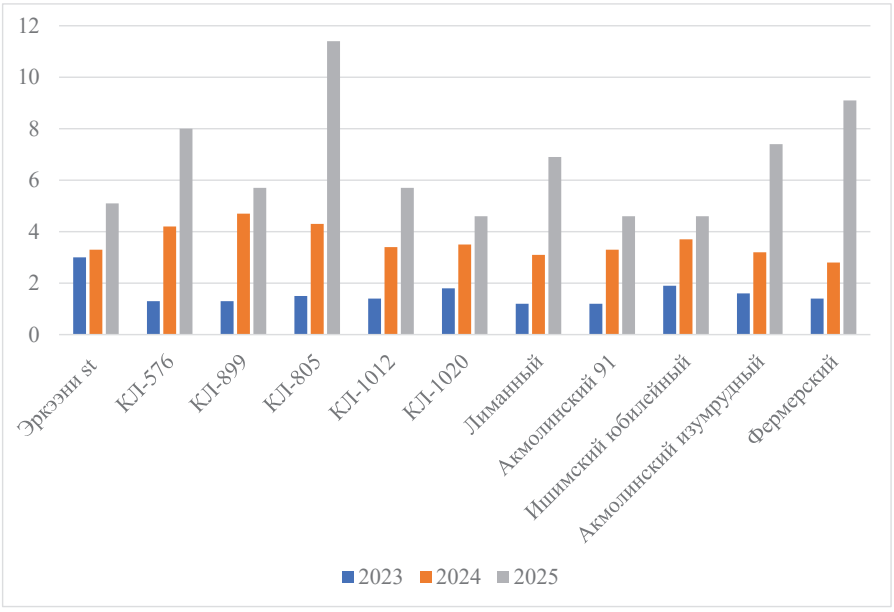


Рисунок 3. **Урожайность семян сортообразцов костреца безостого за 2023-2025 гг.**
Figure 3. **Seed yield of awnless brome varieties for 2023-2025 years**

декаде августа. Продолжительность вегетационного периода у сортообразцов костреца составил в среднем за годы изучения составила 95-97 дней.

В условиях Якутии при селекции многолетних трав одним из главных признаков отбора является зимостойкость.

Условия перезимовки 2022/2023 гг. для растений первого года жизни оказались более суровыми. Максимальная низкая температура достигала –57,5°С, при высоте снежного покрова в самые холодные месяцы (декабрь-январь) всего 21,4-26,1 см. Несмотря на суровые условия перезимовки, большинство образцов перезимовали хорошо (87-100%) Весенняя оценка показала, что высокую зимостойкость (100%) имеет стандарт, а также образцы КЛ-576, КЛ-899, сорта Акмолинский 91, Ишимский юбилейный, Акмолинский изумрудный (табл. 1).

Зима 2023/2024 гг. достаточно суровая. В холодные месяцы года минимальная температура воздуха опускалась до -52,5 °С, высота снежного покрова достигала 21,2 см. Процент зимостойкости по образцам варьировал от 77% до 100%. Высокая зимостойкость (100%) у 3 сортообразцов: КЛ-576, КЛ-899 и Акмолинский изумрудный.

В зиму 2024/2025 гг. на четвертый год жизни выделены образец КЛ-576 и сорт Акмолинский изумрудный. Низкая зимостойкость у сорта Лиманный — 72%.

В среднем за годы исследований 100% зимостойкость отмечена у 3 сортообразцов: КЛ-576, КЛ-899 и сорт Акмолинский изумрудный.

Несмотря на летний срок посева, растения костреца безостого со второго года жизни при благоприятных по влагообеспеченности погодных условиях вегетационного периода, сформировали генеративные побеги и были проведены учеты зеленой массы и семян.

В среднем за годы исследований высота растений костреца безостого перед укосом варьировала от 120 см до 134 см, у стандарта Эркэни — 132 см. У сорта Фермерский отмечено превышение стандарта на 2 см (табл. 2).

На урожайность зеленой массы костреца безостого сильное влияние имели погодные условия вегетационного периода. Так, в вегетационном периоде 2023 г. при благоприятных по влагообеспеченности погодных условиях (сумма осадков за июнь-август 151,2 мм, норма — 127,0 мм), в первый год пользования травостоем сортообразцы костреца безостого сформировали урожай зеленой массы в пределах 8,4-14,0 т/га. В 2024 г. на третий год жизни костреца безостого с первой декады июня до конца июля стояла засушливая погода с максимальной температурой воздуха до 33,3 °С (сумма осадков за июнь-август 41,1 мм, норма — 127,0 мм). При этом урожайность зеленой массы костреца безостого снизилась и варьировала от 7,0 до 13,0 т/га. В вегетационном периоде 2025 г. урожайность зеленой массы равна — 15,0-22,0 т/га.

В среднем за годы исследований по урожайности зеленой массы и сена превышение над стандартом Эркэни (зеленая масса — 16,3 т/га, сено — 6,0 т/га) имеют 2 сортообразца: КЛ-576 (прибавка зеленой массы — 8%, сено — 6%), КЛ-899 (прибавка зеленой массы — 4%, сено — 9%).

Урожайность семян сортообразцов костреца безостого значительно изменялась за годы пользования, что было связано с биологическими

особенностями вида и погодных условий в период вегетации (рис. 3). Так, на второй год жизни урожайность семян по сортообразцам варьировала от 1,2 до 1,9 ц/га, на третий год жизни от 2,8 до 4,7 ц/га, на четвертый год от 4,6 до 11,4 ц/га.

По семенной продуктивности в среднем за годы изучения выделены 4 сортообразца с достоверным превышением: КЛ-805 (прибавка 50%), КЛ-576 (прибавка 18%), сорт Фермерский (прибавка 17%), сорт Акмолинский изумрудный (прибавка 8%).

Выводы. Таким образом, в результате изучения сортообразцов костреца безостого по комплексу хозяйственно-ценных признаков для дальнейшей селекционной работы выделены:

- по зимостойкости КЛ-576, КЛ-899 и сорт Акмолинский изумрудный;
- по урожайности зеленой массы и сена 2 сортообразца: КЛ-576 (прибавка зеленой массы — 8%, сено — 6%), КЛ-899 (прибавка зеленой массы — 4%, сено — 9%);
- по урожайности семян 4 сортообразца: КЛ-805 (прибавка 50%), КЛ-576 (прибавка 18%), сорт Фермерский (прибавка 17%), сорт Акмолинский изумрудный (прибавка 8%).

Список источников

1. Осипова Г.М. Кострец безостый (Особенности биологии и селекция в условиях Сибири). РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. Новосибирск, 2006. 228 с.

2. Кашеваров Н.И. Новый сорт костреца безостого Флагман / Н.И. Кашеваров, Р.И. Полюдина, И.Н. Казаринова, Д.А. Потапова // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 1. С. 17-19.

3. Афанасьева Е.А., Байков К.С., Бобров А.А. и др. Определитель высших растений Якутии. 2020. Новосибирск, 896 с.

4. Барашкова Н.В., Алексеева В.И., Петрова Н.И. Эффективность новых засухоустойчивых сортов многолетних трав в одновидовых агрофитоценозах в условиях среднетаежной подзоны Якутии // Кормопроизводство. 2026. № 1. С. 16-21. DOI: 10.30906/1562-0417-2026-1-16-21.

5. Кашеваров Н.И., Тюрюков А. Г, Осипова Г.М. Урожайность костреца безостого в разных природноклиматических зонах Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 81-83.

6. Шепелев В.В., Юсова О.А., Момонов А.Х. Оценка качества, продуктивность семян и зеленой массы сортов костреца безостого омской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 10 (192). С. 35-42.

7. Иванов И.С., Золотарев В.Н., Образцов В.Н. Продуктивность костреца безостого в степных условиях Центрального Черноземья России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, №4(71). С. 58-64. DO:10.53914/issn2071-2243_2021_4_58–64.

8. Емельянова А.Г., Платонова А.З., Габышева Н.Н. Сорта костреца безостого при интродукции на второй надпойменной террасе долины Средней Лены // Кормопроизводство. 2017. № 6. С. 28-32.

9. Медведев М.А. Современная селекция и сортообновление как факторы повышения устойчивости растениеводства к изменению климата // Вестник науки. 2026. № 8 (101), том 1. С. 562-570.

10. Золотарев В.Н., Иванов И.С., Острикова М.Г. Изучение и оценка селекционного материала костреца безостого (Bromopsis inermis Leyss.) газонно-пастбищного экотипа в степных условиях Центрально-Черноземного региона // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. 2022. № 27 (75). С. 83-89. DOI: 10.33814/MAK-2022-27-75-83-89.

11. Kole C, Muthamilarasan M, Henry R, Edwards D, Sharma R, Abberton M, Batley J, Bentley A, Blakeney M, Bryant J, Cai H, Cakir M, Cseke LJ, Cockram J, de Oliveira AC, De Pace C, Dempewolf H, Ellison S, Gepts P, Greenland A, Hall A, Hori K, Hughes S, Humphreys MW, Iorizzo M, Ismail AM, Marshall A, Mayes S, Nguyen HT, Ogbonnaya FC, Ortiz R, Paterson AH, Simon PW, Tohme J, Tuberosa R, Valliyodan B, Varshney RK, Wullschleger SD, Yano M and Prasad M (2015) Application of genomics-assisted breeding for generation of climate resilient crops: progress and prospects. Front. Plant Sci. 6:563. DOI: 10.3389/fpls.2015.00563.

12. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых растений. Л., 1979. 38 с.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). М. 1985. 351 с.

References

1. Osipova G.M. (2026). *Kostrets bezostyi (Osobennosti biologii i selektsiya v usloviyakh Sibiri),* Novosibirsk, 228 p.

2. Kashevarov N.I. (2019). *Novyi sort kostretsa bezostogo Flagman. Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, no. 1, pp. 17-19.

3. Afanas'eva E.A., Baikov K.S., Bobrov A.A. (2020). *Opredelitel' vysshikh rastenii Yakutii,* Novosibirsk, 896 p.

4. Barashkova N.V., Alekseeva V.I., Petrova N.I. (2026*). Ehffektivnost' novykh zasukhoustoichivykh sortov mnogoletnikh trav v odnovidovykh agrofitotsenozakh v usloviyakh srednetaezhnoi podzony Yakutii. Kormoproizvodstvo,* no. 1, pp. 16-21. DOI: 10.30906/1562-0417-2026-1-16-21.

5. Kashevarov N.I., Tyuryukov A. G, Osipova G.M. (2015). *Urozhainost' kostretsa bezostogo v raznykh prirodnoklimaticheskikh zonakh Sibiri. Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, vol. 29, no. 11, pp. 81-83.

6. Shepelev V.V., Yusova O.A., Momonov A.Kh. (2020). *Otsenka kachestva, produktivnost' semyan i zelenoi massy sortov kostretsa bezostogo omskoi selektsii. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta,* no. 10 (192), pp. 35-42.

7. Ivanov I.S., Zolotarev V.N., Obraztsov V.N. (2021). *Produktivnost' kostretsa bezostogo v stepnykh usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, vol. 14, no. 4(71), pp. 58-64. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_4_58–64.

8. Emel'yanova A.G., Platonova A.Z., Gabysheva N.N. (2017). *Sorta kostretsa bezostogo pri introduktsii na vtoroi nadpoimennoi terrase doliny Srednei Leny. Kormoproizvodstvo,* no. 6, pp. 28-32.

9. Medvedev M.A. (2026). Sovremennaya selektsiya i sortoobnovlenie kak faktory povysheniya ustoichivosti rastenievodstva k izmeneniyu klimata. Vestnik nauki, no. 8 (101), vol 1, pp. 562 — 570.

10. Zolotarev V.N., Ivanov I.S., Ostrikova M.G. (2022). *Izuchenie i otsenka selektsionnogo materiala kostretsa bezostogo (Bromopsis inermis Leyss.) gazonno-pastbishchnogo ehkotipa v stepnykh usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona. Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo*, no. 27 (75), pp. 83-89. DOI: 10.33814/MAK-2022-27-75-83-89.

11. Kole C, Muthamilarasan M, Henry R, Edwards D, Sharma R, Abberton M, Batley J, Bentley A, Blakeney M, Bryant J, Cai H, Cakir M, Cseke LJ, Cockram J, de Oliveira AC, De Pace C, Dempewolf H, Ellison S, Gepts P, Greenland A, Hall A, Hori K, Hughes S, Humphreys MW, Iorizzo M, Ismail AM, Marshall A, Mayes S, Nguyen HT, Ogbonnaya FC, Ortiz R, Paterson AH, Simon PW, Tohme J, Tuberosa R, Valliyodan B, Varshney RK, Wullschleger SD, Yano M and Prasad M (2015) Application of genomics-assisted breeding for generation of climate resilient crops: progress and prospects. Front. Plant Sci. 6:563. doi: 10.3389/fpls.2015.00563

12. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektsii mnogoletnikh kormovykh rastenii*, 1979, 38 p.

13. Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoĭ obrabotki issledovanii),* Moscow, 351 p.

Информация об авторах:

Алексеева Валентина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6395-4333, valu_7@mail.ru

Неустроев Алексей Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8527-0178, anneystroevyniisx@mail.ru

Матвеева Анастасия Николаевна, лаборант-исследователь лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур,
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-0961-8420, anastasiya_nesterova_1999@inbox.ru

Бурцева Анастасия Дмитриевна, лаборант-исследователь лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур,
ORCID: http://orcid.org/0009-0008-1387-386X, anastasiadmitr30@gmail.com

Information about the authors:

Valentina I. Alekseeva, candidate of agricultural sciences, leading researcher,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6395-4333, valu_7@mail.ru

Aleksey N. Neustroev, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the laboratory of breeding and seed production of forage crops,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8527-0178, anneystroevyniisx@mail.ru

Anastasia N. Matveeva, laboratory assistant-researcher, laboratory of selection and seed production of forage crops,
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-0961-8420, anastasiya_nesterova_1999@inbox.ru

Anastasia D. Burtseva, laboratory assistant-researcher, laboratory of selection and seed production of forage crops,
ORCID: http://orcid.org/0009-0008-1387-386X, anastasiadmitr30@gmail.com

✉ **valu_7@mail.ru**

Научная статья
УДК 338.43:332.14
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_982

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ КАК НАБЛЮДАЕМАЯ ВЕЛИЧИНА: ВОЗМОЖНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ (НА МАТЕРИАЛАХ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ)

И.В. Балуров, М.У. Базарова,

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

Аннотация. Целью исследования является определение меры, действующей в муниципальной статистике, которая позволяет регулярно и объективно оценивать качество жизни сельского населения, и выявление последствий сужения наблюдения для адресных решений органов управления. В статье использованы данные базы показателей муниципальных образований Росстата по 21 сельскому району Республики Бурятия за 2008-2025 годы. Качество жизни разложено на семь компонентов, среди которых, доходы и труд, здравоохранение, образование, культура, физическая культура, бюджетная обеспеченность, миграционная привлекательность. По каждому компоненту проведен учет наблюдаемости, где представлены числа районов с доступными значениями в каждом году. Сводный индекс качества жизни рассчитан линейной нормировкой со сверткой средним геометрическим и построен дважды на одном и том же 2011 г., то есть по полному набору из семи компонентов и по усеченному набору, доступному в настоящее время. Одновременное наблюдение всех семи компонентов было возможно только в 2010 и 2011 годах. Показатели здравоохранения по муниципальным районам не публикуются с 2013 года, показатели культуры — с 2018 года, а бюджетные ряды районного уровня прерываются в 2012 году, сохраняя лишь объем социальных выплат по 15 районам из 21. Ранговая связь полного и усеченного индексов остается высокой (ρ = 0,844), однако, отдельные районы смещаются в рейтинге на 9 позиций из 21. Общая картина различий между территориями по сокращенному набору воспроизводится, но адресная работа с конкретным районом на нем невозможна. Предложен перечень показателей, восстановление которых в муниципальном наблюдении вернуло бы возможность сопоставимой оценки.

Ключевые слова: сельские территории, наблюдаемость показателей, сводный индекс, человеческий капитал, дифференцированный подход, опорные населенные пункты

Original article

QUALITY OF LIFE OF THE RURAL POPULATION AS AN OBSERVABLE QUANTITY: THE CAPACITY OF MUNICIPAL STATISTICS (EVIDENCE FROM THE REPUBLIC OF BURYATIA)

I.V. Balurov, M.U. Bazarova,

V.R. Filippov Buryat State Agricultural Academy, Ulan-Ude, Russia

Abstract. The purpose of the study is to establish to what extent current municipal statistics allow a regular and objective assessment of the quality of life of the rural population, and to determine the consequences of narrowing observation for targeted decisions by governing bodies. Materials and methods. The study uses the Rosstat database of municipal indicators for 21 rural districts of the Republic of Buryatia for 2008-2025. Quality of life is decomposed into seven components: income and labour, healthcare, education, culture, physical culture, budgetary capacity, and migration attractiveness. For each component an observability audit was carried out, counting the districts with available values in every year. The composite quality-of-life index is calculated by linear normalisation with a geometric mean aggregation and is constructed twice for the same year, 2011: on the full set of seven components and on the reduced set available today. Results. Simultaneous observation of all seven components was possible only in 2010 and 2011. Healthcare indicators for municipal districts have not been published since 2013 and culture indicators since 2018; district-level budget series break off in 2012, retaining only the volume of social payments for fifteen districts out of twenty-one. The rank association between the full and the reduced index remains high (ρ = 0.844), yet individual districts shift in the ranking by up to nine positions out of twenty-one. Conclusion. The general pattern of differences between territories is reproduced by the reduced set, but targeted work with a particular district is not possible on it. A list of indicators is proposed whose restoration in municipal observation would return the possibility of comparable assessment.

Keywords: rural areas, observability of indicators, composite index, human capital, differentiated approach, anchor settlements

Перенос акцента государственной политики с отраслевой поддержки на развитие сельских территорий поставил перед управлением задачу, которая прежде не возникала, а именно, сравнивать территории между собой не по объемам производства, а по условиям жизни людей. Опорные населенные пункты, дифференцированные меры поддержки, адресные программы закрепления кадров — все эти инструменты предполагают, что качество жизни в конкретном районе измеримо и сопоставимо с соседним.

Исследования последних лет эту потребность признают, но решают ее по-разному. Так, Л.Б.-Ж. Максанова с соавторами, анализируя опыт Республики Бурятия в диверсификации сельской экономики, приходят к выводу о необходимости дифференцированного подхода к территориям, не вошедшим в перечень опорных населенных пунктов [1]. Вывод справедлив, однако, критерия дифференциации работа не содержит, и это не упрек авторам, а следствие состояния информационной базы. Автор Е.В. Бочарова измеряет материальное и социальное благополучие сельских работников через репрезентативный опрос [2]. Такой подход дает глубину, но повторить его ежегодно по каждому району ни один орган управления не в состоянии. Исследователи В.О. Герасимов и А.А. Быков называют угрозы кадровой безопасности агропромышленного комплекса — старение трудовых ресурсов, отток квалифицированных специалистов, — опираясь на федеральные данные и экспертные оценки [3]. А.Т. Стадник, С.А. Шелковников и А.Э. Шилова группируют барьеры формирования человеческого капитала по целевым субъектам, от дошкольников до руководителей предприятий [4]. Во всех случаях диагноз ставится на уровне страны или отрасли, а решение принимается на уровне района.

Кроме того, автор А.А. Барлыбаев со своими экспертами описывают Х-фактор развития сельских территорий, как совокупность социокультурных составляющих, которая определяет результат, но плохо поддается учету принятыми показателями [5]. Мы полагаем, что проблема отчасти проще и практичнее, чем кажется, поскольку значительная часть условий жизни на селе поддается учету в принципе, но перестала собираться в муниципальном разрезе.

Отсюда цель исследования — установить, в какой мере действующая муниципальная статистика позволяет регулярно и объективно оценивать качество жизни сельского населения, и определить, чем оборачивается сужение наблюдения для адресных решений. А задачами настоящей работы являются:

- распределение качества жизни на составляющие, поддающиеся учету;
- отслеживание и наблюдаемость каждого компонента за 2008-2025 годы;
- построение сводного индекса по полному и по доступному сегодня наборам компонентов;
- измерение расхождения между ними.

© Балуров И.В., Базарова М.У., 2026

Наблюдение охватывает 21 муниципальный район Республики Бурятия. Города Улан-Удэ и Северобайкальск исключены из эмпирических данных, ввиду того, что исследование посвящено сельским территориям. Источником данных является база показателей муниципальных образований Росстата, охват 2008-2025 годов. Республиканский контекст состоит из 971,1 тыс. жителей республики, среди которых 398,2 тыс. людей, или 41,0% проживает в сельской местности, что в свою очередь, данная доля заметно выше среднероссийской.

Качество жизни разложено на семь компонентов, каждый из которых представлен одним измерителем:

- «доходы и труд» выражены среднемесячной заработной платой в образовании как отрасли, представленной в каждом районе;
- «здравоохранение» представлено численностью врачей на тысячу жителей;
- «образование» оценивается через коэффициент посещаемости дошкольных организаций, при его отсутствии, замещается численностью педагогических работников дошкольного звена;
- «культура» определяется численностью специалистов культурно-досуговой деятельности на тысячу жителей;
- «физическая культура» выражена числом спортивных сооружений на тысячу жителей;
- «бюджетная обеспеченность» представлена долей налоговых и неналоговых доходов местного бюджета, при ее отсутствии объем социальных выплат населению;
- «миграционная привлекательность» оценивается числом прибывших на тысячу жителей.

Учет наблюдаемости состоит в подсчете числа районов, для которых компонент имеет значение в данном году. Компонент считается наблюдаемым, если покрывает не менее пятнадцати районов из двадцати одного, иначе, при меньшем покрытии сравнение территорий теряет смысл.

Сводный индекс строится линейной нормировкой значений по крайним величинам среди районов с последующей сверткой средним геометрическим. Выбор свертки существен, поскольку среднее геометрическое не позволяет благополучию по одной стороне жизни компенсировать провал по другой, тогда как среднее арифметическое такую компенсацию допускает и сглаживает именно те различия, ради которых индекс и строится.

Ключевой методический прием работы состоит в следующем. Индекс рассчитывается дважды на одном и том же 2011 годе по полному набору из семи компонентов, которые наблюдались тогда, и по усеченному набору, доступному сегодня. Оба расчета относятся к одной территории, одному году и одной методике, но различается только состав компонентов. Расхождение результатов, измеренное коэффициентом ранговой корреляции Спирмена и сдвигами позиций в рейтинге, показывает, какую цену управление платит за сокращение наблюдения.

Особенности источника, учтенные в расчетах, назовем прямо. Разрез по видам экономической деятельности в разделе оплаты труда закодирован в поле подраздела, а не показателя, где содержится лишь период накопления итога, потому что чтение без учета подраздела приводит к подмене средней заработной платы отраслевой. Ряды публикуются четырьмя нарастающими итогами внутри года, точнее говоря, берется только итог за январь — декабрь. Значения 2011 года в ряду численности населения дословно повторяют значения 2010 года, поэтому для нормировки на численность за 2011 год используются данные 2010 года. Код 999999999 представляет собой служебное обозначение отсутствия данных. Часть записей базы задваивается, где запись с полным путем показателя сопровождается записью с пустым разделом.

Наблюдаемость компонентов. Учет наблюдаемости дал результат, определивший дальнейший ход работы (табл. 1, рис. 1). Одновременное наблюдение всех семи компонентов качества жизни было возможно лишь в 2010 и 2011 годах. Уже в 2013 году доступными остались три компонента из семи.

Наиболее резко сузилось «здравоохранение». По муниципальным районам публиковались двадцать два показателя такие, как численность врачей и среднего медицинского персонала, число больничных организаций, поликлинических отделений, фельдшерско-акушерских пунктов, женских консультаций. Последний год с полным покрытием — 2012-й, начиная с 2013 года ни один из них по районам не публикуется.

«Культура» сохранялась дольше, но и она ушла. Численность специалистов культурно-досуговой деятельности и библиотечных работников доступна по 2017 год включительно, причем покрытие в последние годы падает. В 2017 году значения имеются лишь для семи районов из двадцати одного, тогда как в 2011 году — для всех.

Бюджетные ряды районного уровня прерываются в 2012 году. «Доля налоговых и неналоговых доходов местного бюджета» публиковалась до 2020 года, а «расходы консолидированного бюджета района» отражались лишь в 2011 и 2012 годы. К настоящему времени из бюджетного блока по районам сохранился объем социальных выплат населению, и тот доступен для пятнадцати районов из двадцати одного.

Непрерывен за все восемнадцать лет только один компонент, как «доходы и труд». «Образование» прерывалось в 2013-2016 годах, «физическая культура» с 2012 по 2019 годы, после чего наблюдение по обоим возобновилось и держится до последнего доступного года. «Миграционная привлекательность» наблюдается с 2010 по 2023 годы, причем публикуется только число прибывших, а раздела о выбывших в базе нет, и миграционное сальдо района прямо не рассчитывается.

Перерывы такого рода заслуживают отдельного упоминания. Восстановленный, после четырехлетнего разрыва, ряд не дает непрерывной динамики, и поэтому сравнить состояние 2012 и 2017 годов можно, проследить, что происходило между ними, не представляется возможным. Для показателей, по которым принимаются решения о сети учреждений, это является существенным ограничением.

Что показывает полный индекс. По данным 2011 года, когда наблюдались все семь компонентов, сводный индекс качества жизни распределил районы в диапазоне от 0,121 до 0,477 при медиане 0,306 (табл. 2). Первые места заняли Кяхтинский (0,477), Тункинский (0,473) и Прибайкальский (0,435) районы, а аутсайдерами стали Хоринский (0,121), Иволгинский (0,134) и Бичурский (0,159) районы.

Обратим внимание на положение Иволгинского района. По качеству жизни в 2011 году он находился в самом низу перечня, тогда как по численности населения рос быстрее всех, поскольку с 2010 по 2024 годы прибавил 83,2%. Так, пригородное расположение обеспечивает приток жителей независимо от состояния социальной сферы, и поэтому данное обстоятельство необходимо учитывать, оценивая благополучие территорий по динамике населения.

Структура отставания районов. Сводная величина скрывает то, ради чего строится дифференцированный подход, различие причин отставания. Разложение индекса 2011 года по компонентам показывает, что слабое место у районов разное (табл. 2).

У десяти районов из двадцати одного самым слабым звеном оказалась «бюджетная обеспеченность», где медиана нормированных

Таблица 1. **Наблюдаемость компонентов качества жизни в сельских районах Республики Бурятия, 2008-2025 годы**
Table 1. **Observability of quality-of-life components in the rural districts of the Republic of Buryatia, 2008-2025**

Компонент	Показателей	Годы наблюдения	Последний год покрытия	Покрытие в 2024 году, районов из 21
Доходы и труд	7	2008-2025	2025	21
Здравоохранение	22	2008-2012	2012	не наблюдается
Образование	37	2008-2025	2025	21
Культура	3	2008-2017	2011	не наблюдается
Физическая культура	12	2008-2024	2024	21
Бюджетная обеспеченность	4	2010-2024	2024	15
Миграционная привлекательность	27	2010-2023	2023	не наблюдается

**Составлено авторами по данным базы показателей муниципальных образований Росстата.*
Компонент считается наблюдаемым при покрытии не менее пятнадцати районов из двадцати одного.

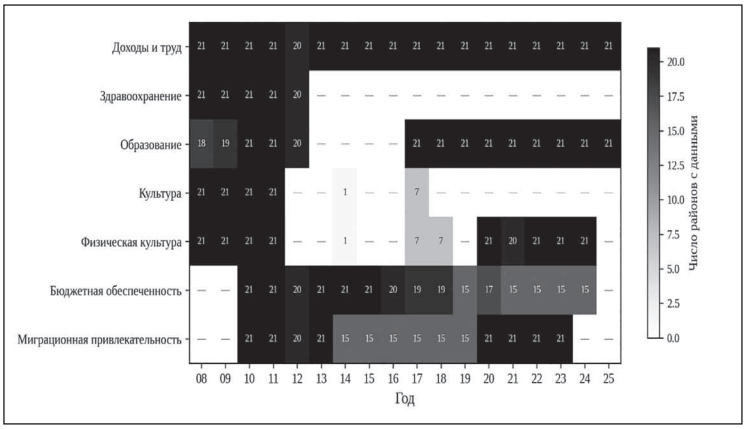


Рисунок 1. **Наблюдаемость компонентов качества жизни по годам: число районов Республики Бурятия с доступными значениями**
Figure 1. **Observability of quality-of-life components by year: number of districts of the Republic of Buryatia with available values**

Таблица 2. **Сводный индекс качества жизни и его компоненты в районах Республики Бурятия, 2011 год**
Table 2. **Composite quality-of-life index and its components in the districts of the Republic of Buryatia, 2011**

Район	Доходы и труд	Здравоохранение	Образование	Культура	Физическая культура	Бюджетная обеспеченность	Миграционная привлекательность	Индекс 2011
Кяхтинский	0,23	0,49	0,80	0,22	0,54	1,00	0,51	0,477
Тункинский	0,58	0,96	0,60	0,26	0,77	0,31	0,26	0,473
Прибайкальский	0,40	0,26	0,80	0,63	0,82	0,16	0,42	0,435
Баунтовский эвенкийский	1,00	1,00	0,60	0,69	0,37	0,12	0,14	0,430
Курумканский	0,47	0,55	0,80	0,41	0,68	0,09	0,46	0,421
Баргузинский	0,47	0,23	0,60	0,50	0,64	0,33	0,26	0,406
Кабанский	0,38	0,40	0,40	0,35	0,41	0,24	0,32	0,350
Северо-Байкальский	0,69	0,53	0,40	0,25	0,36	0,12	0,40	0,349
Мухоршибирский	0,31	0,31	0,60	0,36	0,78	0,12	0,26	0,339
Муйский	0,85	0,25	0,20	0,25	0,70	0,08	0,50	0,313
Заиграевский	0,26	0,17	0,40	0,26	0,49	0,47	0,28	0,312
Еравнинский	0,23	0,18	0,60	0,67	1,00	0,09	0,17	0,306
Окинский	0,29	0,92	1,00	1,00	0,47	0,18	0,00	0,300
Селенгинский	0,27	0,26	0,80	0,10	0,43	0,23	0,24	0,278
Джидинский	0,32	0,18	0,40	0,35	0,55	0,11	0,20	0,267
Тарбагатайский	0,25	0,04	0,40	0,53	0,31	0,09	0,64	0,229
Закаменский	0,03	0,34	0,80	0,45	0,57	0,02	0,51	0,222
Кижингинский	0,00	0,83	0,60	0,97	0,31	0,00	0,29	0,171
Бичурский	0,27	0,05	0,40	0,28	0,25	0,08	0,08	0,159
Иволгинский	0,52	0,00	1,00	0,28	0,00	0,06	1,00	0,134
Хоринский	0,19	0,44	0,00	0,00	0,79	0,16	0,37	0,121
Медиана	0,31	0,31	0,60	0,35	0,54	0,12	0,29	0,312

**Рассчитано авторами. Значения компонентов приведены к отрезку от нуля до единицы по крайним величинам среди районов; свертка — среднее геометрическое.*

Таблица 3. **Сопоставление рангов районов по полному и усеченному индексам и оценка по доступным сегодня данным**
Table 3. **Comparison of district ranks by the full and the reduced index and the assessment based on currently available data**

Район	Ранг по полному индексу 2011	Ранг по усеченному индексу 2011	Сдвиг	Усеченный индекс 2011	Индекс 2024
Кяхтинский	1	10	+9	0,465	0,099
Тункинский	2	1	-1	0,644	0,147
Прибайкальский	3	2	-1	0,640	0,175
Баунтовский эвенкийский	4	4	0	0,607	0,107
Курумканский	5	3	-2	0,636	0,113
Баргузинский	6	5	-1	0,564	0,157
Кабанский	7	14	+7	0,397	0,166
Северо-Байкальский	8	11	+3	0,461	0,144
Мухоршибирский	9	6	-3	0,527	0,126
Муйский	10	9	-1	0,493	0,192
Заиграевский	11	15	+4	0,373	0,149
Еравнинский	12	7	-5	0,515	0,140
Окинский	13	8	-5	0,513	0,105
Селенгинский	14	12	-2	0,455	0,138
Джидинский	15	13	-2	0,412	0,131
Тарбагатайский	16	16	0	0,315	0,112
Закаменский	17	18	+1	0,246	0,067
Кижингинский	18	20	+2	0,123	0,084
Бичурский	19	17	-2	0,299	0,108
Иволгинский	20	19	-1	0,173	0,065
Хоринский	21	21	0	0,114	0,112
Медиана				0,461	0,126

**Рассчитано авторами. Оба индекса за 2011 год построены на одних данных и по одной методике; различается только состав компонентов. Уровни индексов 2011 и 2024 годов между собой несопоставимы, сопоставимы только ранги.*

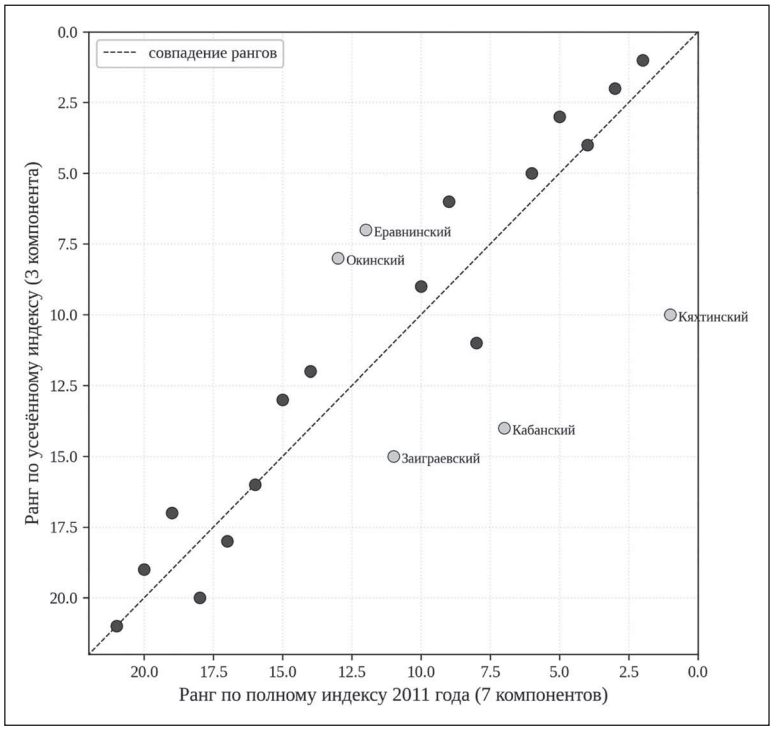


Рисунок 2. **Ранги районов по полному индексу 2011 года и по усеченному индексу из компонентов, доступных сегодня**
Figure 2. **District ranks by the full 2011 index and by the reduced index of components available today**

значений по этому компоненту составила 0,119. Иначе говоря, оно заметно ниже, чем по любому другому. У таких пяти районов, как Баргузинский, Бичурский, Заиграевский, Иволгинский и Тарбагатайский, в основании отставания лежит «здравоохранение». У трех, среди которых Кяхтинский, Селенгинский и Тункинский, запаздывает «культура».

Различия по отдельным компонентам достигают предельных значений шкалы. По обеспеченности врачами на тысячу жителей Баунтовский-эвенкийский, Тункинский и Окинский районы занимали в 2011 году верхние позиции, а Иволгинский, Тарбагатайский и Бичурский — нижние, причем разрыв между крайними значениями оказался кратным. По обеспеченности работниками культуры первенствовали Окинский и Кижингинский районы, замыкали перечень Хоринский и Селенгинский.

Существенно, что оба этих компонента, «здравоохранение» и «культура» из наблюдения выбыли. Именно те стороны жизни, по которым районы различались сильнее всего, и в которых лежала причина отставания половины территорий, сегодня недоступны для сравнения.

Цена сокращенного наблюдения. Расчет индекса на тех же данных 2011 года, но по трем компонентам, доступным сегодня, дал иную расстановку (табл. 3, рис. 2). Ранговая связь между полным и усеченным индексами высока, коэффициент Спирмена составил 0,844. Общая картина различий между территориями, таким образом, в целом воспроизводится и по сокращенному набору.

Однако, положение отдельных районов меняется существенно. Кяхтинский район, занимающий 1-е место, по полной оценке, по усеченной опускается на 10-е, и сдвиг составляет на 9 позиций вниз из 21. Кабанский район смещается с 7-го места на 14-е, Еравнинский поднимается с 12-го на 7-е, Окинский район опустился с 13-го на 8-е. Причина в том, что такие выбывшие компоненты, как «здравоохранение и культура» распределены между районами иначе, чем сохранившиеся.

Отсюда практический вывод. Сокращенный набор пригоден для общей характеристики региона, потому что он верно показывает, что различия между районами велики, и в целом, правдиво отделяет благополучные территории от неблагополучных. Но он непригоден для адресного решения о конкретном районе, а именно такие решения и требуются при выделении опорных населенных пунктов и распределении поддержки. Район, который был бы 1-м, по полной доступной оценке сегодня, оказывается в середине перечня.

Оценка по доступным данным. Расчет индекса за 2024 год по трем наблюдаемым компонентам показал диапазон от 0,065 до 0,192 при медиане 0,126 (табл.3). Сопоставлять уровни 2011 и 2024 годов между собой не представляется возможным ввиду того, что нормировка выполняется по крайним значениям внутри каждого расчета, а состав компонентов различается. Сопоставимы только ранги.

Лидируют, по доступной оценке, Муйский (0,192), Прибайкальский (0,175) и Кабанский (0,166) районы, а замыкают перечень Иволгинский (0,065), Закаменский (0,067) и Кижингинский (0,084) районы. Положение Иволгинского района за 13 лет не изменилось, он остается последним при продолжающемся притоке населения.

Полученный результат уточняет постановку задачи, сформулированную Л.Б.-Ж. Максановой с соавторами [1]. Дифференцированный подход к сельским территориям, не отнесенным к опорным, требует основания для дифференциации. Такое основание может быть построено на муниципальной статистике, где расчет 2011 года это показывает. Но сегодня оно опирается на три компонента вместо семи, и различие между районами по недостающим сторонам жизни остается вне поля зрения.

Соотнесение с работой Е.В. Бочаровой позволяет уточнить и разделение труда между подходами [2]. Опрос дает то, чего статистика дать не может, это восприятие благополучия самим работником, соотнесение притязаний и возможностей. Регулярная сопоставимая оценка по всем районам является задачей статистики. Данные инструменты не заменяют друг друга, но второй сейчас работает вполсилы, и нагрузка ложится на первый, который для ежегодного мониторинга по каждому району непригоден.

Соображение А.А. Барлыбаева с соавторами о слабой учитываемости социокультурных составляющих развития, [5] нашими данными подтверждается лишь отчасти. «Культура» как сторона жизни села учитывалась, когда численность специалистов культурно-досуговой деятельности и библиотечных работников собиралась по каждому району вплоть до 2017 года. Дело не в принципиальной неизмеримости, а в прекращении сбора.

Наконец, наблюдение соотносится с выводами исследований депопуляции сельских территорий. Э. Сан-Мартин Гонсалес и Ф. Солер-Вайя, устанавливая факторы уменьшения численности населения в малых муниципалитетах Испании, опираются на доступность образовательных и медицинских услуг в разрезе отдельного муниципалитета [6]. Э. Вера-Тоскано с соавторами прослеживают удержание молодежи в аграрном секторе Австралии продольным методом, соединяя данные о людях с данными о территориях [7]. Оба исследования опираются на такую информационную базу, которая по российским сельским районам в настоящее время недоступна.

Ограничения работы назовем прямо. Каждый компонент представлен одним измерителем, тогда как содержательно он шире. Выбор измерителя определялся требованием сплошного покрытия районов. Значения индексов, рассчитанных по разным наборам компонентов, несопоставимы по уровню, но соизмеримы по рангам. Наконец, высокая ранговая связь полного и усеченного индексов ($\rho = 0{,}844$) означает, что сокращение наблюдения не разрушило картину целиком. И вывод касается адресной работы с отдельной территорией, а не общей характеристики региона.

Проведенный учет наблюдаемости показал, что сводная оценка качества жизни сельского населения по муниципальным данным была возможна в 2010-2011 годах, и в полном объеме невозможна сейчас. Из семи компонентов регулярно наблюдаются три: «доходы и труд», «образование», «физическая культура». «Здравоохранение» выбыло из муниципального наблюдения после 2013 года, «культура» — после 2017 года, бюджетные показатели районного уровня прерваны в 2012 году.

Сравнение индексов, построенных на одних и тех же данных 2011 года по полному и усеченному наборам компонентов, дало ранговую связь 0,844 при сдвигах положения отдельных районов до 9 позиций из 21. Сокращенная база пригодна для общей характеристики региона и непригодна для адресных решений о конкретной территории.

Для восстановления возможности сопоставимой оценки достаточно вернуть в муниципальное наблюдение ограниченный перечень таких показателей, как численность врачей и среднего медицинского персонала, число фельдшерско-акушерских пунктов, численность работников учреждений культуры и библиотек, доходы и расходы консолидированного бюджета района. Все они собирались до 2013 года и не требуют создания новых форм учета. К этому перечню целесообразно добавить показатели, отражающие связи между институтами сельской территории, а именно, число договоров образовательных организаций с хозяйствами, численность обучающихся в профильных классах аграрной направленности, долю выпускников, трудоустроившихся в районе выпуска. Без такого наблюдения дифференцированный подход к сельским территориям останется декларацией, а решения об отнесении населенных пунктов к опорным будут приниматься на основании неполной картины.

Список источников

1. Л.Б.-Ж. Максанова, Т.Б. Бардаханова, С.Д. Иванова, С.Д. Жамбалова. (2026). Диверсификация сельской экономики и занятость: опыт Республики Бурятия // АПК: экономика, управление. № 4. С. 115-126.
2. Бочарова Е.В. (2026). Материальное и социальное благополучие профессионально мотивированных работников в сельской местности // АПК: экономика, управление. № 3. С. 131-141.
3. Герасимов В.О., Быков А.А. (2026). Человеческий капитал как основа кадровой безопасности агропромышленного комплекса России // АПК: экономика, управление. № 2. С. 122-131.
4. Стадник А.Т., Шелковников С.А., Шилова А.Э. (2026). Барьеры формирования и развития человеческого капитала аграрной сферы в современных условиях // Аграрный вестник Урала. Т. 26, № 5. С. 972-982.
5. Барлыбаев А.А., Ситнова И.А., Барлыбаев У.А., Саитбаталова В.Т. (2026). Х-фактор развития сельских территорий // АПК: экономика, управление. № 3. С. 115-123.
6. San-Martín González, E., Soler-Vaya, F. (2024). Depopulation determinants of small rural municipalities in the Valencia Region (Spain). *Journal of Rural Studies*. Vol. 110.
7. Vera-Toscano, E., Waite, C., Cuervo, H. (2026). Tracing young people's entry and retention in the Australian agriculture sector: a longitudinal analysis of rural employment pathways // Journal of Rural Studies. Vol. 123. Art. 104010.
8. Бурятстат. Статистический ежегодник Республики Бурятия, 2025. Улан-Удэ, 2025. 312 с.
9. Росстат. База данных показателей муниципальных образований. http://www.gks.ru/dbscripts/munst (дата обращения: 01.07.2026).

References

1. L.B.-Zh. Maksanova, T.B. Bardakhanova, S.D. Ivanova, S.D. Zhambalova. (2026). *Diversifikatsiya sel'skoi ehkonomiki i zanyatost': opyt Respubliki Buryatiya* [Diversification of the rural economy and employment: the experience of the Republic of Buryatia. APK: economics, management, no. 4, pp. 115-126.
2. Bocharova, E.V. (2026). *Material'noe i sotsial'noe blagopoluchie professional'no motivirovannykh rabotnikov v sel'skoi mestnosti* [Material and social well-being of professionally motivated workers in rural areas]. APK: *ehkonomika, upravlenie*, no. 3, pp. 131-141.
3. Gerasimov, V.O., Bykov, A.A. (2026). *Chelovecheskii kapital kak osnova kadrovoi bezopasnosti agropromyshlennogo kompleksa Rossii* [Human capital as the basis for personnel security in the Russian agro-industrial complex]. APK: *ehkonomika, upravlenie*, no. 2, pp. 122-131.
4. Stadnik, A.T., Shelkovnikov, S.A., Shilova, A.Eh. (2026). *Bar'ery formirovaniya i razvitiya chelovecheskogo kapitala agrarnoi sfery v sovremennykh usloviyakh* [Barriers to the formation and development of human capital in the agricultural sector in modern conditions]. *Agrarnyi vestnik Urala*, vol. 26, no. 5, — pp. 972-982.
5. Barlybaev, A.A., Sitnova, I.A., Barlybaev, U.A., Saitbatalova, V.T. (2026). *Kh-faktor razvitiya sel'skikh territorii* [X-factor for the development of rural areas]. APK: *ehkonomika, upravlenie*, no. 3, pp. 115-123.
6. San-Martín González, E., Soler-Vaya, F. (2024). Depopulation determinants of small rural municipalities in the Valencia Region (Spain). Journal of Rural Studies. Vol. 110. Art. 103369.
7. Vera-Toscano, E., Waite, C., Cuervo, H. (2026). Tracing young people's entry and retention in the Australian agriculture sector: a longitudinal analysis of rural employment pathways. Journal of Rural Studies, vol. 123, Art. 104010.
8. *Burjatstat. Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Burjatija*, 2025, Ulan-Ude, 312 p.
9. *Rosstat. Baza dannyh pokazatelej municipal'nyh obrazovanij*. http://www.gks.ru/dbscripts/munst.

Информация об авторах:

Балуров Иван Викторович, соискатель учёной степени кандидата экономических наук,
ORCID: http://orcid.org/0009-0000-0193-0822, baluron@yandex.ru
Базарова Мария Урбиновна, кандидат экономических наук, доцент,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4440-0685 SPIN-код: 5547-7440, AuthorID: 499496, ardan07@mail.ru

Information about the authors:

Ivan V. Balurov, applicant, ORCID: http://orcid.org/0009-0000-0193-0822, baluron@yandex.ru
Mariya Urb. Bazarova, candidate of economic sciences, associate professor,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4440-0685, SPIN: 5547-7440, AuthorID: 499496, ardan07@mail.ru

✉ **ardan07@mail.ru**

Научная статья
УДК 632.93:634.21
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_986

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

П.П. Охлопкова, А.В. Протопопова

Якутский научно — исследовательский институт сельского хозяйства
им. М.Г. Сафронова, Республика Саха (Якутия), Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности предпосадочной обработки картофеля сорта Якутянка в условиях Центральной Якутии. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на экспериментальных стационарах в Хангаласском улусе Республики Саха (Якутия) на мерзлотно-лугово-черноземной почве. Схема опыта предусматривала применение Максим, КС (флудиоксонил (25 г/л) с нормой расхода 0,4 л/т; Селест Топ, КС (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л) с нормой расхода 0,4 л/т; Престиж, КС (имидаклоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л) с нормой расхода 0,7 л/т; Фитоспорин-М,Ж (*Bacillus subtilis*, штамм 26 Д, титр не менее 1 млрд живых клеток и спор/мл) с нормой расхода 0,05 гр/т. Оценивали полевую всхожесть, рост и развитие картофеля, распространенность и развитие ризоктониоза в период вегетации и на клубнях нового урожая, парши обыкновенной, сухой гнили после закладки картофеля на хранение. Установлено, что в годы исследований в условиях региона испытываемые препараты оказывали положительное влияние на биометрические показатели растений картофеля, высота растений картофеля в фазу цветения составляла — 39,5-44,0 см, на распространенность 5,9…8,5% и на развитие 1,7…2,3%, что ниже контрольного варианта на 9,9% и 2,7%. Биологическая эффективность препаратов составила 46,7-66,8%. Применение препарата Селест Топ обеспечило максимальную прибавку урожайности — 9,1 т/га, увеличение товарных клубней на 31,0%. По данным оценки качества клубней во время хранения выявлено, что изучаемые препараты положительно повлияли на лежкость клубней. Применение химических фунгицидов в целом позволило снизить пораженность возбудителями ризоктониоза до 5,3…14,1%, по сравнению с контролем 17,0%, возбудителем парши обыкновенной 0,5…2,5%, в контроле — 7,9%.

Ключевые слова: семенные клубни, ризоктониоз, предпосадочная обработка, фунгициды, урожайность, качество

Финансирование: исследования выполнены в рамках проведения государственного задания Минобрнауки РФ FWRS 2024-0026 с использованием оборудования ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН по Гранту № 13.ЦКП.210016.

Original article

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PRE-PLANTING TREATMENT OF POTATOES IN CENTRAL YAKUTIA

P.P. Okhlopkova, A.V. Protopopova

Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia

Abstract.. This article presents the results of a study evaluating the effectiveness of pre-planting treatment of the Yakutyanka potato variety in Central Yakutia. The study was conducted in 2024–2025 at experimental sites in the Khangalassky District of the Sakha Republic (Yakutia) on permafrost-meadow-chernozem soil. The experimental design included the use of Maxim, KS (fludioxonil (25 g/l) at a rate of 0.4 l/t; Celeste Top, KS (thiamethoxam, 262.5 g/l + difenoconazole, 25 g/l + fludioxonil, 25 g/l) at a rate of 0.4 l/t; Prestige, KS (imidacloprid, 140 g/l + pencycuron, 150 g/l) at a rate of 0.7 l/t; Fitosporin-M, Zh (Bacillus subtilis, strain 26 D, titer of at least 1 billion live cells and spores/ml) at a rate of 0.05 g/t. We assessed field germination, growth and development of potatoes, the prevalence and development of rhizoctonia during the growing season and on tubers of the new crop, scab common, dry rot after placing potatoes in storage. It was found that during the years of research in the conditions of the region, the tested preparations had a positive effect on the biometric parameters of potato plants, the height of potato plants in the flowering phase was 39.5-44.0 cm, the prevalence of 5.9…8.5% and development of 1.7…2.3%, which is lower than the control variant by 9.9% and 2.7%. The biological efficiency of the preparations was 46.7-66.8%. The use of the preparation Celeste Top provided the maximum increase in yield — 9.1 t / ha, an increase in marketable tubers by 31.0%. According to the assessment of the quality of tubers during storage, it was revealed that the studied preparations had a positive effect on the keeping quality of tubers. The use of chemical fungicides in general made it possible to reduce the infestation by rhizoctonia pathogens to 5.3…14.1%, compared to the control 17.0%, by the causative agent of common scab 0.5…2.5%, in the control — 7.9%.

Keywords: seed tubers, rhizoctonia, pre-planting treatment, fungicides, yield, quality

Acknowledgments: the research was carried out as part of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation FWRS 2024-0026, using equipment from the Central Collective Use Facility of the Federal Research Center Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences under Grant No. 13.TsKP.210016.

В последние годы в связи с изменением климата в местных условиях при возделывании картофеля большое значение приобретает распространённость и развитие грибных болезней. Мерзлотные почвы Якутии заселены значительным количеством микроорганизмов, в том числе фитопатогенных, которые могут вызывать заболевания различных сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля. В продукции агропромышленного комплекса Якутии, производимой для питания населения, возделывание картофеля занимает одно из лидирующих мест, причем более 70% площадей находится в частном секторе. Многие сельхозтоваропроизводители республики нарушают разработанную зональную технологию выращивания культуры, из-за дефицита финансовых и материальных ресурсов, что создает благоприятные условия для массового распространения и развития возбудителей болезней, а также возникновения и сохранения в мерзлотных почвах почвенных инфекций. [9].

Бессменное возделывание картофеля, отсутствие севооборотов из-за недостатка и сокращения орошаемых посевных площадей, позднее созревание почвы, также использование семенного посадочного материала низкого качества, без соблюдения требований, изложенных в ГОСТ 33996-2016, вступившего в силу на территории Российской Федерации с 1 января 2018 г, приводят к дальнейшему накоплению инфекции в почве, растениях и клубнях нового урожая [2].

В настоящее время резкое снижение применения органических и минеральных удобрений, отсутствие мелиорации земель приводит к снижению плодородия и повышению засоленности мерзлотных почв, что отрицательно сказывается на возделывании картофеля.

Особенности природно-климатических условий Якутии способствуют доминированию и сохранению отдельных представителей почвообитающих патогенов. Также несмотря на

© Охлопкова П.П., Протопопова А.В., 2026

проведение всех профилактических и защитных мероприятий на семенных посадках во время вегетации, остается актуальной проблема поражения посадочного материала грибными инфекциями. Поэтому особое внимание при проведении защитных мероприятий следует уделить предпосадочной обработке клубней. Кроме того, этот метод считается более безопасным в экологическом отношении — использование препаратов для обработки клубней позволяет снизить нагрузку на биоценоз почвы благодаря сокращению числа обработок в период вегетации. Комплексное изучение химических и биологических препаратов, остается актуальной в научном и практическом плане [2].

Цель исследований — оценка эффективности предпосадочной обработки семенных клубней картофеля на развитие ризоктониоза в условиях Центральной Якутии.

Методика исследований. Схема опыта включала следующие варианты: контроль — без использования протравителей; Максим, КС (флудиоксонил (25 г/л) с нормой расходы 0,4 л/т; Селест Топ, КС (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л) с нормой расхода 0,4 л/т; Престиж, КС (имидаклоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л) с нормой расхода 0,7 л/т; Фитоспорин-М,Ж (*Bacillus subtilis*, штамм 26 Д, титр не менее 1 млрд живых клеток и спор/мл) с нормой расхода 0,05 гр/т. Обработку семенного посадочного материала фунгицидами проводили за день до посадки ранцевым мелкодисперсным опрыскивателем «Profession» с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/т. В период бутонизации растения обрабатывали контактно-системным фунгицидом Метамиил, МЦ ВДГ (2,5 кг/га) в соответствии с рекомендациями Списка пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ по их применению (расход рабочей жидкости 300 л/га). Предшественник — овес на зеленую массу. Площадь учетной делянки — 25 м^2 (100 клубней картофеля), повторность — трехкратная, размещение — рендомизированное. В опыте использовали партию клубней картофеля семенной фракции однородные по качеству раннего сорта Якутянка столового назначения. Сорт устойчив к раку картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоде, среднеустойчив по ботве и клубням к фитофторозу [9,11].

Технология возделывания картофеля общепринятая по региону, срок посадки — первая декада июня, уборки первая декада сентября, по предшественнику — овес на зеленую массу. Обработка почвы состояла из дискования, боронования в два следа с внесением минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{90}$. Уход за растениями включал рыхление, окучивание, против сорных растений проводилась однократная обработка гербицидом Зенкор в норме 400л/га. Основная уборка картофеля проводилась картофелекопателем с ручной подборкой клубней.

Расчет биологической эффективности протравителей, наблюдения и учеты проводили по стандартным общепринятым методикам ВНИИКХ, ВИЗР [3-8, 12,13]. Статистическую обработку результатов эксперимента проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2, 10].

Почва опытного участка мерзлотно луговочерноземная легкосуглинистая солончаковатая, имеет следующие агрохимические показатели: содержание гумуса почвы составляет от 2,69% до 3,29% (степень содержания — среднее), характеризуется щелочной реакцией среды pH — 7,57-8,2, содержание подвижного фосфора и калия высокое (342,0 мг/кг почвы),

Метеорологические условия. Вегетационный период 2024 г. был неблагоприятным для роста и развития растений и характеризируется ранней теплой весной, с дефицитом осадков, жарким летом с перепадами дневных и ночных температур. Гидротермический коэффициент летних месяцев составил 0,61, наблюдалась засуха.

Снежный покров растаял в первой декаде мая. Среднесуточная температура воздуха выше 5°С установилась в начале второй декады мая. Средняя температура воздуха в мае месяце +8,1°С, что превышает многолетние показатели на 2,4°С. При этом сумма осадков за весь месяц составила лишь 7,5 мм, что ниже нормы (19 мм) на 60%. В первой и второй декаде мая среднедневная температура воздуха выше нормы на 2,5 и 0,5°С, соответственно. В конце мая наблюдается резкое повышение температуры воздуха, максимальная температура воздуха + 30,2°С. Наблюдается весенняя засуха.

По температурным показателям июнь характеризуется резкими колебаниями дневных и ночных температур. Среднемесячная температура месяца составила +16,7°С, максимальная температура воздуха 30,6^{0}С , минимальная — 0,9^{0}С. Общее количество осадков составило 7,1 мм, при норме в 37,0 мм.

В июле среднемесячная температура воздуха зафиксирована на уровне 20,2°С, в то время как максимальное значение достигло +33,3°С. Общее количество осадков составило 10,2 мм, что на 79% ниже установленной нормы. В августе средняя температура составила 14,6°С, что на 0,7°С ниже нормы. Наибольшая температура была зарегистрирована в первой декаде месяца и составила 28,8°С. Общее количество осадков в августе достигло 23,8 мм, при норме 44 мм. Среднемесячная температура в сентябре была чуть ниже среднемноголетней и составила 5,6°С при норме 6,0°С.

Вегетационный период 2025 г. был также неблагоприятным для роста, развития и продуктивности картофеля из-за недостатка суммы активных температур (+10°С) -1000°С, при среднемноголетней — 1400°С; что способствовало развитию ризоктониоза.

Снежный покров растаял в первой декаде мая. Среднесуточная температура воздуха выше 10°С установилась в начале третьей декады мая. Средняя температура воздуха составляла +8,8°С, что превышает многолетние показатели на 1,7°С. При этом сумма осадков за весь месяц составила 30,6 мм, что выше нормы (18,8 мм) на 63%.

По температурным показателям июнь характеризуется резкими колебаниями дневных и ночных температур. Среднемесячная температура месяца составила +14,8°С, максимальная температура воздуха 29,9^{0}С, минимальная — 1,2^{0}С. Общее количество осадков составило 43,2 мм, при норме в 28,9 мм.

В июле среднемесячная температура воздуха зафиксирована на уровне 19,4°С, максимальное значение достигло +31,4°С. Общее количество осадков составило 38,3 мм, что на 27% ниже установленной нормы. В августе средняя температура составила 15,2°С, что на 0,5°С выше нормы. Общее количество осадков в августе достигло 22,3 мм, при норме 43,6 мм. Среднемесячная температура в первой декаде сентября была чуть ниже среднемноголетней и составила 10,7°С при норме 8,9°С.

Сумма активных температур (выше 10°С) в 2024 г. была равна 1300°С, в 2025 г. — 1000°С, гидротермический коэфициент — соответственно 0,61 (засуха) и 1,22 (обеспеченное увлажнение).

Результаты исследований. С целью оценки эффективности предпосадочной обработки клубней картофеля на рост растений были проведены учет появления всходов и массового цветения растений. Подсчет всходов проводился с 26 июня, в условиях 2025 года полные всходы растений картофеля появились на 6 дней позже, чем в 2024 году. Предпосадочная обработка семенного материала фунгицидами в течение двух лет не оказала существенного влияния на всхожесть, количество взошедших растений в фазе массовых всходов в вариантах с обработкой составило 97,5-98,5%, что на уровне контрольного варианта — 96,7%. Вместе с тем установлено, что в годы исследований испытываемые препараты оказывали положительное влияние на биометрические показатели растений картофеля. Высота растений картофеля в фазу цветения составляла — 39,5-44,0 см, при этом наибольшая высота отмечена в варианте обработки фунгицидом Селест Топ 46,3 см, что выше контрольного варианта на 10,8 см. Наряду с увеличением высоты растений, в вариантах с обработкой отмечено повышение количества основных стеблей на 0,4-1,0 шт. (табл. 1)

Таблица 1**. Влияние предпосадочной обработки на биометрические показатели растений картофеля**
Table 1. **The influence of pre-planting treatment on the biometric parameters of potato plants**

Варианты	Полевая всхожесть, %	Высота растений, см	Число стеблей в 1 кусте, шт.
Контроль	96,5	33,9	1,7
Максим, КС	98,0	42,9	2,4
Селест Топ, КС	98,7	43,6	2,8
Престиж, КС	98,0	44,0	2,5
Фитоспорин, М	97,5	39,5	1,4

Таблица 2. **Распространенность и развитие ризоктониоза на стеблях картофеля, %**
Table 2. **Prevalence and development of Rhizoctonia on potato stems, %**

Варианты опыта	Бутонизация		Перед уборкой	
	P[1]	R[2]	P[3]	R
Контроль	8,5	2,5	15,8	4,4
Максим, КС	4,5	1,4	7,3	2,0
Селест Топ, КС	3,7	1,0	5,9	1,5
Престиж, КС	5,0	1,5	6,7	1,7
Фитоспорин-М, Ж	5,7	1,9	8,5	2,3

[1] Распространенность
[2] Развитие

Таблица 3. **Влияние предпосадочной обработки на урожайность картофеля**
Table 3. **Effect of pre-planting treatment on potato yield**

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Товарность, %
		т/га	%	
Контроль	5,2	-	-	36,4
Максим, КС	9,1	3,9	69,6	49,1
Селест Топ, КС	9,7	4,5	72,1	67,4
Престиж, КС	9,1	3,9	70,2	56,6
Фитоспорин-М, Ж	7,4	2,2	30,4	50,9
$НСР_{05}$	2,2			

Таблица 4. **Влияние предпосадочной обработки на качество клубней картофеля**
Table 4. **Effect of pre-planting treatment on the quality of potato tubers**

Вариант	Поражение болезнями, %				Всего клубней, %	
	ризоктониоз	парша обыкновенная	сухая гниль	мокрая гниль	больные	здоровые
Контроль	17,0	7,9	4,3	1,6	30,8	69,2
Максим	5,3	0,7	-	-	6,0	94,0
Селест Топ, КС	6,8	0,5	-	-	7,8	92,7
Престиж, КС	8,4	1,4	-	-	9,8	90,2
Фитоспорин-М, Ж	14,1	2,5	0,6	0,9	18,1	81,9

При проведении учета распространенности болезней в период бутонизации на растениях не отмечено проявления вирусных и бактериальных болезней. Наблюдалось развитие рзоктониоза на стеблях, при этом максимальная распространённость болезни отмечалась в контроле — 8,5%, развитие 2,5%. Предпосадочная обработка клубней сдерживала распространенность и развитие болезни во всех вариантах в 1,4-2,2 раза (табл.2).

По результатам предуборочной пробы отмечается тенденция снижения распространенности и развития ризоктониоза на стеблях в вариантах обработки. Наибольший биологический эффект получен при использовании препаратов Селест Топ и Престиж — 1,5-2,0%, по сравнению с контролем- 4,4%. Биологическая эффективность препаратов составила 46,7-66,8% (табл.3)

По результатам исследований, представленных в таблице 3 показано, что все препараты способствовали повышению урожайности картофеля в среднем на 7.4…9,1 т/га (30,4…69,6%), по сравнению с контролем -5,2 т/га. Наибольшая прибавка урожайности отмечена в варианте обработкой препаратом Селест Топ, КС — 9,1 т/га (101,0%) (табл.3).

Таким образом, несмотря на неблагоприятные условия вегетационных периодов в годы исследований отмечено положительное влияние предпосадочной обработки протравителями на формирование ботвы картофеля, урожайности и товарности картофеля.

По данным оценки качества клубней во время хранения выявлено, что изучаемые препараты положительно повлияли на лежкость клубней, процент больных клубней при обработке фунгицидами был ниже 6,0-18,1% по сравнению с контролем 30,8%. Небольшое количество больных клубней сухой фузариозной гнилью и бактериальной мокрой гнилью отмечено в контроле и в варианте с обработкой препаратом Фитоспорин, М. Применение химических фунгицидов в целом позволили снизить пораженность возбудителями ризоктониоза до 5,3…14,1%, по сравнению с контролем 17,0%. Поражение клубней возбудителем парши обыкновенной в вариантах обработки препаратами составило — 0,5…2,5%, по сравнению с контролем 7,9%. Наилучшие показатели отмечены в варианте обработки препаратом Максим, КС выход здоровых клубней составил 94,0%, по сравнению с контролем 69,2% (табл.4). В целом предпосадочная обработка протравителями позволило снизить пораженность клубней возбудителями болезней и улучшить качество продукции.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований разработаны способы применения фунгицидов и биопрепарата для использования в системе защиты картофеля от ризоктониоза в условиях Центральной Якутии, обеспечивающий снижение распространенности и развития ризоктониоза в 2,0 раза, повышения урожайности до 72,0%, сохранности клубней во время хранения — 24,8%

Список источников

1. Гайнатулина В.В. Влияние предпосадочной обработки клубней, почвы и вегетирующих растений картофеля на устойчивость к ризоктониозу / В.В. Гайнатулина, О.И. Хасбиуллина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2025. № 6. с. 17-22. DOI: 10.7868/S3034519725060036.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Росагропромиздат, 1988. 255 с.

3. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. М.: Персек, 1995.107 с.

4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. С-Пб., 2009. 378 с.

5. Моисейченко, В.Ф. и др. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.Ф. Трифонова. М.: Колос, 1996. 335 с.

6. Опытное дело в полеводстве. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.

7. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / под ред. М.К. Хохрякова. Л.: Колос, 1984. 303 с.

8. Рекомендации по учёту и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. Воронеж: Всероссийский НИИ защиты растений, 1984. 273 с.

9. Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия) на период до 2020 г. Российская академия сельскохозяйственных наук. ЯНИИСХ. Якутск, 2017. 416 с.

10. Сорокин О.Д. Пакет прикладных программ СНЕДЕКОР. Применение математических методов и ЭВМ в почвоведении, агрохимии и земледелии: Тезисы докладов 3-ей научной конфекции Российского общества почвоведов. Барнаул, 1992. С. 97.

11. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2019 год. Справочное издание, 848 с.

12. Справочник агронома по защите растений. Под ред. А.Ф. Ченкин, В.А. Черкасов В.А. Захаренко, Н.Р. Гончаров. М.: Россельхозиздат, 1990. 367с.

13. Чумаков А.Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Е. Чумаков, Т.И. Захарова. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 127 с.

14. Weinhold, A. R. Population of Rhizoctonia solani in agricultural soils determined by a screening procedure // Phytopathology. 1977. Vol. 67, № 4. P. 566-569.

References

1. Gainatulina, V. V. (2025). Effect of pre-planting treatment of tubers, soil and vegetative potato plants on resistance to rhizoctonia / V.V. Gainatulina, O.I. Khasbiullina . Bulletin of the Russian agricultural science, no. 6, pp. 17-22. DOI: 10.7868/S3034519725060036.

2. Dospekhov, B. A. (1988). Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results), Moscow, *Rosagropromizdat*, 255 p.

3. Research methodology for protecting potatoes from diseases, pests, weeds and immunity, Moscow, Persek, 1995, 107 p.

4. Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture, St. Petersburg, 2009, 378 p.

5. Moiseychenko, V.F. (1996). Fundamentals of scientific research in agronomy, Moscow, *Kolos,* 335 p.

6. Experimental work in field cultivation, Moscow, *Rosselkhozizdat*, 1982, 190 p.

7. Identifier of diseases of agricultural crops, *Kolos,* 1984, 303 p.

8. Recommendations for accounting and identification of pests and diseases of agricultural plants, Voronezh, All-Russian Research Institute of Plant Protection, 1984, 273 p.

9. The system of agricultural production in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period up to 2020, Russian Academy of Agricultural Sciences, Yakutia Research Institute of Agriculture, *Yakutsk*, 2017, 416 p.

10. Sorokin, O.D. (1992). The SNEDEKOR application software package. Application of mathematical methods and computers in soil science, agrochemistry and agriculture: Abstract of the report of the 3rd scientific conf. Russian Society of Soil Scientists, *Barnaul*, 97 p.

11. List of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation, 2019, Reference publication, 848 p.

12. Agronomist's Handbook of Plant Protection, Moscow, *Rosselkhozizdat*, 1990, 367 p.

13. Chumakov, A.E. (1990). Harmfulness of agricultural crop diseases, Moscow, *VASKhNIL*, 127 p.

14. Weinhold, A. R. (1977). Population of Rhizoctonia solani in agricultural soils determined by a screening procedure. Phytopathology, vol. 67, no. 4.

Информация об авторах:

Охлопкова Полина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, главный научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0007-5359-6299, polina.petrovna.2020@bk.ru

Протопопова Анна Викторовна, старший научный сотрудник, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7083-8138, annanii@yandex.ru

Information about of authors:

Polina P. Okhlopkova, doctor of agricultural sciences, deputy director for scientific work, chief researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0007-5359-6299, polina.petrovna.2020@bk.ru

Anna V. Protopopova, senior researcher, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7083-8138, annanii@yandex.ru

✉ **annanii@yandex.ru**

Научная статья
УДК 635.21:631.5
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_989

ОТЗЫВЧИВОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА КАШТАК НА ПРИЕМЫ АГРОТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Васильев, Н.А. Давыдова

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр,
Екатеринбург, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния приёмов агротехники на урожайность и качество клубней картофеля сорта Каштак в условиях Челябинской области. Установлено, что уплотнение схемы посадки с 75х27 до 75х19 см повышает урожайность клубней в среднем на 10,7 т/га, внесение удобрений в дозах на урожай 40 и 60 т/га — на 11,2 и 20,8 т/га, соответственно. Обработка клубней биостимулятором Мивал-агро повышала продуктивность картофеля на 2,2 т/га, яровизация — на 5,4 т/га, протравливание — на 4,3 т/га, однократный полив растений — на 7,0 т/га, оптимальный срок посадки — на 0,9-2,0 т/га. Наибольшая урожайность картофеля сорта Каштак (82,0 т/га) получена при загущенной посадке (75х14 см) на фоне внесения удобрений N240P252K267 и однократного полива в условиях неравномерного увлажнения 2023 года. Содержание крахмала в клубнях сорта Каштак изменялось в значительных пределах: от 11,2% в условиях избыточно влажного 2024 года до 20,5% в засушливом 2021 году. Повышение крахмалистости клубней обеспечивали: оптимальный срок посадки (на 0,26–1,72%), загущение агроценоза (на 0,25–0,48%), яровизация (на 0,90%) и обработка семенного материала препаратом Мивал-агро (1,01%), тогда как внесение удобрений, полив и протравливание картофеля снижало этот показатель на 0,52–1,40%, на 0,71 и 0,75% соответственно. Оптимальной агротехникой сорта Каштак в Челябинской области является посадка 14-16 мая пророщенными клубнями с густотой 49-70 тыс. шт./га на минеральном фоне, расчитанном на урожай 40-60 т/га и при необходимости — однократного полива.

Ключевые слова*:* урожайность, крахмалистость, подготовка к посадке, срок посадки, густота посадки, минеральные удобрения, полив

Благодарности*:* исследование выполнено в рамках государственного задания по теме 0532-2026-0010 «Разработка технологий производства высококачественного семенного материала экономически значимых сельскохозяйственных культур в условиях Уральского региона».

Original article

RESPONSIBILITY OF KASHTAK POTATO VARIETY TO AGRICULTURAL TECHNIQUES IN THE CHELYABINSK REGION

A.A. Vasiliev, N.A. Davydova

Ural Federal Agrarian Research Center, Ekaterinburg, Russia

Abstract. This article presents the results of a study examining the impact of agricultural practices on the yield and quality of Kashtak potato tubers in the Chelyabinsk region. It was found that increasing the planting spacing from 75×27 to 75×19 cm increased tuber yield by 10.7 t/ha on average, while applying fertilizers at doses for yields of 40 and 60 t/ha increased yield by 11.2 and 20.8 t/ha, respectively. Treatment of tubers with the Mival-agro biostimulant increased potato productivity by 2.2 t/ha, pre-sprouting — by 5.4 t/ha, seed treatment — by 4.3 t/ha, a single watering of plants — by 7.0 t/ha, the optimal planting time — by 0.9-2.0 t/ha. The highest yield of the Kashtak potato variety (82.0 t/ha) was obtained with dense planting (75×14 cm) with N240P252K267 fertilizer application and a single watering under uneven moisture conditions in 2023. The starch content in Kashtak tubers varied significantly: from 11.2% under excessively wet conditions of 2024 to 20.5% in the dry year of 2021. An increase in the starchiness of tubers was ensured by: optimal planting time (by 0.26-1.72%), increased planting density (by 0.25-0.48%), pre-sprouting (by 0.90%) and treatment of seed material with Mival-agro (1.01%), whereas the application of fertilizers, irrigation and seed treatment of potatoes reduced this indicator by 0.52-1.40%, 0.71 and 0.75%, respectively. The optimal agricultural technology for the Kashtak variety in the Chelyabinsk region is planting on May 14-16 with sprouted tubers at a density of 49-70 thousand pieces/ha on a mineral background, calculated for a yield of 4060 t/ha and, if necessary, a single irrigation.

Keywords*:* yield, starch content, preparing for landing, planting time, planting density, mineral fertilizers, irrigation

Acknowledgments: the study was carried out as part of the state assignment on topic 0532-2026-0010 «Development of technologies for the production of high-quality seed material for economically significant agricultural crops in the Ural region».

Введение. Картофель относится к числу важнейших полевых культур, определяющих продовольственную безопасность РФ. В нашей стране возделывается большое разнообразие сортов этой культуры, однако пищевой суверенитет и эффективное развитие отрасли картофелеводства предполагает использование в производстве адаптивных генотипов местной селекции, сочетающих высокую продуктивность и качество продукции, которые благодаря устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам обеспечивают стабильную урожайность в различных экологических условиях [1–3]. Реализация биологического потенциала сорта базируется на использовании адаптивных технологий возделывания, учитывающих не только почвенно-климатические условия региона, но и особенности сортовой реакции на приемы агротехники. Продуктивность культуры в первую очередь зависит от своевременности посадки и схемы размещения клубней, определяющих площадь питания растений [4–6]. Дополнительным резервом повышения урожайности служат мероприятия по подготовке посадочного материала [7–8], восполнение дефицита влаги через орошение [9–10] и оптимизация минерального питания растений [11–14].

В 2021 году по Уральскому региону допущен к использованию новый столовый сорт картофеля Каштак, выведенный уральскими селекционерами. Нематодоустойчивый сорт Каштак ценится за высокую урожайность (до 70 т/га), засухоустойчивость и высокое содержание крахмала (около 18%) в клубнях [15]. Отзывчивость нового сорта Каштак на агротехнические приёмы в условиях Южного Урала до настоящего времени не была предметом специального изучения, что обуславливает новизну данной работы.

Цель исследований — оценить отзывчивость картофеля сорта Каштак на основные элементы агротехники для обоснования технологии возделывания в условиях Челябинской области, обеспечивающей высокую урожайность и качество клубней.

Место, условия и методика проведения исследований. Полевые опыты с сортом Каштак закладывались в 2018–2024 гг. на полях Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства (филиал УрФАНИЦ УрО РАН) в лесостепи Челябинской области по стандартной методике [16–17]. Площадь делянок 27 м^2, размещение — рендомизированное, повторность

© Васильев А.А., Давыдова Н.А., 2026

опытов четырехкратная. Культуру возделывали по зональной технологии (за исключением изучаемых факторов). Посадка проводилась элитным материалом массой 30–50 г на глубину 8–10 см. Схемы полевых опытов представлены в таблице 1.

Почва участка — чернозем выщелоченный среднесуглинистый. По данным агрохимических анализов пахотный горизонт (0–30 см) в среднем за 2018–2024 гг. характеризовался следующими показателями: содержание гумуса — 6,0%, $N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$ — 100,6 мг/кг, P_2O_5 — 57,7 мг/кг, K_2O — 168,3 мг/кг. Величина pH солевой вытяжки составила 5,32.

Вегетационный период 2021 года был сухим (ГТК = 0,39), 2022 года — сильно засушливым (ГТК = 0,67), 2019 и 2020 гг. — недостаточно влажным (ГТК = 0,91 и 0,85), 2018 и 2023 гг. — достаточно-влажным (ГТК = 1,16 и 1,47 соответственно), а 2024 года — избыточно влажным (ГТК = 2,56).

Результаты и их обсуждение. Урожайность картофеля сорта Каштак в 2018–2020 гг. зависела от метеорологических условий периода вегетации (вклад фактора — 43%), уровня питания (34%), предпосадочной обработки семенного материала (10,8%) и срока посадки картофеля (7,8%). Для черноземов Южного Урала характерна высокая и практически ежегодная вредоносность ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*), очевидно, именно с этим связана высокая эффективность протравливания картофеля. Предпосадочная обработка клубней фунгицидным протравителем Максим, КС (0,4 л/т) способствовала повышению урожайности в среднем на 4,3 т/га (15,7%) по сравнению с контролем. Наибольшая отзывчивость сорта Каштак на это агроприём отмечена при ранней посадке, где прибавка урожайности от флудиоксонила составил 5,8 т/га (21,5%) к контролю (табл. 2).

Обработка посадочного материала кремний-органическим препаратом Мивал-агро (2 г/т) повышала урожайность клубней картофеля сорта Каштак в среднем на 2,2 т/га (7,8%) по сравнению с контролем, а наибольший эффект (3,3 т/га) наблюдался при ранней посадке картофеля.

Эффект от применения защитно-стимулирующих препаратов зависел от обеспеченности растений питательными элементами. Прибавки урожая сорта Каштак при использовании фунгицида Максим постепенно возрастали по мере повышения уровня питания: без удобрений в среднем 3,4 т/га, на фоне $N_{52}P_{73}K_{66}$ — 4,2 т/га, на фоне $N_{117}P_{160}K_{196}$ — 5,3 т/га. Эффективность препарата Мивал-агро при этом затухала: на контроле (без удобрений) его применение повышало продуктивность сорта в среднем на 3,3 т/га, на фоне $N_{52}P_{73}K_{66}$ — на 2,0 т/га, а на фоне $N_{117}P_{160}K_{196}$ — на 1,5 т/га по отношению к варианту без обработок семенного материала. Это связано с различными механизмами сдерживания *Rhizoctonia solani*, если флудиоксонил в составе препарата Максим подавляет развитие широкого спектра инфекций, включая ризоктониоз, то Мивал-агро индуцирует адаптационные процессы самого растения, повышая его устойчивость к фитопатогенам. Кроме того, Мивал-агро стимулирует ростовые процессы картофеля [18], однако на высоком фоне питания, где фактор, лимитирующий урожайность, в значительной мере снят, стимулирующий эффект препарата снижается. Корреляционный анализ, выявивший отрицательную корреляцию между урожайностью и степенью развития ризоктониоза на его стеблях (r = -0,474), показывает, что 22,5% роста продуктивности картофеля сорта Каштак объясняется снижением вредоносности *Rhizoctonia solani*.

Оптимальным сроком посадки картофеля сорта Каштак в период исследований являлась вторая декада мая, обеспечивающая формирование наибольшей урожайности клубней — 31,3 т/га, что было на 1,4 и 2,0 т/га больше, чем при первом и четвертом сроках посадки соответственно.

Внесение минеральных удобрений $N_{52}P_{73}K_{66}$ обеспечивало заданную урожайность клубней 30 т/га во всех вариантах посадки протравленным семенным материалом, а также при трех сроках посадки картофеля с Мивал-агро. В случае необработанных клубней этот уровень фиксировался только при втором и третьем сроках посадки. Норма удобрений $N_{117}P_{160}K_{196}$ обеспечивала урожай 40 т/га в вариантах майской посадки протравленным картофелем, тогда как при использовании Мивал-агро недобор урожайности составил 4,5–11,7% при посадке в мае и 29,0% — при позднем сроке посадки. В целом по опыту внесение изученных норм удобрений ($N_{52}P_{73}K_{66}$ и $N_{117}P_{160}K_{196}$) обеспечило повышение урожайности на 7,9 и 14,1 т/га по сравнению с контролем.

Таблица 1. **Схемы полевых опытов с картофелем сорта Каштак**
Table 1. **Schemes of field experiments with the Kashtak potato variety**

Показатели	Опыт 1 (2018–2020 гг.)	Опыт 2 (2021–2023 гг.)	Опыт 3 (2023–2024 гг.)
Схема посадки	75×27 см	75×33, 75×19 и 75×14 см	75×27 и 75×19 см
Нормы удобрений на урожай 30 т/га	в 2018 г. — $N_{85}P_{100}K_{96}$, в 2019 г. — $N_{30}P_{40}K_{35}$, в 2020 г. — $N_{40}P_{80}K_{73}$	–	–
Нормы удобрений на урожай 40 т/га	в 2018 г. — $N_{152}P_{201}K_{224}$, в 2019 г. — $N_{92}P_{140}K_{162}$, в 2020 г. — $N_{107}P_{140}K_{202}$	в 2021 г. — $N_{145}P_{142}K_{170}$, в 2022 г. — $N_{120}P_{144}K_{120}$, в 2023 г. — $N_{98}P_{119}K_{107}$, в 2024 г. — $N_{74}P_{91}K_{89}$	
Нормы удобрений на урожай 60 т/га	–	в 2021 г. — $N_{270}P_{256}K_{311}$, в 2022 г. — $N_{254}P_{258}K_{262}$, в 2023 г. — $N_{240}P_{252}K_{267}$, в 2024 г. — $N_{202}P_{242}K_{249}$	
Изучаемые факторы	Срок посадки: 4–6, 14–16, 24–26 мая и 4–6 июня Обработка клубней: Максим, КС (0,4 л/т), Мивал-агро (2 г/т)	Полив растений под корень в середине июля (300 м³/га)	Проращивание клубней на свету, 14 дней, при температуре 10-14°С

Таблица 2. **Продуктивность картофеля сорта Каштак в зависимости от уровня питания, обработки семенных клубней и сроков посадки, т/га (среднее за 2018–2020 гг.)**
Table 2. **Productivity of the Kashtak potato variety depending on the nutrition level, seed tuber treatment and planting time, t/ha (average for 2018–2020)**

Срок посадки (A)	Уровень питания (C)	Обработка клубней (B)					
		контроль		Мивал-агро (2 г/т)		Максим, КС (0,4 л/т)	
4–6 мая	контроль (б/у)	19,6	27,0	24,0	30,4	23,9	32,8
	$N_{52}P_{73}K_{66}$	27,7		31,3		33,3	
	$N_{117}P_{160}K_{196}$	33,8		35,7		41,1	
14–16 мая	контроль (б/у)	21,8	29,2	24,9	31,9	24,7	33,5
	$N_{52}P_{73}K_{66}$	29,9		32,5		34,5	
	$N_{117}P_{160}K_{196}$	35,9		38,2		41,3	
24–26 мая	контроль (б/у)	21,0	28,7	25,0	30,7	23,9	32,1
	$N_{52}P_{73}K_{66}$	29,8		30,4		32,9	
	$N_{117}P_{160}K_{196}$	35,4		36,8		39,6	
4–6 июня	контроль (б/у)	20,4	27,3	22,2	28,4	23,9	31,2
	$N_{52}P_{73}K_{66}$	27,6		28,7		31,2	
	$N_{117}P_{160}K_{196}$	34,0		34,2		38,4	
Среднее по фактору B		28,1		30,3		32,4	
HCP_{05} = 1,57; HCP_{05} (A)= 0,52; HCP_{05} (B) = 0,45; HCP_{05} (C) = 0,45							

В среднем за 2018–2020 гг. наибольшая продуктивность сорта Каштак получена при посадке 14–16 мая протравленным материалом на фоне $N_{117}P_{160}K_{196}$ — 41,3 т/га. Разница с ранним сроком посадки (4–6 мая) при этом была несущественной (0,2 т/га), тогда как при посадке непротравленными клубнями преимущество второго срока посадки (+1,9 т/га) было достоверным. Наибольшая урожайность сорта Каштак при использовании биостимулятора Мивалагро также отмечена при втором сроке посадке на этом же агрофоне — 38,2 т/га.

Урожайность картофеля сорта Каштак в 2021–2023 гг. зависела от погодных условий вегетационного периода (вклад фактора — 33%), уровня питания (27%), густоты посадки (25%) и орошения (8,6%). Однократный полив растений в начале июля в целом по опыту обеспечил повышение урожайности клубней в среднем на 7,0 т/га (24,3%) по сравнению с возделыванием картофеля на богаре. Эффективность полива возрастала по мере повышения уровня питания и плотности посадок. Наибольшая прибавка урожайности от полива зафиксирована при схеме посадки 75×14 см на фоне $N_{255}P_{255}K_{280}$ — 13,6 т/га (табл. 3).

Сорт Каштак показал высокую отзывчивость на увеличение густоты стояния растений. Уменьшение шага посадки с 33 до 19 см приводило за счет большего числа растений на 1 гектаре к повышению урожайности клубней на богаре на 9,8 т/га (49,7%), а на фоне полива — на 12,5 т/га (51,4%), что свидетельствует о более полной реализации потенциала сорта в условиях оптимизации водного режима. При шаге посадки картофеля 14 см прибавка урожайности на богаре составила 17,1 т/га (86,8%), а на орошаемом фоне — 21,6 т/га (88,9%) по сравнению с разреженной посадкой.

Внесение минеральных удобрений способствовало последовательному росту урожайности клубней сорта Каштак: $N_{121}P_{135}K_{132}$ — на 11,4 т/га (52,8%), $N_{255}P_{255}K_{280}$ — на 21,2 т/га (98,5%) к контролю (без удобрений). Наибольший эффект от удобрения картофеля проявлялся при загущённой посадке (75×14 см) на фоне полива, где прибавки урожая достигали соответственно 17,2 и 32,3 т/га. В условиях контрастного увлажнения 2023 года (с 1 мая по 31 июля ГТК = 0,53, а в августе ГТК = 4,45) расчетные нормы удобрений на богаре позволили получить урожайность до 53,7 и 68,1 т/га соответственно, а при однократном поливе (300 м³/га) максимальная урожайность сорта Каштак достигла 82,0 т/га.

Опыт 3 (2023–2024 гг.) показал, что существенное влияние на продуктивность картофеля сорта Каштак оказывает световое проращивание семенных клубней (вклад фактора — 17%). Уровень минерального питания при этом обуславливал 47%, а схема посадки — 34% общей вариации. Двухнедельное проращивание клубней повышало урожайности картофеля в среднем на 4,7 т/га (13,7%) по сравнению с контролем (табл. 4).

Таблица 3. **Урожайность картофеля сорта Каштак в зависимости от приемов агротехники, т/га**
Table 3. **Potato yield of the Kashtak variety depending on agricultural practices, t/ha**

Полив (A)	Схема посадки (B)	Уровень питания (C)	Урожайность, т/га			Среднее по фактору		
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	C	B	A
Без полива (контроль)	75×33 см	Контроль	9,9	12,1	18,7	**13,6**	19,7	28,7
		$N_{121}P_{135}K_{132}$	16,2	16,9	28,1	**20,4**		
		$N_{255}P_{255}K_{280}$	16,7	21,9	36,9	**25,2**		
	75×19 см	Контроль	14,2	16,4	31,9	**20,8**	29,5	
		$N_{121}P_{135}K_{132}$	19,3	23,8	45,6	**29,6**		
		$N_{255}P_{255}K_{280}$	24,4	34,3	55,8	**38,2**		
	75×14 см	Контроль	19,0	19,3	36,4	**24,9**	36,8	
		$N_{121}P_{135}K_{132}$	24,9	34,0	53,7	**37,6**		
		$N_{255}P_{255}K_{280}$	31,6	44,2	68,1	**48,0**		
Полив (300 м³/га)	75×33 см	Контроль	11,5	16,3	20,1	**16,0**	24,3	35,7
		$N_{121}P_{135}K_{132}$	19,5	24,2	31,2	**24,9**		
		$N_{255}P_{255}K_{280}$	21,4	32,2	42,2	**31,9**		
	75×19 см	Контроль	16,4	23,2	33,6	**24,4**	36,8	
		$N_{121}P_{135}K_{132}$	24,1	36,7	50,7	**37,2**		
		$N_{255}P_{255}K_{280}$	30,9	50,6	65,1	**48,9**		
	75×14 см	Контроль	21,7	25,7	40,7	**29,4**	45,9	
		$N_{121}P_{135}K_{132}$	30,3	47,2	62,2	**46,6**		
		$N_{255}P_{255}K_{280}$	39,7	63,2	82,0	**61,6**		
$НСР_{05}$			1,35	4,03	3,38	2,27	–	–
$НСР_{05}$ (A)			0,45	1,34	1,13	0,76	–	–
$НСР_{05}$ (B, C)			0,55	1,64	1,38	0,93	–	–

Таблица 4. **Урожайность сорта Каштак в зависимости от проращивания клубней, густоты посадки и уровня питания картофеля, т/га**
Table 4. **The yield of the Kashtak variety depending on the germination of tubers, planting density and the level of nutrition of potatoes, t/ha**

Проращивание (A)	Схема посадки (B)	Уровень питания (C)	Урожайность, т/га		Среднее по фактору		
			2023 г.	2024 г.	C	B	A
Контроль (б/п.)	75×27 см	Контроль	22,8	20,0	**21,4**	36,8	41,5
		$N_{86}P_{98}K_{92}$	34,4	40,1	**37,2**		
		$N_{221}P_{227}K_{244}$	45,2	58,5	**51,8**		
	75×19 см	Контроль	31,9	27,2	**29,5**	46,2	
		$N_{86}P_{98}K_{92}$	45,6	49,9	**47,8**		
		$N_{221}P_{227}K_{244}$	55,8	67,2	**61,5**		
Проращивание клубней на свету при температуре 10–14°С (14 дней)	75×27 см	Контроль	25,9	22,7	**24,3**	40,9	46,9
		$N_{86}P_{98}K_{92}$	38,9	44,3	**41,6**		
		$N_{221}P_{227}K_{244}$	50,5	63,0	**56,8**		
	75×19 см	Контроль	35,7	30,7	**33,2**	52,9	
		$N_{86}P_{98}K_{92}$	51,2	58,1	**54,7**		
		$N_{221}P_{227}K_{244}$	67,1	74,7	**70,9**		
$НСР_{05}$			1,69	3,63	2,16	–	–
$НСР_{05}$ (A, B)			0,69	1,48	0,88	–	–
$НСР_{05}$ (C)			0,85	1,82	1,08	–	–

Яровизация клубней усиливала положительный эффект от загущения посадок. Уплотненная схема посадки пророщенным семенным материалом увеличивала урожайность картофеля сорта Каштак в лесостепной зоне Южного Урала в среднем на 12,0 т/га (29,3%) по сравнению с разреженной посадкой, тогда как без проращивания клубней отклик на уплотнение составил 9,4 т/га или на 27,7% ниже.

Наши исследования показали, что в условиях разреженного агроценоза (75×27 см) внесение удобрений в дозе $N_{86}P_{98}K_{92}$ повышало продуктивность сорта Каштак на 16,6 т/га, а норма $N_{221}P_{227}K_{244}$ — на 31,5 т/га по сравнению с контролем (без удобрений). При загущенной схеме посадки (75×19 см) прибавки урожая от удобрений были на 3,2–3,3 т/га выше. Наибольший эффект от удобрений наблюдался в варианте загущенной посадки яровизированным посадочным материалом, где изученные нормы удобрений обеспечили прирост урожайности соответственно на 21,4 и 37,7 т/га.

Крахмалистость клубней картофеля сорта Каштак в значительной мере зависела от метеорологических условий полевого сезона. Этот показатель изменялся от 11,2% в условиях избыточно-влажного 2024 года (ГТК = 2,56) до 20,5% в условиях сильной засухи 2021 года (ГТК = 0,39). В 2022 году (ГТК = 0,67) содержание крахмала в клубнях в среднем составило 20,3%, в 2019 году (ГТК = 0,91) — 19,6%, в 2020 году (ГТК = 0,85) — 18,1%, в 2018 году (ГТК = 1,16) — 15,6%, а в 2023 году (ГТК = 1,47) — 13,2%.

Наиболее существенное влияние на крахмалистость клубней оказывал срок посадки картофеля. Поздняя посадка картофеля вызывала снижение этого показателя на 1,72% по сравнению с оптимальным сроком. Основной причиной этого является сокращение продолжительности вегетационного периода, в течение которого происходит активное накопление сухих веществ в клубнях [19]. Минеральные удобрения ($N_{121}P_{135}K_{132}$ и $N_{255}P_{255}K_{280}$) снижали содержание крахмала в клубнях в среднем на 0,52 и 1,40% по отношению к контролю, что объясняется «эффектом разбавления» [20].

Загущение посадок с 40 до 70 тыс. клубней/га в 2021-2023 гг. достоверно увеличило содержание крахмала в клубнях сорта Каштак в среднем на 0,29%, тогда как в 2023-2024 гг. менее существенное уплотнение посадок (с 49 до 70 тыс./га) приводило к более значительному росту крахмалистости клубней (на 1,18%). Очевидно, это свидетельствует о том, что отклик сорта на уплотнение схемы посадки зависит от погодных условий.

Яровизация посадочного материала повышала крахмалистость клубней в среднем на 0,90% к контролю (непророщенные клубни), что объясняется ускорением роста и развития растений (более раннее появление всходов, начало клубнеобразования, формирование большей листовой поверхности и, как следствие, активизация процессов сухих веществ) [8]. Протравливание посадочного материала, обеспечивая рост урожайности, вызывало снижение крахмалистости клубней на 0,75%, тогда как обработка биостимулятором Мивал-агро, напротив, повышала этот показатель на 1,01% относительно контроля. Этот факт, как мы уже отмечали, связан с разным механизмом действия изучаемых препаратов на патогенную микрофлору: биостимулятор Мивал-агро не только индуцирует устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессам, но и активизирует каталитические реакции, направленные на синтез органических веществ, включая крахмал. Известно, что применение Мивал-агро способствует накопления крахмала в клубнях, прибавка может составлять от 0,2 до 1,6 процентных пункта в зависимости от сорта [21, 22].

Однократный полив растений картофеля в середине июля (нормой 300 м^3/га) сопровождался снижением крахмалистости клубней сорта Каштак в среднем на 0,71% к контролю (на богаре), что объясняется «эффектом разбавления». Обильное увлажнение, особенно в сочетании с высокими нормами удобрений, стимулирует рост вегетативной массы и увеличение размеров клубней, что приводит к относительному снижению концентрации крахмала [23].

Наибольшие сборы клубней семенной фракции зафиксированы при возделывании картофеля сорта Каштак на богаре в вариантах загущенной посадки на повышенном фоне питания: в 2021–2023 гг. — по схеме 75×14 см — 354 тыс. шт./га, а в 2023–2024 гг. — по схеме 75×19 см — 346 тыс. шт./га. Однократный полив растений приводил к существенному снижению этого показателя за счет увеличения выхода клубней крупной фракции.

Заключение. Обобщение результатов трех опытов (2018–2024 гг.) показало, что ведущими факторами интенсификации производства картофеля в лесостепной зоне Челябинской области являются густота посадки и уровень минерального питания. Загущение агроценоза с 40 до 70 тыс. клубней на 1 га вызывает рост урожайности в среднем на 11,2 т/га, а до 95,2 тыс. клубней/га — на 19,3 т/га (при этом наблюдается рост крахмалистости клубней соответственно на 0,29 и 0,48%). Удобрения в дозах $N_{121}P_{135}K_{132}$ и $N_{255}P_{255}K_{280}$ обеспечивали рост урожайность в среднем на 11,2 и 20,8 т/га, но снижали при этом крахмалистость клубней на 0,52 и 1,40% по сравнению с контролем. Изменение сроков посадки сорта Каштак оказывает умеренное влияние на урожайность картофеля. Оптимальным является второй срок посадки (14–16 мая), обеспечивающий увеличение и урожайности (на 1,4–2,0 т/га), и крахмалистости клубней (на 0,26–1,72%) по сравнению с первым и четвертым сроками посадки.

Проращивание и обработка посадочного материала регулятором роста Мивал-агро повышает продуктивность сорта Каштак в среднем на 5,4 и 2,2 т/га, а крахмалистость клубней — на 0,90 и 1,01% соответственно, тогда как протравливание картофеля, повышая урожайность на 4,3 т/га, снижает содержание крахмала в клубнях на 0,75% по отношению к контролю. Однократный полив растений (нормой 300 м^3/га) в засушливые годы обеспечивает существенное повышение урожайности сорта Каштак на 7,0 т/га по сравнению возделыванием его на богаре, крахмалистость клубней при этом снижается в среднем на 0,71%.

Оптимальной агротехникой сорта Каштак в лесостепи Челябинской области является посадка 14–16 мая пророщенными клубнями с густотой 49 или 70 тыс. шт./га (в зависимости от цели производства) на фоне внесения удобрений в расчете на урожайность 40–60 т/га и при необходимости — однократного полива (300 м^3/га) в засушливые годы.

Список источников

1. Дергилев В.П., Глаз Н.В., Дергилева Т.Т. Экологическая пластичность сортов картофеля в Челябинской области // АПК России. 2019. Т. 26. № 5. С. 741-749.

2. Логинов Ю.П., Казак А.А., Гайзатулин А.С. Урожайность и качество клубней сортов картофеля при выращивании в условиях органического земледелия // Овощи России. 2023. № 4. С. 107-111. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-4-107-111.

3. Bakunov A.L., Dmitrieva N.N., Rubtsov S.L., Milekhin A.V., Nesterov V.N., Bogdanova E.S., Rozentsvet O.A. (2023). Morpho-physiological Determinants of Potato Yield Formations under the Conditions of Moisture Deficiency and High Temperatures. Biology Bulletin, no. 50 (3), pp. 457-466. DOI: 10.31857/S1026347022700019.

4. Шабанов А.Э., Киселев А.И. Эффективность применения комплекса агроприемов при выращивании нового сорта картофеля Гранд // Земледелие. 2020. № 4. С. 9-11. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10402.

5. Шабанов А.Э., Соломенцев П.В. Отзывчивость новых сортов картофеля на загущение посадок // Овощи России. 2024. № 3. С. 107-111. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-3-107-111.

6. Васильев А.А., Горбунов А.К. Влияние агротехники на продуктивность новых сортов картофеля уральской селекции // Аграрный научный журнал. 2025. № 2. С. 12-19. DOI: 10.28983/asj.y2025i2pp12-19.

7. Белов Г.Л., Зейрук В.Н., Барков В.А., Деревягина М.К., Васильева С.В. Новые протравители для защиты картофеля // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 4-7. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp4-7.

8. Гордеев О.В., Давыдова Н.А., Дергилева Т.Т. Отзывчивость картофеля сорта Амулет на приемы агротехники в условиях Южного Урала // Агропродовольственная политика России. 2025. № 5 (118). С. 22-30. DOI: 10.35524/2227-0280_2025_05_22.

9. Борисенко И.Б., Минченко Л.А., Гагарина Е.В., Скрипкин Д.В. Анализ способов опрыскивания и распределения рабочего раствора по фазам развития картофеля при капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 2 (80). С. 347-356. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-02-37.

10. Мелихов В.В., Василюк Д.И. Возделывание картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья при различных способах орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 1 (65). С. 190-198. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-18.

11. Федотова Л.С., Князева Е.В., Тимошина Н.А., Шабанов А.Э., Киселев А.И. Применение биомодифицированных минеральных удобрений и биологически активных препаратов в картофелеводстве // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 71-75. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.18.

12. Котова З.П., Данилова Т.А., Иванов А.И., Тюкалов Ю.А. Зависимость урожайности и качества скороспелых сортов картофеля от уровня минерального питания в условиях Северо-Запада России // Агрохимический вестник. 2021. № 2. С. 33-37. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-2-006.

13. Masood T.K., Ati A.S., Hammadi Q.O. (2023). Effect of Water Stress and Levels of Bio-organic Fertilizers on Water Productivity and Potato Solanum tuberosum L. yield. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, vol. 36. no. 2, pp. 134-143. DOI: 10.37077/25200860.2023.36.2.11.

14. Бельченко С.А., Никифоров В.М., Шевцов А.С., Никифоров М.И. Совершенствование элементов технологии возделывания картофеля в производственных условиях // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 6. С. 29-40. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-6-3

15. Дергилева Т.Т., Мушинский А.А., Аминова Е.В. Новый сорт столового назначения — Каштак // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 43-45.

16. Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И., Зерук В.Н., Коршунов А.В., Пшеченков К.А., Тимошина Н.А., Мальцев С.В., Старовойтова О.А., Васильева С.В., Шабанов А.Э., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Киселев А.И., Князева Е.В. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2019. 120 с.

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

18. Глаз Н.В., Васильев А.А., Горбунов А.К., Мушинский А.А. Влияние биостимулятора Мивал-агро на урожайность и семенную продуктивность картофеля // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 4 (52). С. 23-31. DOI: 10.22450/1999-6837-2019-4-23-31.

19. Vasilyev A.A., Gorbunov A.K., Glaz N.V., Ufimtseva L.V. (2021). Influence of planting time on photosynthetic activity and potato yield. *Research on Crops*, vol. 22, no. special issue, pp. 5-8. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.002.

20. Секирников А.Е., Бельченко С.А., Пигорев И.Я., Шаповалов В.Ф. Действие удобрений и биопрепарата Гумистим на продуктивность картофеля при радиоактивном загрязнении почвы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 43-51.

21. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В., Пашинина Т.А. Оптимизация приёмов возделывания сортов картофеля Спиридон и Ред Скарлетт в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 118-125.

22. Логинов Ю.П., Казак А.А. Влияние биостимулятора Мивал-агро на урожайность и содержание крахмала сортов картофеля в лесостепной зоне Тюменской области // Агропродовольственная политика России. 2016. № 5 (53). С. 45-48.

23. Westermann D.T., James D.W., Hurst R.L., Tindall T.A. (1994). Nitrogen and Potassium Fertilization of Potatoes: Sugars and Starch. *American Potato Journal*, vol. 71, no.7, pp. 433-453. DOI: 10.1007/BF02849098.

References

1. Dergilev V.P., Glaz N.V., Dergileva T.T. (2019). *Ehkologicheskaya plastichnost' sortov kartofelya v Chelyabinskoi oblasti* [Ecological plasticity of potato varieties in the Chelyabinsk region]. *APK Rossii* [Russian agro-industrial complex], vol. 26, no. 5, pp. 741-749.

2. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Gaizatulin A.S. (2023). *Urozhainost' i kachestvo klubnei sortov kartofelya pri vyrashchivanii v usloviyakh organicheskogo zemledeliya* [Yield and quality of tubers of potato varieties grown under organic farming conditions]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetables of Russia], no. 4, pp. 107-111. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-4-107-111.

3. Bakunov A.L., Dmitrieva N.N., Rubtsov S.L., Milekhin A.V., Nesterov V.N., Bogdanova E.S., Rozentsvet O.A. (2023). Morpho-physiological Determinants of Potato Yield Formations under the Conditions of Moisture Deficiency and High Temperatures. *Biology Bulletin*, no. 50 (3), pp. 457-466. DOI: 10.31857/S1026347022700019.

4. Shabanov A.Eh., Kiselev A.I. (2020). *Ehffektivnost' primeneniya kompleksa agropriemov pri vyrashchivanii novogo sorta kartofelya Grand* [Efficiency of applying a set of agricultural practices in growing the new potato variety Grand]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 4, pp. 9-11. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10402.

5. Shabanov A.Eh., Solomentsev P.V. (2024). *Otzyvchivost' novykh sortov kartofelya na zagushchenie posadok* [Response of new potato varieties to denser plantings]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetables of Russia], no. 3, pp. 107-111. DOI: 10.18619/2072-9146-2024-3-107-111.

6. Vasil'ev A.A., Gorbunov A.K. (2025). *Vliyanie agrotekhniki na produktivnost' novykh sortov kartofelya ural'skoi selektsii* [Influence of agricultural technology on the productivity of new potato varieties of Ural selection]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agricultural scientific journal], no. 2, pp. 12-19. DOI: 10.28983/asj.y2025i2pp12-19.

7. Belov G.L., Zeiruk V.N., Barkov V.A., Derevyagina M.K., Vasil'eva S.V. (2020). *Novye protraviteli dlya zashchity kartofelya* [New seed treatment agents for potato protection]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agricultural scientific journal], no. 12, pp. 4-7. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp4-7.

8. Gordeev O.V., Davydova N.A., Dergileva T.T. (2025). *Otzyvchivost' kartofelya sorta Amulet na priemy agrotekhniki v usloviyakh Yuzhnogo Urala* [Responsiveness of the Amulet potato variety to agricultural practices in the Southern Urals]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Russia's agricultural policy], no. 5 (118), pp. 22-30. DOI: 10.35524/2227-0280_2025_05_22.

9. Borisenko I.B., Minchenko L.A., Gagarina E.V., Skripkin D.V. (2025). *Analiz sposobov opryskivaniya i raspredeleniya rabochego rastvora po fazam razvitiya kartofelya pri kapel'nom oroshenii* [Analysis of Spraying Methods and Working Solution Distribution by Potato Development Phases with Drip Irrigation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [News of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2 (80), pp. 347-356. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-02-37.

10. Melikhov V.V., Vasilyuk D.I. (2022). *Vozdelyvanie kartofelya na svetlo-kashtanovykh pochvakh Nizhnego Povolzh'ya pri razlichnykh sposobakh orosheniya* [Potato Cultivation on Light Chestnut Soils of the Lower Volga Region with Various Irrigation Methods]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [News of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 1 (65), pp. 190-198. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-18.

11. Fedotova L.S., Knyazeva E.V., Timoshina N.A., Shabanov A.Eh., Kiselev A.I. (2021). *Primenenie biomodifitsirovannykh mineral'nykh udobrenii i biologicheski aktivnykh preparatov v kartofelevodstve* [Application of biomodified mineral fertilizers and biologically active preparations in potato growing]. *Plodorodie* [Fertility], no. 5 (122), pp. 71-75. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.18.

12. Kotova Z.P., Danilova T.A., Ivanov A.I., Tyukalov Yu.A. (2021). *Zavisimost' urozhainosti i kachestva skorospelykh sortov kartofelya ot urovnya mineral'nogo pitaniya v usloviyakh Severo-Zapada Rossii* [Dependence of the yield and quality of early ripening potato varieties on the level of mineral nutrition in the conditions of the North-West of Russia]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Bulletin], no. 2, pp. 33-37. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-2-006.

13. Masood T.K., Ati A.S., Hammadi Q.O. (2023). *Effect of Water Stress and Levels of Bio-organic Fertilizers on Water Productivity and Potato Solanum tuberosum L. yield*. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, vol. 36. no. 2, pp. 134-143. DOI: 10. 37077/25200860.2023.36.2.11.

14. Bel'chenko S.A., Nikiforov V.M., Shevtsov A.S., Nikiforov M.I. (2024). *Sovershenstvovanie ehlementov tekhnologii vozdelyvaniya kartofelya v proizvodstvennykh usloviyakh* [Improving Elements of Potato Cultivation Technology under Production Conditions]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], vol. 54, no. 6, pp. 29-40. DOI: 10.26898/0370-8799-2024-6-3.

15. Dergileva T.T., Mushinskii A.A., Aminova E.V. (2018). *Novyi sort stolovogo naznacheniya — Kashtak* [New Table Potato Variety — Kashtak]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], no. 6 (74), pp. 43-45.

16. Zhevora S.V., Fedotova L.S., Starovoitov V.I., Zeruk V.N., Korshunov A.V., Pshechenkov K.A., Timoshina N.A., Maltsev S.V., Starovoitova O.A., Vasilyeva S.V., Shabanov A.E., Derevyagina M.K., Belov G.L., Kiselev A.I., Knyazeva E.V. (2019). *Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchetov, nablyudenii i analizov na kartofele* [Methodology for Conducting Agrotechnical Experiments, Records, Observations, and Analysis on Potatoes]. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Nutrition.

17. Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of Field Experiments], Moscow, *Agropromizdat*.

18. Glaz N.V., Vasil'ev A.A., Gorbunov A.K., Mushinskii A.A. (2019). *Vliyanie biostimulyatora Mival-agro na urozhainost' i semennuyu produktivnost' kartofelya* [Effect of the Mival-Agro Biostimulant on Potato Yield and Seed Productivity]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Far Eastern Agrarian Bulletin]. 2019, no. 4 (52), pp. 23-31. DOI: 10.22450/1999-6837-2019-4-23-31.

19. Vasilyev A.A., Gorbunov A.K., Glaz N.V., Ufimtseva L.V. (2021). Influence of planting time on photosynthetic activity and potato yield. *Research on Crops*, vol. 22, no. special issue, pp. 5-8. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.002.

20. Sekirnikov A.E., Bel'chenko S.A., Pigorev I.Ya., Shapovalov V.F. (2019). *Deistvie udobrenii i biopreparata Gumistim na produktivnost' kartofelya pri radioaktivnom zagryaznenii pochvy* [Effect of fertilizers and the biopreparation Gumistim on potato productivity under radioactive soil contamination]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], no. 6, pp. 43-51.

21. Mushinskii A.A., Aminova E.V., Gerasimova E.V., Pashinina T.A. (2018). *Optimizatsiya priemov vozdelyvaniya sortov kartofelya Spiridon i Red Skarlett v oroshaemykh usloviyakh stepnoi zony Orenburgskogo Predural'ya* [Optimization of cultivation methods of Spiridon and Red Scarlett potato varieties in irrigated conditions of the steppe zone of the Orenburg Cis-Urals]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* [Animal Husbandry and Forage Production], vol. 101, no. 3, pp. 118-125.

22. Loginov Yu.P., Kazak A.A. (2016). *Vliyanie biostimulyatora Mival-agro na urozhainost' i soderzhanie krakhmala sortov kartofelya v lesostepnoi zone Tyumenskoi oblasti* [The influence of the biostimulant Mival-agro on the yield and starch content of potato varieties in the forest-steppe zone of the Tyumen region]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Agro-food policy of Russia], no. 5(53), pp. 45-48.

23. Westermann D.T., James D.W., Hurst R.L., Tindall T.A. (1994). Nitrogen and Potassium Fertilization of Potatoes: Sugars and Starch. *American Potato Journal*, vol. 71, no.7, pp. 433-453. DOI: 10.1007/BF02849098.

Информация об авторах:

Васильев Александр Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела картофелеводства,
Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства (филиал),
Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук,
ORCID: orcid.org/0000-0002-7816-0624, kartofel_chel@mail.ru

Давыдова Наталья Алексеевна, научный сотрудник лаборатории инструментальных методов исследования,
Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства (филиал),
Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3922-6141, natascha.dawidowa@yandex.ru

Information about the authors:

Aleksandr A. Vasiliev, doctor of agricultural sciences, chief researcher, potato department, South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing (branch), Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
ORCID: orcid.org/0000-0002-7816-0624, kartofel_chel@mail.ru

Natalya A. Davydova, researcher, laboratory of instrumental research methods, South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing (branch), Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3922-6141, natascha.dawidowa@yandex.ru

✉ **kartofel_chel@mail.ru**

Научная статья
УДК 504.064.2
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_994

НЕРЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С.С. Огородников

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Аннотация. Цель исследования — сопоставить реляционные и нереляционные архитектуры хранения почвенной информации и обосновать документно-ориентированную модель региональной базы данных для цифрового почвоведения и сельского хозяйства. Методами сравнительного и структурно-функционального анализа рассмотрены российские и зарубежные почвенные информационные системы, а также возможности PostgreSQL/PostGIS, JSONB, материализованных представлений и MongoDB. На основе проектных материалов по Тульской области предложен архитектурно описанный прототип, в котором базовой единицей хранения является геопривязанный почвенный объект наблюдения. Документ объединяет лабораторные результаты, морфологические признаки, ковариаты цифрового почвенного картографирования, метеорологические характеристики, данные дистанционного зондирования, статусы измерений и сведения о происхождении данных. Разработаны правила валидации, позволяющие различать отсутствующее измерение, значение ниже предела обнаружения, измеренный ноль и результаты, полученные различными методами. Установлено, что документная модель наиболее удобна для интеграции разреженных и мультимодальных данных, расширения состава показателей и формирования воспроизводимых обучающих выборок для цифрового картографирования почвенных свойств и последующего применения методов машинного обучения. Она снижает необходимость постоянной переработки жесткой схемы при включении новых лабораторных и пространственных признаков при сохранении методов, единиц измерения и контроля качества данных. При ведении нормативных реестров, обеспечении жесткой транзакционной целостности, выполнении сложной пространственной аналитики и долговременном компактном хранении предпочтительна реляционная либо гибридная архитектура. Предложенный подход рассматривается как оперативный аналитический контур, дополняющий существующие реляционные источники и требующий последующей экспериментальной проверки производительности.

Ключевые слова: почвенные базы данных, MongoDB, PostgreSQL/PostGIS, цифровое почвенное картографирование, дистанционное зондирование Земли, геопространственные данные, Тульская область

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-01050.

Original article

NON-RELATIONAL SOIL PROPERTY DATABASES FOR DIGITAL SOIL SCIENCE AND AGRICULTURE

S.S. Ogorodnikov

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Abstract. The aim of the study was to compare relational and non-relational architectures for storing soil information and to justify a document-oriented regional database model for digital soil science and agriculture. Russian and international soil information systems were examined using comparative and structural-functional analysis, together with the capabilities of PostgreSQL/PostGIS, JSONB, materialized views, and MongoDB. Based on project materials for Tula Oblast, an architecturally described prototype is proposed in which the basic storage unit is a georeferenced soil observation object. Each document combines laboratory results, morphological features, digital soil mapping covariates, meteorological characteristics, remote sensing data, measurement status, and data provenance. Validation rules are proposed to distinguish a missing measurement, a value below the detection limit, a measured zero, and results obtained by different analytical methods. The document model is shown to be particularly suitable for integrating sparse and multimodal data, extending the set of indicators, and preparing reproducible training datasets while preserving analytical methods, units, quality flags, and data provenance. For regulatory registries, strict transactional integrity, advanced spatial analysis, and compact long-term storage, a relational or hybrid architecture remains preferable. The proposed solution should therefore be regarded as an operational analytical layer that complements existing relational sources and requires subsequent empirical performance testing.

Keywords: soil databases, MongoDB, PostgreSQL/PostGIS, digital soil mapping, remote sensing, geospatial data, Tula Oblast

Acknowledgments: this study was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 23-74-01050.

Введение. Современное почвоведение работает не только с отдельными морфологическими описаниями и локальными результатами лабораторных анализов, но и с большими массивами разнородных данных. В таких массивах объединяются полевые наблюдения, химические и физические свойства почв, материалы дистанционного зондирования Земли, метеорологические ряды, данные о границах землепользования и производные цифрового моделирования. В связи с этим информационные системы, используемые в почвоведении, должны оцениваться не только по степени нормализации данных и обеспечению целостности записей, но и по способности хранить и обрабатывать многомасштабные, пространственно привязанные, неполные и изменяющиеся во времени данные.

Такая постановка задачи особенно важна в рамках цифрового почвоведения, где широко применяется модель Scorpan [1]. В соответствии с этой моделью почвенные свойства определяются действием комплекса факторов: собственно почвенных характеристик, климата, организмов, рельефа, почвообразующих пород, возраста территории и пространственного положения. Следовательно, архитектура базы данных должна обеспечивать совместное хранение и совместный анализ разнотипных ковариат, относящихся к одному объекту исследования.

Для крупных национальных и международных почвенных информационных систем реляционные базы данных до сих пор остаются основным решением. Их преимущества связаны с формализованным описанием данных, использованием справочников, контролем структуры и возможностью воспроизводимого ведения реестров. Однако развитие цифрового почвоведения показывает, что возможностей классических реляционных схем уже недостаточно. Современные системы должны поддерживать интеграцию разнородных источников, регулярное обновление наблюдений, пространственные сервисы, работу с потоковыми данными и гибкое расширение структуры без полной переработки всей базы.

В этой связи актуальной становится задача сопоставления реляционных и нереляционных подходов к организации почвенных данных. В настоящей работе проводится сравнительный анализ этих архитектур и обосновывается использование документно-ориентированной

© Огородников С.С., 2026

модели для базы данных почвенных свойств Тульской области. Практическая часть исследования основана на неопубликованных проектных материалах авторов, включающих структуру базы данных более чем по 100 показателям, около 1000 почвенных образцов, пространственные данные в формате GeoJSON, геопространственные индексы, а также возможности интеграции с данными дистанционного зондирования и метеорологическими рядами. Такая структура ориентирована на хранение и анализ мультимодальных данных, что делает её перспективной для задач современного цифрового почвоведения и агроэкологической оценки территорий.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили неопубликованные проектные материалы авторов по структуре нереляционной базы данных агропочвенно-климатических свойств Тульской области, публикации и официальные описания почвенных информационных систем. Российские реляционные ресурсы рассматривались по работам и описаниям ЕГРПР и Почвенно-географической базы данных России [2–4]. Зарубежные реляционные системы анализировались по материалам NASIS, ESDAC и LUCAS [5–7]. Отдельно учитывались материалы по глобальной системе WoSIS и австралийской системе ASRIS [9, 10]. Нереляционные и гибридные подходы рассматривались по работам о NoSQL-фреймворках, геопространственных базах и MongoDB [11–13]. Почвенно-агрономические и пространственно-временные решения анализировались по публикациям о Joker Tao и STSDaMaS [14, 15]. Семантические и гибридные почвенные платформы рассматривались по материалам GloSIS, WESIS и OSSL [16, 17, 19]. Для корректного сравнения с современной реляционной альтернативой дополнительно использованы официальные описания PostgreSQL JSONB, PostGIS, материализованных представлений PostgreSQL, MongoDB JSON Schema Validation, геопространственных индексов MongoDB и лицензионных условий PostgreSQL и MongoDB Community Server [20–27]. Референсный профиль производительности MongoDB и PostgreSQL сформирован по опубликованному сравнительному тесту Cheng et al. [18]. Количественные показатели, относящиеся к авторскому проекту, рассматриваются как проектные данные, а не как результаты внешней литературы или завершенного нагрузочного эксперимента.

В работе применены методы сравнительного анализа, структурно-функционального сопоставления архитектур данных, логического проектирования и содержательной интерпретации информационной модели в рамках цифрового почвоведения. При рассмотрении существующих систем учитывали базовую единицу хранения, поддерживаемые типы данных, способы публикации, степень открытости, пригодность для геопространственных запросов и ограничения при работе с разреженными, временно изменчивыми и мультимодальными массивами.

Для проектируемой базы данных Тульской области анализировали структуру коллекций, состав обязательных и изменяемых полей, правила хранения лабораторных результатов, ковариат цифрового почвенного картографирования, данных дистанционного зондирования и метеорологических рядов. Фактический статус базы данных в настоящей редакции определяется как архитектурно описанный региональный прототип с подготовленной моделью хранения, правилами валидации и планом загрузки авторской выборки. Предоставленные проектные материалы не содержат журналов фактических прогонов, поэтому раздел о производительности построен как референсный профиль нагрузочного эксперимента и инженерная интерпретация опубликованных сравнительных тестов MongoDB и PostgreSQL [18]. Для последующей эмпирической проверки в методику включены обязательные метаданные эксперимента: характеристики процессора, оперативной памяти и дисковой подсистемы, операционная система, версии MongoDB, PostgreSQL и PostGIS, объем исходных данных, число документов и строк, перечень индексов, правила сжатия, набор эквивалентных запросов, число повторов и способ фиксации медианы, интерквартильного размаха и ошибок выполнения.

Результаты и обсуждение.

Реляционные базы данных в почвоведении. Реляционная модель стала основой почвенных информационных систем, потому что традиционное почвенное описание долгое время строилось как последовательная схема: объект, горизонт, аналитический показатель, метод. Такая структура хорошо переводится в таблицы, связи и справочники. Для задач классической инвентаризации, кадастрового учета и официальной публикации данных этот подход до сих пор остается удобным и оправданным. Однако его ограничения становятся заметными, когда в систему необходимо включать более сложные и разнородные данные. Речь идет о разреженных наборах показателей, повторных наблюдениях во времени, данных сенсоров, спектральных кривых, бинарных файлах, материалах дистанционного зондирования и случаях, когда набор определяемых свойств различается от образца к образцу. В таких условиях жесткая реляционная схема перестает быть просто техническим способом организации данных. Она начинает ограничивать сам состав хранимой информации и влияет на то, какие данные исследователь может включить в базу без значительных затрат времени и ресурсов [11, 12].

Российское направление развития реляционных почвенных информационных систем представлено прежде всего двумя крупными ресурсами: Единым государственным реестром почвенных ресурсов России, создаваемым под руководством ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», и информационной системой «Почвенно-географическая база данных России», разрабатываемой Почвенным дата-центром МГУ имени М.В. Ломоносова. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России был опубликован в 2014 г. По описанию проекта, в его состав входят четыре основных раздела: описание почв, почвенные ресурсы субъектов Российской Федерации, почвенно-экологическое районирование и цифровая модель представления почвенных данных. Реестр рассматривается как модель пространственной организации почвенного покрова России. При этом значительная часть включенных в него описаний почв была заимствована из почвенно-географической базы данных России в том состоянии, в котором она существовала на момент публикации [2, 4].

Информационная система «Почвенно-географическая база данных России» в большей степени ориентирована на практическое использование и веб-картографическое представление данных. В опубликованном описании отмечено, что система создана на базе Microsoft SQL Server и использует почвенные карты масштаба 1:2 500 000 и 1:7 500 000. В ее состав входят географическая подсистема и атрибутивная база данных. Табличная часть системы содержит сведения о 584 репрезентативных почвенных профилях и более чем 3000 аналитических образцах. Кроме того, разработчики указывают на наличие веб-сервиса, предназначенного для формирования аналитических отчетов и построения тематических карт [3].

К преимуществам российских реляционных почвенных систем можно отнести строгую таксономическую и картографическую организацию данных, хорошую совместимость с государственными процедурами учета, возможность централизованного ведения справочников и опору на стандартизованные правила описания почв. Благодаря этому такие системы удобны для инвентаризации, кадастровых задач и официального представления почвенной информации. Однако для современного цифрового почвоведения их возможности оказываются ограниченными. Эти системы изначально разрабатывались для хранения относительно устойчивых описательных признаков и картографических единиц. Между тем в современной агроэкологической аналитике требуется работать с более сложными типами данных: нерегулярными наборами свойств, повторными измерениями во времени, спектральной и спутниковой информацией, а также сведениями о методах анализа на уровне отдельных определений. Кроме того, важным требованием становится возможность расширять структуру базы данных без постоянной переработки схемы. В таких условиях значительная часть ресурсов реляционной системы может расходоваться не на сам анализ почвенных данных, а на технические операции: согласование таблиц, поддержку связей между ними и обработку большого числа пустых значений в широких наборах признаков [1, 11, 12].

Похожие преимущества и ограничения характерны и для зарубежных реляционных почвенных систем. Одним из наиболее известных примеров является система NASIS, поддерживаемая Министерством сельского хозяйства США. Она используется для ввода, хранения и сопровождения национальных почвенных данных США. Согласно официальному описанию, центральная база данных NASIS построена на Microsoft SQL Server, а пространственные данные хранятся в отдельных базах. Основное назначение системы связано с управлением табличными атрибутами почв, публикацией данных через SSURGO и многопользовательской работой через центральный сервер. Вместе с тем NASIS имеет и определенные ограничения. Одним из них является закрытый характер системы: прямой публичный доступ к самой базе отсутствует. Для внешних пользователей доступны не исходные данные NASIS, а производные информационные сервисы, созданные на их основе [5].

На европейском уровне одной из ключевых почвенных информационных инфраструктур является ESDAC, поддерживаемый Европейской комиссией. В его составе Европейская почвенная база данных версии 2.0 включает несколько взаимосвязанных компонентов: полигональную почвенно-географическую базу SGDBE, базу педотрансферных атрибутов PTRDB и базу

аналитических почвенных профилей. По сводным данным ESDAC 2.0, Европейская почвенная база содержит 73 атрибута, характеризующих классификацию почв, гранулометрический состав, материнские породы, землепользование и различные ограничения территории. Существенное развитие европейской почвенной информационной базы связано также с программой LUCAS. В цикле 2009/2012 была сформирована паневропейская база, включающая 19 967 геопривязанных почвенных образцов. Для кампании 2018 были опубликованы данные по 18 984 образцам, в том числе значения pH, содержания органического углерода, $CaCO_3$, азота, фосфора, калия, электропроводности, а также оксалат-экстрагируемых форм Fe и Al. Таким образом, европейские системы представляют собой очень крупную и ценную информационную основу для почвенных исследований. Однако и в этом случае сохраняются определенные ограничения. Доступ к разным наборам данных организован через несколько отдельных каналов, часть информации предоставляется только после регистрации, а данные по физическим и биологическим свойствам публикуются не одновременно. Кроме того, сама архитектура системы по-прежнему разделяет почвенные наблюдения, производные пространственные слои и вспомогательные ковариаты между несколькими организационно обособленными блоками [6–8].

Глобальная система WoSIS, поддерживаемая ISRIC — World Soil Information, является одним из наиболее развитых примеров современной почвенной базы данных, построенной на реляционной основе. В публикации 2023 г. показано, что система реализована на PostgreSQL/PostGIS, использует усовершенствованные процедуры извлечения, преобразования и загрузки данных, совместима со стандартами ISO 28258 и O&M, а также обеспечивает публикацию данных через WFS, DOI-снимки и GraphQL. По состоянию на конец 2023 г. статическая версия WoSIS включала 228 тыс. геопривязанных почвенных профилей из 174 стран, более 900 тыс. горизонтов и свыше 6 млн аналитических записей. Это свидетельствует о высоком методическом уровне системы и ее большой значимости для международного почвоведения. В то же время пример WoSIS показывает и ограничения классической централизованной реляционной модели. Существенная часть мировых почвенных данных по-прежнему недоступна из-за лицензионных ограничений. Кроме того, приведение данных из разных источников к единому виду требует сложной системы их извлечения, преобразования и загрузки. Наконец, развитие межсистемной и семантической совместимости привело к необходимости создания отдельной онтологической платформы GloSIS, которая дополняет основную базу данных [9, 16]

Австралийская система ASRIS, поддерживаемая CSIRO, также отражает характерные черты развитых реляционных почвенных систем. Она объединяет данные традиционных и цифровых почвенных обследований, служит национальным источником доступа к почвенной информации и предоставляет сведения на нескольких масштабных уровнях. Вместе с тем в сопровождающих публикациях подчеркивается необходимость использования открытых стандартов обмена данными. Это показывает, что для таких систем важной становится уже не только задача хранения информации, но и обеспечение межсистемной совместимости и возможности повторного использования данных [10].

Ограничения реляционных систем требуют разграничения между классической нормализованной табличной схемой и современной расширенной реляционной платформой. PostgreSQL поддерживает типы JSON и JSONB, причем JSONB хранится в бинарно разобранной форме и поддерживает индексирование; PostGIS расширяет PostgreSQL средствами хранения, индексирования и запроса геопространственных данных, включая векторные и растровые типы; материализованные представления PostgreSQL сохраняют результат запроса в табличной форме и могут обновляться командой REFRESH MATERIALIZED VIEW [20–22]. Эти средства позволяют строить гибридную архитектуру, в которой нормализованные справочники, транзакционные операции и пространственная аналитика остаются в PostgreSQL/PostGIS, а изменяемые блоки лабораторных результатов, дистанционного зондирования и метаданных могут храниться в JSONB или передаваться в документную базу. Преимущество MongoDB должно оцениваться по сравнению с такой расширенной реляционной альтернативой, а не только по сравнению с жесткой таблицей фиксированной ширины.

Сводные характеристики основных реляционных систем представлены в таблице 1. Таблица является аналитической синтезирующей сводкой по официальным описаниям и статьям о российских почвенных информационных ресурсах [2–4]. Материалы по NASIS, ESDAC и LUCAS использованы для европейско-американского блока сравнения [5–7]. Данные по WoSIS и ASRIS использованы для описания глобального и австралийского опыта организации почвенных информационных систем [9, 10].

Нереляционные базы данных и их применение. Под нереляционными базами данных следует понимать класс систем управления базами данных, которые не ограничиваются традиционной табличной и строго нормализованной моделью. Такие системы используют другие принципы организации хранения данных, включая документный, модель «ключ-значение», колоночный и графовый подходы. Их общее отличие состоит не в отказе от структуры данных, а в том, что структура не должна заранее и полностью задаваться в виде единого набора таблиц и связей между ними. Это делает такие системы более удобными для работы с неструктурированными и полуструктурированными данными, а также с массивами информации, которые быстро изменяются и постоянно расширяются. В обзоре DynamoField эта особенность сформулирована достаточно ясно: системы NoSQL рассматриваются как решение, выходящее за ограничения традиционных реляционных баз данных и более подходящее для работы с большими и динамично изменяющимися данными [11, 12].

В почвоведении примеров полностью сформированных национальных нереляционных баз данных пока немного, и это само по себе является важным результатом проведенного обзора. Такой вывод подтверждается работой Wu и Mueller, где отмечено, что в сельском хозяйстве число публично доступных схем NoSQL-баз остается очень небольшим. Разработанная ими система DynamoField на основе DynamoDB предназначена для хранения данных многолетних полевых опытов, в которых информация поступает от разных исполнителей, в разное время и в неодинаковых форматах. Авторы показывают, что гибкая структура базы позволяет загружать данные с минимальной предварительной подготовкой, хранить вложенные JSON-структуры и изменять состав полей по мере развития проекта, не задавая заранее все связи между сущностями [11].

Таблица 1**. Сводные характеристики основных реляционных систем**
Table 1**. Summary characteristics of the main relational systems**

Система	Базовая единица данных	Сильные стороны	Ключевые ограничения для цифрового почвоведения
ЕГРПР РФ	тип почвы, региональный ресурс, районирование	государственная формализация; таксономическая строгость; интеграция с картографическими материалами	низкая гибкость схемы при работе с потоковыми и разреженными данными; ограниченная естественная поддержка мультимодальных данных
Почвенно-географическая база данных России	почвенный профиль, аналитический образец, почвенный контур	сочетание атрибутивных данных и веб-картографического представления; SQL-ориентированная отчетность	масштабирование затрудняется при включении данных дистанционного зондирования, временных рядов и неодинаково заполненных аналитических блоков
NASIS	табличные атрибуты обследования и профиля	зрелая национальная схема; контроль качества данных; интеграция с SSURGO	закрытый доступ; пространственные данные частично вынесены за пределы основной модели; высокая связанность схемы
ESDB / LUCAS	полигон, точка обследования, слой свойств	панъевропейская гармонизация данных; большой объем лабораторных измерений	распределенность наборов данных; неравномерность публикации модулей; институциональная фрагментация
WoSIS	стандартизованный профиль / горизонт	глобальный охват; развитые процедуры извлечения, преобразования и загрузки данных; поддержка GraphQL, WFS и DOI-снимков; стандартизация методов	высокая трудоемкость гармонизации наследованных данных; зависимость от лицензий поставщиков; потребность в отдельном онтологическом уровне
ASRIS	профиль, карта, цифровые и традиционные слои	национальная интеграция разномасштабных источников	необходимость внешних стандартов обмена и сложность сопряжения разнородных источников

Для агропочвенных исследований это особенно важно, поскольку в разных проектах могут существенно различаться схемы отбора проб, перечни лабораторных анализов и наборы сопутствующих переменных, тогда как сама пространственная основа исследования остается относительно стабильной. В таких условиях выбор типа нереляционной базы данных должен определяться не популярностью конкретной технологии, а структурой и режимом использования самих данных. Документные базы наиболее подходят для хранения почвенных профилей, аналитических показателей, данных дистанционного зондирования и пространственных объектов; базы временных рядов — для сенсорных наблюдений и метеорологических данных; графовые базы — для описания смысловых связей между объектами и обеспечения межсистемной совместимости [12, 15, 16].

Особый интерес представляет опыт работы с данными дистанционного зондирования Земли. В исследовании, посвященном распределенному хранению таких данных в MongoDB, показано, что метаданные удобно хранить в виде документов, а бинарные изображения — с использованием GridFS. Для почвоведения этот вывод имеет прямое значение, поскольку современные цифровые почвенные базы данных все чаще включают не только числовые характеристики почвенных профилей, но и спектральные композиты, карты открытой почвы, фрагменты спутниковых сцен и различные производные индексы [13].

Собственно почвенный пример применения нереляционного подхода представлен в работе Mátyás и соавт., где для данных об углеродном цикле почв и эмиссии парниковых газов рассматривается модель Joker Tao, реализованная на нереляционном движке в среде Oracle APEX. Основной вывод этой работы связан не столько с выбором конкретной программной платформы, сколько с признанием того, что данные такого типа по своему объему и структуре требуют архитектуры, ориентированной на большие данные, и плохо укладываются в традиционную табличную модель без потери гибкости [14].

Еще один важный шаг для точного земледелия представлен в работе, посвященной системе STSDaMaS. В ней предложена распределенная архитектура хранения данных, где нереляционная база временных рядов используется для пространственно-временных наблюдений, семантическое хранилище — для описания смысловых связей между объектами, а небольшой реляционный контур на периферийном уровне — для быстрого доступа к последнему измерению. Для почвоведения это особенно важно, поскольку фактически речь идет о готовой модели распределенного хранения данных разных типов [15].

Описание системы WESIS фиксирует технологическую развилку, значимую для проектирования региональных почвенных информационных систем: в качестве центральной базы данных могут использоваться как реляционные системы, например PostgreSQL или MySQL, так и нереляционные решения, в частности MongoDB. Выбор определяется характером и объемом исходных данных, а сама архитектура предполагает совместную работу лабораторных данных, материалов мониторинговых станций, спутниковой информации, картографических слоев, агрометеорологических рядов и спектроскопических измерений [17].

Важное направление развития почвенных информационных систем связано с графовыми и семантическими моделями. Создание онтологии GloSIS было обусловлено тем, что обмен почвенными данными уже невозможно эффективно обеспечивать только путем переноса таблиц из одной системы в другую. Для этого потребовалось использование специальных семантических стандартов и средств описания данных, включая SOSA, SKOS, GeoSPARQL, QUDT, коды процедур и технологии связанной публикации данных [16].

Сравнительная типология NoSQL-решений для почвоведения сведена в таблицу 2. Это аналитическая систематизация опубликованных примеров из агрономии, геоинформатики и почвенных приложений. NoSQL-фреймворки и геопространственные базы использованы для характеристики документных и ключ-значение моделей [11–13]. Почвенно-агрономические, пространственно-временные и семантические системы использованы для характеристики временных рядов и графовых моделей [14–16]. Гибридные почвенные платформы и OSSL учтены при описании перспектив интеграции с цифровым мониторингом и машинным обучением [17, 19].

Мировой опыт показывает, что в практике работы с почвенными данными обычно используется не одна универсальная нереляционная платформа, а сочетание нескольких типов систем. Поэтому применительно к современному почвоведению правильнее говорить не о полном переходе от реляционных баз данных к нереляционным, а о распределении функций между разными уровнями хранения и обработки данных. Реляционные системы сохраняют значение для структурированных реестров и формализованных описаний, документные базы — для хранения сложных и разнородных объектов, базы временных рядов — для данных мониторинга и сенсорных наблюдений, а семантический уровень — для обеспечения связности и совместимости информации из разных источников [11–13]. В почвенно-агрономических и пространственно-временных приложениях эта логика дополнительно подтверждается распределением функций между хранилищами наблюдений, временных рядов и семантическим уровнем [15, 16, 19].

Доступность выбранной СУБД является отдельным инженерным и организационным критерием. PostgreSQL распространяется под PostgreSQL License, которая относится к открытым лицензиям, близким по характеру к BSD и MIT; PostGIS является открытым программным обеспечением под GNU GPLv2 [25, 27]. MongoDB Community Server, начиная с выпусков после 16 октября 2018 г., распространяется под Server Side Public License: пользователи могут просматривать, изменять и распространять код, но лицензия не одобрена Open Source Initiative и не считается OSI-совместимой открытой лицензией [26]. При внедрении в государственных, университетских и корпоративных контурах это различие должно фиксироваться в техническом задании. Если требуется строго OSI-совместимое программное обеспечение, базовой альтернативой остается PostgreSQL/PostGIS с JSONB или гибридная схема, в которой MongoDB используется только как оперативный документный контур при соблюдении лицензионных условий.

Проектирование нереляционной базы данных почвенных свойств Тульской области. Представленный авторами проект предназначен для хранения агропочвенно-климатических свойств Тульской области в виде единого мультимодального массива данных. Фактический статус базы данных уточняется как архитектурно описанный региональный прототип с подготовленной структурой хранения и планом последующей загрузки и испытаний; результаты собственных нагрузочных прогонов в настоящей статье не заявляются. В проектных материалах указана рабочая номенклатура более 100 показателей и региональная выборка порядка 1000 почвенных образцов, для которых предусмотрены пространственные данные в формате GeoJSON, геопространственные индексы и связь с данными дистанционного зондирования и метеорологическими рядами. В проекте выделены четыре основных содержательных блока данных. В качестве системы хранения выбрана MongoDB, поскольку документная модель позволяет представлять геопривязанный почвенный образец как целостный объект с вложенными измерениями, статусами измерения и сопутствующими характеристиками. Базовой единицей хранения является не отдельный показатель и не только почвенный горизонт, а целостный геопривязанный объект наблюдения. Такая организация соответствует логике цифрового почвоведения, где статистический анализ, прогнозирование и интерпретация выполняются по совокупности согласованных характеристик, относящихся к одному месту, времени наблюдения, почвенному

Таблица 2**. Сравнительная типология NoSQL-решений для почвоведения**
Table 2**. Comparative typology of NoSQL solutions for soil science**

Тип NoSQL	Репрезентация данных	Почвенный или агропочвенный пример	Наиболее уместные задачи
Документная база	JSON/BSON-документы, вложенные массивы и поддокументы	MongoDB для геоданных и дистанционного зондирования; архитектура для агропочвенных свойств; OSSL в режиме MongoDB/API	профиль, анализы, данные дистанционного зондирования, метаданные, вложенные результаты
Ключ-значение	записи по составным ключам	DynamoField на DynamoDB	многолетние полевые опыты, участки, повторы, гибкие формы ввода
База временных рядов	временные метки как основной индекс	базы временных рядов в STSDaMaS; сенсорные системы для почвы и микроклимата	почвенная влажность, температура, датчики NPK, метеорологические потоки
Графовая / семантическая	узлы, ребра, онтологии, RDF	GloSIS, подходы knowledge graph к почвенной информации	интероперабельность, вывод знаний, связанный доступ к неоднородным источникам

профилю, методу анализа и окружающим условиям. Подобная организация данных согласуется с моделью scorpan [1]. В пределах одного документа могут одновременно храниться блоки s — собственно почвенные свойства и морфологические признаки, c — климатические и метеорологические характеристики, o — землепользование и растительный покров, r — параметры рельефа и производные цифровой модели рельефа, p — свойства почвообразующих пород и литологические признаки, a — временные характеристики обследования и ретроспективные данные, n — пространственный контекст, соседние объекты и сеточные ковариаты.

Базу данных целесообразно строить как систему связанных коллекций, в которой центральное место занимает коллекция почвенных точек или образцов, а не набор отдельных таблиц с результатами анализов. В основном документе хранятся устойчивые пространственные, морфологические и классификационные характеристики. Изменчивые или потенциально объемные массивы выносятся во вложенные структуры либо в специальные коллекции, связанные с образцом через устойчивый идентификатор. Подход уменьшает потребность в переработке схемы при добавлении новых показателей, подключении датчиков, включении спутниковых индексов или использовании новых лабораторных методов. Основные коллекции базы данных почвенных свойств Тульской области отображены в таблице 3.

Таблица 3**. Основные коллекции базы данных почвенных свойств Тульской области**
Table 3. **Main collections of the soil properties database for Tula oblast**

Коллекция базы данных	Содержательное ядро	Основные поля и вложенные элементы
Образцы (samples)	Геопривязанный почвенный образец или профиль	Идентификатор образца, геометрия, глубина отбора, дата отбора, классификация почвы, тип землепользования, характеристики рельефа, почвообразующая порода
Лабораторные результаты (lab_results)	Результаты лабораторных анализов	Массив объектов, включающих свойство, значение, единицу измерения, метод определения, предел обнаружения и признак контроля качества
Признаки дистанционного зондирования (eo_features)	Производные показатели дистанционного зондирования Земли	Даты съёмки, спутниковая платформа, спектральные индексы, композит открытой почвы, текстурные признаки, спектральные ряды
Метеорологические ряды (meteo_series)	Временные ряды по ближайшим станциям или сеточным данным	Дата, осадки, температура воздуха, влажность воздуха, эталонная эвапотранспирация, агрегированные показатели за выбранные интервалы времени
Справочники (dictionaries)	Справочная информация о показателях, единицах измерения и методах	Коды свойств, соответствие ГОСТ и ISO, типы анализов
Происхождение данных (provenance)	Сведения об источнике и версии данных	Источник данных, оператор, дата загрузки, правила преобразования данных, версия пересчёта

```
      {
        "sample_id": "TUL-0001",
        "geometry": {"type": "Point", "coordinates": [37.6156, 54.1931], "crs":
"EPSG:4326"},
        "sampling": {"date": "2024-05-18", "depth_cm": {"top": 0, "bottom": 20},
"land_use": "пашня"},
        "soil": {"classification": "чернозем выщелоченный", "parent_material":
"лессовидный суглинок"},
        "lab_results": [
          {"property": "ph_h2o", "value": 6.2, "unit": "pH", "method": "ГОСТ
26423-85", "status": "measured", "quality": "accepted"},
          {"property": "available_p", "value": null, "unit": "mg/kg", "method":
"ГОСТ 26207-91", "status": "not_measured"},
          {"property": "cd_total", "value": null, "unit": "mg/kg", "method":
"ICP-MS", "status": "below_detection_limit", "detection_limit": 0.10}
        ],
        "eo_features": {"source": "Sentinel-2", "date": "2024-06-01", "ndvi":
0.43},
        "meteo_summary": {"period_days": 30, "precipitation_mm": 62.4},
        "provenance": {"source": "field_survey", "loaded_at": "2026-06-16",
"version": "0.1"}
      }
```

Рисунок 1. **Условный фрагмент документа коллекции samples для одного геопривязанного почвенного наблюдения**
Figure 1. **Example document fragment from the samples collection for one georeferenced soil observation**

Таблица 4**. Правила представления неодинаково полных лабораторных наблюдений**
Table 4. **Rules for representing laboratory observations with varying completeness**

Ситуация	Представление в документе	Аналитическое значение правила
Измерение не выполнялось	Поле отсутствует в массиве lab_results либо создается запись со status = not_measured и value = null	Отсутствие определения не смешивается с нулевым значением и не используется без явной импутации
Значение ниже предела обнаружения	status = below_detection_limit, value = null, detection_limit обязателен, исходная запись сохраняет метод анализа	Результат не записывается как 0; замена на половину предела обнаружения допускается только в производной аналитической витрине
Измеренное нулевое значение	status = measured_zero, value = 0, unit, method и quality обязательны	Нулевой результат отделяется от отсутствующего измерения и результата ниже предела обнаружения
Один показатель определен разными методами	Для каждого метода создается отдельный объект lab_results с одинаковым property и различным method; гармонизированное значение хранится в derived_features	Сохраняется трассируемость методики, а объединение результатов выполняется как воспроизводимое преобразование
Сомнительное или отклоненное значение	quality принимает значения accepted, suspect, rejected; причина фиксируется в quality_note	Фильтрация аналитических выборок выполняется без удаления первичных данных

Документная гибкость не должна заменять контроль качества. Для коллекции samples задается JSON Schema Validation, проверяющая обязательное наличие идентификатора образца, геометрии, даты и глубины отбора, допустимые типы данных, структуру массива lab_results и наличие полей property, unit, method, status и quality для каждого измерения [23]. Геометрия хранится как GeoJSON-объект с указанием CRS в метаданных; для геопространственного поиска создается 2dsphere-индекс, так как MongoDB использует этот тип индекса для запросов по данным GeoJSON и координатным парам [24]. Первичные значения сохраняются без аналитической импутации, а преобразования единиц, пересчет координат, гармонизация методов и формирование обучающих таблиц фиксируются в блоке provenance. Правила представления неодинаково полных лабораторных наблюдений приведены в таблице 4.

Индексы и правила целостности. В проектных материалах указана необходимость пространственных индексов, документной структуры хранения и единых правил именования. Минимальный набор индексов для рабочей базы должен включать 2dsphere-индекс по geometry, составной индекс по sample_id, depth_cm и sampling.date, а также выборочные индексы по наиболее востребованным аналитическим показателям. Для часто используемых свойств, таких как pH, органический углерод, емкость катионного обмена, содержание глинистой фракции, азота, фосфора и калия, создаются отдельные индексы или материализованные аналитические витрины в зависимости от частоты запросов. Гибкая структура базы данных сохраняет научную надежность только при наличии справочников свойств, единиц измерения, методов, признаков качества, CRS и источников данных. Каждая запись лабораторного результата должна содержать код свойства, значение или статус отсутствия, единицу измерения, метод определения, предел обнаружения при необходимости, признак качества и ссылку на источник. Такое правило согласуется с авторским проектом и снижает риск методической неоднородности при расширении базы. Общая последовательность потоков данных в предлагаемой архитектуре показана на рисунке 2.

Практический смысл проектных решений. Документная модель позволяет фиксировать неодинаковую полноту почвенных наблюдений без искусственного расширения таблицы и без смешения разных типов отсутствия данных. Для почвенной аналитики это важно, поскольку разные образцы нередко исследуются по разным программам, а отсутствие измерения является характеристикой дизайна данных,

а не технической ошибкой. Отсутствие поля, запись со status = not_measured, запись со status = below_detection_limit, нулевое измеренное значение и повторное определение другим методом имеют разные семантические значения. Хранение результатов в массиве измерений позволяет различать эти случаи на уровне первичной базы и воспроизводимо формировать производные аналитические таблицы. Вторым значимым решением является совместное хранение почвенных свойств и ковариат цифрового почвенного картографирования в пределах одного рабочего контура. Результаты почвенных анализов, картографические материалы, данные дистанционного зондирования и метеорологические характеристики связываются с конкретным образцом, что уменьшает число повторных операций объединения таблиц при подготовке обучающих выборок для цифрового картографирования почвенных свойств [1].

Интерфейс с существующими реляционными источниками. Практическое внедрение документной базы не предполагает отказа от существующих наполненных реляционных ресурсов. Методика сопряжения должна строиться как контролируемый ELT-процесс. На стороне источника формируются стабильные реляционные представления для профилей, горизонтов, аналитических определений, справочников методов и пространственных контуров. Преобразующий слой сопоставляет первичные ключи с sample_id и horizon_id, переводит координаты в GeoJSON с фиксацией исходной и целевой CRS, нормирует единицы измерения, переносит коды методов и записывает правила преобразования в provenance. В MongoDB сохраняется рабочий документ для аналитики и цифрового картографирования, но исходные идентификаторы реляционной базы не теряются. Обратная публикация результатов выполняется через нормализованные выгрузки, материализованные представления или аналитические витрины, пригодные для PostgreSQL/PostGIS, ГИС-пакетов и табличной отчетности. Такая схема сохраняет преимущества действующих реляционных систем и создает документный слой для задач, где требуется объединение разреженных и мультимодальных данных [20–24]. Сопоставление классов задач и предпочтительных архитектурных решений приведено в таблице 5.

Референсный профиль вычислительного эксперимента.

Раздел о производительности не является отчетом о собственном бенчмарке базы данных Тульской области. Его назначение состоит в задании воспроизводимого профиля будущего нагрузочного эксперимента и в отделении архитектурных решений от результатов, которые должны быть получены после загрузки данных и построения индексов. В авторском файле предусмотрено сравнение MongoDB и реляционной схемы по загрузке данных, чтению, типовым аналитическим запросам, геопространственному поиску и работе с массивами неодинаковой полноты. Количественным внешним ориентиром служат опубликованные результаты сравнительного тестирования MongoDB и PostgreSQL на неструктурированных геоданных GeoTIFF. В этом исследовании скорость записи в MongoDB составила около 0,031 с/МБ, тогда как для PostgreSQL она была равна 0,178 с/МБ; MongoDB обеспечивала запись примерно в 5,7 раза быстрее. PostgreSQL показывал более высокий уровень сжатия данных — около 95%, тогда как для MongoDB этот показатель был менее 1% [18]. Эти значения нельзя переносить на базу данных почвенных свойств Тульской области без проверки, поскольку состав данных, структура документов, индексы и характер запросов отличаются от теста Cheng et al. Они используются только для обозначения инженерного компромисса между скоростью загрузки изменяемых неструктурированных данных и компактностью долговременного хранения. Сравнительный инженерный профиль использованных внешних ориентиров представлен на рисунке 3.

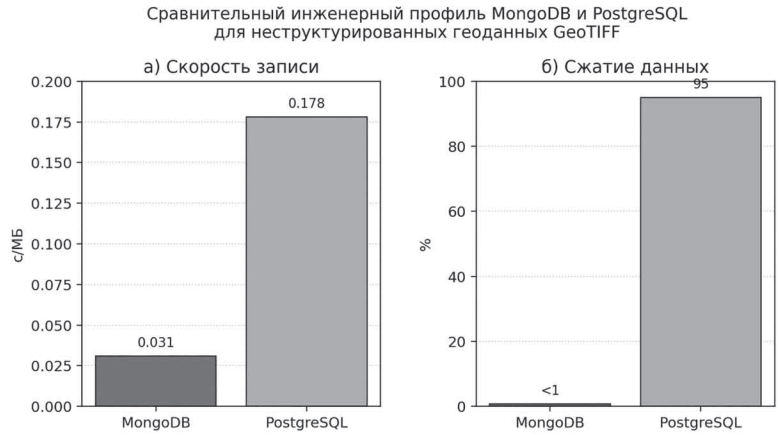
Для почвенной системы Тульской области проверяемая гипотеза состоит в том, что документная модель будет эффективнее при первичной загрузке неоднородных лабораторных результатов и спутниковых признаков, а также при запросах, где по одному образцу требуется получить весь связанный набор свойств и ковариат без многократных объединений. Реляционная модель может иметь преимущество при компактном хранении, транзакционной целостности справочников, сложных пространственных операциях PostGIS и регламентированной отчетности. Корректное сравнение должно включать не только MongoDB и простую реляционную схему, но и PostgreSQL/PostGIS с JSONB, индексами GIN/GiST и материализованными представлениями. Крупные бинарные слои дистанционного зондирования целесообразно хранить во внешнем объектном или растровом контуре, оставляя в MongoDB метаданные, ссылки, индексы и агрегированные признаки. Такой вывод согласуется с исследованиями по MongoDB для неструктурированных геоданных и с гибридными пространственно-временными архитектурами [13, 15, 18]. Контрольный набор операций и метрик для последующего сравнения приведен в таблице 6.

Полевое обследование и описание разрезов
↓
Первичные данные: геометрия, глубина, морфологические признаки
↓
Лабораторный блок → массив лабораторных результатов по образцу
↓
Блок дистанционного зондирования → признаки с привязкой по геометрии и дате
↓
Блок метеорологических данных → временные ряды с агрегированием по окнам времени
↓
Преобразование данных, контроль единиц измерения и методов определения
↓
Основная документная коллекция образцов
↓
Аналитические выборки, геостатистический анализ, машинное обучение, цифровое картографирование почв и веб-картография

Рисунок 2**. Схема потоков данных в предлагаемой архитектуре базы данных**
Figure 2. **Data flow in the proposed database architecture**

Таблица 5. **Классы задач, для которых документная архитектура дает прикладное преимущество**
Table 5. **Task classes for which a document-oriented architecture provides an applied advantage**

Класс задач	Преимущество документной модели	Предпочтительная альтернатива при иных условиях
Быстрая загрузка разнородных полевых и лабораторных данных	Новые свойства и методы добавляются как элементы массива измерений без немедленной переработки всей схемы	Реляционная схема предпочтительна при стабильной программе анализов и жестком регламенте ввода
Формирование обучающей таблицы для цифрового картографирования	Почвенные свойства, координаты, рельеф, ДЗЗ и метеорологические агрегаты извлекаются из одного документного объекта или связанных коллекций	PostgreSQL/PostGIS с материализованными представлениями предпочтителен при сложной пространственной агрегации и строгой SQL-воспроизводимости
Интеграция спутниковых индексов и спектральных признаков	Вложенные временные и спектральные структуры связываются с образцом без создания большого числа пустых столбцов	Объектное хранилище и PostGIS raster предпочтительны для крупных бинарных растровых архивов
Мониторинг и сенсорные ряды	Документ образца содержит агрегаты по заданным временным окнам и ссылки на исходные ряды	Специализированная база временных рядов предпочтительна при высокочастотных потоках датчиков
Ведение реестров, справочников и нормативной отчетности	Документный слой используется как оперативная аналитическая витрина	Нормализованная реляционная база предпочтительна как основной источник юридически значимых справочников и отчетов
Долговременное архивирование и контроль версий	В документе фиксируется provenance и версия пересчета признаков	Реляционное или объектное архивное хранилище предпочтительно при приоритете компактности, резервного копирования и независимого аудита



Источник показателей: опубликованный сравнительный тест; данные приведены как ориентир для постановки нагрузочного эксперимента.

Рисунок 3**. Сравнительный инженерный профиль MongoDB и PostgreSQL по скорости записи и степени сжатия данных в опубликованном тесте на неструктурированных геоданных GeoTIFF, по данным Cheng et al. [18]**
Figure 3. **Comparative engineering profile of MongoDB and PostgreSQL for write speed and data compression in a published test on unstructured GeoTIFF geodata, according to Cheng et al. [18]**

Таблица 6. **Контрольный набор операций и метрик для сравнительного тестирования MongoDB и PostgreSQL/PostGIS**
Table 6**. Control set of operations and metrics for comparative testing of MongoDB and PostgreSQL/PostGIS**

Группа операций	Эквивалентные запросы и процедуры	Основные метрики
Пакетная загрузка	insertMany для документов samples; COPY или INSERT в нормализованные таблицы и JSONB-колонки PostgreSQL	документов или строк в секунду; МБ/с; число ошибок валидации; время построения индексов
Точечное чтение образца	find по sample_id, глубине и дате; SELECT по sample_id с JOIN или извлечением JSONB	медиана времени ответа; p95; число операций чтения
Геопространственный поиск	$geoWithin и $near по 2dsphere; ST_Within, ST_DWithin и GiST-индексы PostGIS	время запроса; число найденных объектов; использование индекса
Выборка по почвенному свойству	фильтр по lab_results.property, value, status и quality; SQL/JSONB containment или нормализованная таблица результатов	время запроса; доля сканирования; корректность учета not_measured и below_detection_limit
Агрегация по глубинам и землепользованию	aggregation pipeline с unwind lab_results; GROUP BY в SQL или materialized view	время агрегации; воспроизводимость результата; размер промежуточных данных
Формирование обучающей таблицы	экспорт samples × properties × covariates из документной коллекции; SQL-запрос с JOIN, JSONB и PostGIS	время подготовки; число ручных преобразований; хеш итоговой таблицы; полнота provenance
Расширение схемы	добавление нового показателя, спутникового индекса или метода без миграции всех документов; ALTER TABLE или обновление JSONB/справочников	время изменения модели; число затронутых сущностей; риск появления несогласованных полей
Хранение и восстановление	резервная копия MongoDB; pg_dump/pg_restore, VACUUM и сжатие PostgreSQL	размер хранилища; время резервного копирования и восстановления; контрольная сумма данных

Выводы. Сравнительный анализ показал, что реляционная модель баз данных сохраняет значение для стандартизированной почвенной информации, справочников, описания профилей, горизонтов и регламентированной публикации данных. Современная реляционная альтернатива не ограничивается классическими таблицами: PostgreSQL/PostGIS, JSONB, пространственные индексы и материализованные представления позволяют хранить часть полуструктурированных и геопространственных данных внутри расширенной реляционной платформы. Поэтому документно-ориентированная модель должна рассматриваться не как универсальная замена реляционным системам, а как специализированный слой для задач, где доминируют разреженные, мультимодальные и быстро расширяемые наблюдения.

Для проектируемой базы данных почвенных свойств Тульской области документная модель обоснована тем, что базовой единицей хранения является геопривязанный почвенный объект наблюдения. Внутри такого объекта могут быть объединены лабораторные результаты, морфологические признаки, пространственные характеристики, данные дистанционного зондирования, метеорологические агрегаты, статус измерения и сведения о происхождении данных. Такая структура лучше соответствует подготовке аналитических выборок для цифрового картографирования и машинного обучения, чем набор разрозненных таблиц с неодинаково заполненными показателями.

Надежность предлагаемой архитектуры зависит от правил валидации и семантической дисциплины хранения. Отсутствующее измерение, значение ниже предела обнаружения, измеренный ноль и результат, полученный другим методом анализа, должны фиксироваться разными статусами и не должны смешиваться при первичной записи данных. Обязательными элементами документа являются код свойства, единица измерения, метод, признак качества, CRS, дата отбора и provenance. Без этих правил гибкость NoSQL-модели может привести к снижению сопоставимости данных.

Практическое применение документной базы наиболее оправдано при интеграции неоднородных полевых, лабораторных, дистанционных и метеорологических данных, при формировании обучающих таблиц и при частом расширении состава показателей. Для нормативных реестров, транзакционных справочников, сложной пространственной аналитики PostGIS и долговременного компактного хранения сохраняет значение реляционная или гибридная архитектура. Следующий этап работы должен включать эмпирическое сравнение MongoDB с PostgreSQL/PostGIS и JSONB по единому набору операций: загрузке, чтению, геопространственному поиску, агрегации по глубинам, формированию обучающей таблицы, размеру хранилища и воспроизводимости результатов.

Документно-ориентированная база данных почвенных свойств Тульской области может рассматриваться как предметно-ориентированный оперативный контур региональной агропочвенно-климатической аналитики при условии сохранения связей с реляционными источниками и последующей экспериментальной проверки заявленных преимуществ.

Список источников

1. McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. 2003. Vol. 117, No. 1–2. P. 3-52. DOI: 10.1016/S0016-7061(03)00223-4.

2. Иванов А.Л., Шоба С.А. (ред.). Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россельхозакадемии, 2014. 768 с.

3. Голозубов О.М., Рожков В.А., Алябина И.О., Иванов А.В., Колесникова В.М., Шоба С.А. Технологии и стандарты в информационной системе Почвенно-географической базы данных России // Почвоведение. 2015. № 1. С. 3-13. DOI: 10.7868/S0032180X15010062.

4. Шоба С.А., Алябина И.О., Голозубов О.М., Чекмарев П.А., Лукин С.В., Чернова О.В., Колесникова В.М. Опыт создания информационной системы в целях рационального использования почвенных ресурсов // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2023. № 4. С. 14-28. DOI: 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-4-14-28.

5. USDA Natural Resources Conservation Service. NASIS User Guide. Chapter 1: Understanding NASIS. Washington, DC: USDA-NRCS.

6. Panagos P., Van Liedekerke M., Borrelli P., Köninger J., Ballabio C., Orgiazzi A., Lugato E., Liakos L., Hervas J., Jones A., Montanarella L. European Soil Data Centre 2.0: Soil data and knowledge in support of the EU policies // European Journal of Soil Science. 2022. Vol. 73, No. 6. Article e13315. DOI: 10.1111/ejss.13315.

7. Tóth G., Jones A., Montanarella L. (eds.). LUCAS Topsoil Survey: Methodology, Data and Results. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. DOI: 10.2788/97922.

8. Fernández-Ugalde O., Scarpa S., Orgiazzi A., Panagos P., Van Liedekerke M., Maréchal A., Jones A. LUCAS 2018 Soil Module. Presentation of dataset and results. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. DOI: 10.2760/215013.

9. Batjes N.H., Calisto L., de Sousa L.M. Providing quality-assessed and standardised soil data to support global map-

ping and modelling (WoSIS snapshot 2023) // Earth System Science Data. 2024. Vol. 16. P. 4735-4765. DOI: 10.5194/essd-16-4735-2024.

10. Johnston R.M., Barry S.J., Bleys E., Bui E.N., Moran C.J., Simon D.A.P., Carlile P., McKenzie N.J., Henderson B.L., Chapman G., Imhoff M., Maschmedt D., Howe D., Grose C., Schoknecht N., Powell B., Grundy M. ASRIS: the database // Australian Journal of Soil Research. 2003. Vol. 41, No. 6. P. 1021-1036. DOI: 10.1071/SR02033.

11. Wu S.H., Mueller T.A. A user-friendly NoSQL framework for managing agricultural field trial data // Scientific Reports. 2024. Vol. 14. Article 29819. DOI: 10.1038/s41598-024-81609-2.

12. Guo D., Onstein E. State-of-the-Art Geospatial Information Processing in NoSQL Databases // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2020. Vol. 9, No. 5. Article 331. DOI: 10.3390/ijgi9050331.

13. Wang S., Li G., Yao X., Zeng Y., Pang L., Zhang L. A Distributed Storage and Access Approach for Massive Remote Sensing Data in MongoDB // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2019. Vol. 8, No. 12. Article 533. DOI: 10.3390/ijgi8120533.

14. Mátyás B., Mátyás G., Horváth J., Kátai J. Data storage and management related to soil carbon cycle by a NoSQL databasing model — Joker Tao // Journal of Agricultural Informatics. 2015. Vol. 6, No. 3. P. 67-74. DOI: 10.17700/jai.2015.6.3.201.

15. San Emeterio de la Parte M., Martínez-Ortega J.F., Hernández Díaz V., Lucas Martínez N. Big Data and precision agriculture: a novel spatio-temporal semantic IoT data management framework for improved interoperability // Journal of Big Data. 2023. Vol. 10. Article 52. DOI: 10.1186/s40537-023-00729-0.

16. Palma R., Janiak B., de Sousa L.M., Schleidt K., Řezník T., van Egmond F., Leenaars J., Moshou D., Mouazen A.M., Wilson P., Medyckyj-Scott D., Ritchie A., Yigini Y., Vargas R. GloSIS: The Global Soil Information System Web Ontology // Semantic Web. 2025. Vol. 16, No. 5. P. 1-27. DOI: 10.1177/22104968251363767.

17. Kalantzopoulos G., Paraskevopoulos P., Domalis G., Liopa-Tsakalidi A., Tsesmelis D.E., Barouchas P.E. The Western Greece Soil Information System (WESIS) — A Soil Health Design Supported by the Internet of Things, Soil Databases, and Artificial Intelligence Technologies in Western Greece // Sustainability. 2024. Vol. 16, No. 8. Article 3478. DOI: 10.3390/su16083478.

18. Cheng Y., Zhou K., Wang J. Performance Analysis of PostgreSQL and MongoDB Databases for Unstructured Data // Proceedings of the 2019 International Conference on Mathematics, Big Data Analysis and Simulation and Modelling (MBDASM 2019). Advances in Computer Science Research. Atlantis Press, 2019. P. 60-62. DOI: 10.2991/mbdasm-19.2019.14.

19. Safanelli J.L., Hengl T., Parente L.L., Minarik R., Bloom D.E., Todd-Brown K., Gholizadeh A., de Sousa Mendes W., Sanderman J. Open Soil Spectral Library (OSSL): Building reproducible soil calibration models through open development and community engagement // PLoS ONE. 2025. Vol. 20, No. 1. Article e0296545. DOI: 10.1371/journal.pone.0296545.

20. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 18 Documentation. 8.14. JSON Types. http://www.postgresql.org/docs/current/datatype-json.html.

21. PostGIS Project. About PostGIS. URL: https://postgis.net.

22. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 18 Documentation. 39.3. Materialized Views. http://www.postgresql.org/docs/current/rules-materializedviews.html.

23. MongoDB, Inc. Specify JSON Schema Validation. MongoDB Manual. http://www.mongodb.com/docs/current/core/schema-validation/specify-json-schema.

24. MongoDB, Inc. 2dsphere Indexes. MongoDB Manual. URL: http://www.mongodb.com/docs/manual/core/indexes/index-types/geospatial/2dsphere.

25. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL: License. http://www.postgresql.org/about/licence.

26. MongoDB, Inc. Server Side Public License FAQ. http://www.mongodb.com/licensing/server-side-public-license/faq.

27. PostGIS Project. Will the GPL license used by PostGIS force me to release my source code? http://postgis.net/documentation/faq/gpl-license.

References

1. McBratney, A.B., Mendonça Santos, M.L. & Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. Geoderma, vol. 117, no. 1-2, pp. 3-52. DOI: 10.1016/S0016-7061(03)00223-4.

2. Ivanov, A.L. & Shoba, S.A. (eds.) (2014). Edinyi gosudarstvennyi reestr pochvennykh resursov Rossii. Versiya 1.0 [Unified State Register of Soil Resources of Russia. Version 1.0], Moscow, *Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva Rossel'khozakademii*, 768 p.

3. Golozubov, O.M., Rozhkov, V.A., Alyabina, I.O., Ivanov, A.V., Kolesnikova, V.M. & Shoba, S.A. (2015). *Tekhnologii i standarty v informatsionnoi sisteme Pochvenno-geograficheskoi bazy dannykh Rossii* [Technologies and standards in the information system of the Soil-Geographic Database of Russia]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], no. 1, pp. 3-13. DOI: 10.7868/S0032180X15010062.

4. Shoba, S.A., Alyabina, I.O., Golozubov, O.M., Chekmarev, P.A., Lukin, S.V., Chernova, O.V. & Kolesnikova, V.M. (2023). *Opyt sozdaniya informatsionnoi sistemy v tselyakh ratsional'nogo ispol'zovaniya pochvennykh resursov* [Experience in creating an information system for rational use of soil resources]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie* [Moscow University Soil Science Bulletin], no. 4, pp. 14-28. DOI: 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-4-14-28.

5. USDA Natural Resources Conservation Service. NASIS User Guide. Chapter 1: Understanding NASIS. Washington, DC: USDA-NRCS.

6. Panagos, P., Van Liedekerke, M., Borrelli, P., Köninger, J., Ballabio, C., Orgiazzi, A., Lugato, E., Liakos, L., Hervas, J., Jones, A. & Montanarella, L. (2022). European Soil Data Centre 2.0: Soil data and knowledge in support of the EU policies. European Journal of Soil Science, vol. 73, no. 6, article e13315. DOI: 10.1111/ejss.13315.

7. Tóth, G., Jones, A. & Montanarella, L. (eds.) (2013). LUCAS Topsoil Survey: Methodology, Data and Results. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2788/97922.

8. Fernández-Ugalde, O., Scarpa, S., Orgiazzi, A., Panagos, P., Van Liedekerke, M., Maréchal, A. & Jones, A. (2022). LUCAS 2018 Soil Module. Presentation of Dataset and Results. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2760/215013.

9. Batjes, N.H., Calisto, L. & de Sousa, L.M. (2024). Providing quality-assessed and standardised soil data to support global mapping and modelling (WoSIS snapshot 2023). Earth System Science Data, vol. 16, pp. 4735–4765. doi: 10.5194/essd-16-4735-2024.

10. Johnston, R.M., Barry, S.J., Bleys, E., Bui, E.N., Moran, C.J., Simon, D.A.P., Carlile, P., McKenzie, N.J., Henderson, B.L., Chapman, G., Imhoff, M., Maschmedt, D., Howe, D., Grose, C., Schoknecht, N., Powell, B. & Grundy, M. (2003). ASRIS: the database. Australian Journal of Soil Research, vol. 41, no. 6, pp. 1021-1036. DOI: 10.1071/SR02033.

11. Wu, S.H. & Mueller, T.A. (2024). A user-friendly NoSQL framework for managing agricultural field trial data. Scientific Reports, vol. 14, article 29819. DOI: 10.1038/s41598-024-81609-2.

12. Guo, D. & Onstein, E. (2020). State-of-the-Art Geospatial Information Processing in NoSQL Databases. ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 9, no. 5, article 331. DOI: 10.3390/ijgi9050331.

13. Wang, S., Li, G., Yao, X., Zeng, Y., Pang, L. & Zhang, L. (2019). A Distributed Storage and Access Approach for Massive Remote Sensing Data in MongoDB. ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 8, no. 12, article 533. DOI: 10.3390/ijgi8120533.

14. Mátyás, B., Mátyás, G., Horváth, J. & Kátai, J. (2015). Data storage and management related to soil carbon cycle by a NoSQL databasing model — Joker Tao. Journal of Agricultural Informatics, vol. 6, no. 3, pp. 67-74. DOI: 10.17700/jai.2015.6.3.201.

15. San Emeterio de la Parte, M., Martínez-Ortega, J.F., Hernández Díaz, V. & Lucas Martínez, N. (2023). Big Data and precision agriculture: a novel spatio-temporal semantic IoT data management framework for improved interoperability. Journal of Big Data, vol. 10, article 52. DOI: 10.1186/s40537-023-00729-0.

16. Palma, R., Janiak, B., de Sousa, L.M., Schleidt, K., Řezník, T., van Egmond, F., Leenaars, J., Moshou, D., Mouazen, A.M., Wilson, P., Medyckyj-Scott, D., Ritchie, A., Yigini, Y. & Vargas, R. (2025). GloSIS: The Global Soil Information System Web Ontology. Semantic Web, vol. 16, no. 5, pp. 1-27. DOI: 10.1177/22104968251363767.

17. Kalantzopoulos, G., Paraskevopoulos, P., Domalis, G., Liopa-Tsakalidi, A., Tsesmelis, D.E. & Barouchas, P.E. (2024). The Western Greece Soil Information System (WESIS) — A Soil Health Design Supported by the Internet of Things, Soil Databases, and Artificial Intelligence Technologies in Western Greece. Sustainability, vol. 16, no. 8, article 3478. DOI: 10.3390/su16083478.

18. Cheng, Y., Zhou, K. & Wang, J. (2019). Performance Analysis of PostgreSQL and MongoDB Databases for Unstructured Data. Proceedings of the 2019 International Conference on Mathematics, Big Data Analysis and Simulation and Modelling (MBDASM 2019). Advances in Computer Science Research. Atlantis Press, pp. 60-62. DOI: 10.2991/mbdasm-19.2019.14.

19. Safanelli, J.L., Hengl, T., Parente, L.L., Minarik, R., Bloom, D.E., Todd-Brown, K., Gholizadeh, A., de Sousa Mendes, W. & Sanderman, J. (2025). Open Soil Spectral Library (OSSL): Building reproducible soil calibration models through open development and community engagement. PLoS ONE, vol. 20, no. 1, article e0296545. DOI: 10.1371/journal.pone.0296545.

20. PostgreSQL Global Development Group. (2026). PostgreSQL 18 Documentation. 8.14. JSON Types. Available at: http://www.postgresql.org/docs/current/datatype-json.html (accessed 16 June 2026).

21. PostGIS Project. (2026). About PostGIS. Available at: http://postgis.net (accessed 16 June 2026).

22. PostgreSQL Global Development Group. (2026). PostgreSQL 18 Documentation. 39.3. Materialized Views. Available at: http://www.postgresql.org/docs/current/rules-materializedviews.html (accessed 16 June 2026).

23. MongoDB, Inc. (2026). Specify JSON Schema Validation. MongoDB Manual. Available at: http://www.mongodb.com/docs/current/core/schema-validation/specify-json-schema/ (accessed 16 June 2026).

24. MongoDB, Inc. (2026). 2dsphere Indexes. MongoDB Manual. Available at: http://www.mongodb.com/docs/manual/core/indexes/index-types/geospatial/2dsphere (accessed 16 June 2026).

25. PostgreSQL Global Development Group. (2026). PostgreSQL: License. Available at: https://www.postgresql.org/about/licence/ (accessed 16 June 2026).

26. MongoDB, Inc. (2026). Server Side Public License FAQ. Available at: http://www.mongodb.com/licensing/server-side-public-license/faq (accessed 16 June 2026).

27. PostGIS Project. (2026). Will the GPL license used by PostGIS force me to release my source code? Available at: http://postgis.net/documentation/faq/gpl-license/ (accessed 16 June 2026).

Информация об авторе:

Огородников Сергей Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент, sir.ogorod@yandex.ru

Information about the author:

Sergey S. Ogorodnikov, candidate of biological sciences, associate professor, sir.ogorod@yandex.ru

✉ **sir.ogorod@yandex.ru**

Научная статья
УДК 633.854.434:631.52
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1002

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

И.В. Бакулова, Т.Я. Прахова, Г.И. Махмудов
Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье приводится оценка сортов конопли посевной по формированию продуктивности и адаптивному потенциалу в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводили в 2023-2025 годы. Гидротермические условия в годы исследований варьировали от засушливых (ГТК — 0,41) до избыточно увлажненных (ГТК — 1,27). В качестве объекта исследований выступали пять сортов конопли посевной различного направления использования. Урожайность сортов конопли посевной, в среднем за годы, колебалась в пределах 1,10-1,31 т/га. Максимального значения урожайность (1,31 т/га) достигала у сорта Надежда, и существенно (на 0,09-0,21 т/га) превысила урожайность других сортов. Наиболее низкая урожайность семян отмечена у сорта Людмила, которая в среднем составила 1,10 т/га. По содержанию масла в семенах все сорта были практически на одном уровне. Масличность варьировала в пределах от 32,2% у сорта Людмила до 34,1% у сорта Надежда. Наибольший выход общего и длинного волокна отмечен у сорта Людмила, который составил соответственно 32,9 и 21,5%. Наибольшей стабильностью урожайности и масличности семян по годам и повышенной адаптивной способностью к изменяющимся условиям возделывания характеризовались сорта Надежда, Вера и Ника, что подтверждается их гомеостатичностью (Hom = 1,30-1,35 и 32,8-34,0). По выходу волокна наибольший критерий гомеостатичности отмечен у сорта Людмила (Hom = 11,34 и 3,31). Наибольшей генетической гибкостью по формированию урожайности и масличности семян отличаются сорта Надежда (1,35 т/га и 34,0%) и Ника (1,30 т/га и 33,4%), по выходу общего волокна — сорт Сурская (32,8%), а по содержанию длинного волокна — сорт Людмила (21,7%). Это характеризует компенсаторную способность данных сортов, как генотипов, способных противостоять различным негативным воздействиям стрессовых факторов, что актуально при постоянных изменениях климатических условий.

Ключевые слова*:* урожайность семян, масличность, выход волокна, адаптивность, гомеостатичность, генетическая гибкость, мера превосходства сорта

Благодарности: исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

FORMATION OF PRODUCTIVITY AND EVALUATION OF ADAPTIVE PROPERTIES OF HEMP

I.V. Bakulova, T.Ya. Prakhova, G.I. Makhmudov
Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents an evaluation of industrial hemp varieties based on productivity formation and adaptive potential under the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The studies were conducted in 2023-2025. Hydrothermal conditions during the years of the study ranged from arid (hydrothermal coefficient of 0.41) to excessively moist (hydrothermal coefficient of 1.27). Five cultivars of Cannabis sativa intended for various uses served as the objects of study. The yield of Cannabis sativa varieties ranged from 1.10 to 1.31 t/ha on average over the years. The Nadezhda variety achieved the highest yield (1.31 t/ha), significantly exceeding the yields of other varieties (by 0.09–0.21 t/ha). The lowest seed yield was observed for the Lyudmila variety, averaging 1.10 t/ha. All varieties were practically on the same level in terms of seed oil content. Oil content ranged from 32.2% for the Lyudmila variety to 34.1% for the Nadezhda variety. The highest yield of total and long fiber was observed for the Lyudmila variety, amounting to 32.9% and 21.5%, respectively. The Nadezhda, Vera, and Nika varieties were characterized by the greatest stability of yield and seed oil content across years, as well as enhanced adaptive capacity to changing cultivation conditions; this is confirmed by their homeostaticity (Hom = 1.30-1.35 and 32.8-34.0). Regarding fiber yield, the highest homeostaticity criterion was observed in the Lyudmila cultivar (Hom = 11.34 and 3.31). The varieties Nadezhda (1.35 t/ha and 34.0%) and Nika (1.30 t/ha and 33.4%) exhibit the greatest genetic flexibility regarding yield and seed oil content; the Surskaya variety (32.8%) excels in total fiber yield, while the Lyudmila variety (21.7%) stands out for its long-fiber content. This characterizes the compensatory capacity of these varieties — as genotypes capable of withstanding the adverse effects of various stressors — which is particularly relevant given the constantly changing climatic conditions.

Keywords: seed yield, oil content, fiber yield, adaptability, homeostaticity, genetic flexibility, measure of cultivar superiority

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. В современных реалиях особую значимость, при возделывании технических культур, приобретает вопрос обеспечения агропромышленного комплекса отечественным семенным материалом. Для этого требуется комплексный подход, направленный одновременно на совершенствование технологических аспектов выращивания данных культур и на развитие селекционной работы [1,2].

Адаптивная интенсификация агропромышленного комплекса требует многофакторного и многовариантного подхода, где повышение урожайности культур должно опираться не только на совершенствование агротехники, но и на эффективное использование генетического потенциала сортов и их синергетических эффектов [3,4]. Сегодня, использование продуктивного и адаптивного сорта является одним из ключевых факторов, во многом определяющим как количественные, так и качественные показатели урожая культуры, так как ценность его обусловлена способностью полноценно использовать особенности местного климата, положительно реагировать на техногенные факторы и на применение научных достижений [5,6].

Конопля посевная — это из старейших возделываемых культур России, которая приобретает статус стратегической культуры XXI века. Основное направление ее использования — это получение прядильного волокна и конопляного масла. В ее семенах содержится 28-33% масла с особым жирнокислотным составом, в котором доля полиненасыщенных жирных кислот достигает 70% и выше [7,8]. По различным данным урожайность стеблей конопли варьирует от 6,0 до 12,0 т/га, а выход общего волокна достигает уровня 28,0-33,0% [4,9,10]. Коме этого, уникальные свойства конопли открывают новые, инновационные возможности ее использования в самых разных сферах [2,8,11]. Среди характерных биологических особенностей конопли выделяется высокий уровень генотипического разнообразия, обусловленный ее двудомной природой и спецификой воспроизводства [8,12]. Благодаря высокой адаптационной способности

© Бакулова И.В., Прахова Т.Я., Махмудов Г.И., 2026

и генетическому разнообразию, культура приспособлена к широкому спектру агроэкологических условий и возделывается во многих странах мира [6,7,9]. И в настоящее время, отмечен динамичный рост ее посевных площадей и соответственно валовых сборов продукции [2,4].

Это во многом объясняет возрастающий интерес к конопле, как в научных, так и в производственных структурах, и изучение особенностей изменчивости хозяйственно ценных-признаков культуры и их взаимодействия «генотип-среда» является актуальной темой исследования.

Цель исследований — изучить формирование продуктивности сортов конопли посевной и оценить их адаптивный потенциал в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили, согласно существующими методиками и указаниями [13], на опытном участке ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Пензенский НИИСХ в течении 3-х лет (2023-2025 гг.). Почвенный покров опытного участка представлен выщелоченными черноземами, содержание гумуса в них составляло 5,83%. Гидротермические условия в годы исследований отличались контрастностью: в 2023 году были отмечены умеренно засушливые условия (ГТК составил 0,88 единицы); в 2024 году — засушливые (ГТК = 0,41); в 2025 году –избыточно увлажненные, при значениях ГТК 1,27 единицы.

В качестве объекта исследований выступали пять сортов конопли посевной различного направления использования: 1) Сорт Сурская — двустороннего использования, характеризуется высокой урожайностью семян (0,8-1,1 т/га) и соломки (9-12 т/га), масличностью семян (30-31%) и низким содержанием тетрагидроканнабинола (0,04-0,06%); 2) сорт Вера — волокнистого направления использования, отличается высокой урожайностью соломки (до 11 т/га), содержанием общего волокна не менее 32%; 3) сорт Надежда — масличного направления использования, отличается урожайностью семян до 1,13-1,17 т/га и содержанием масла в них до 31%; 4) сорт Людмила — предназначен для получения высококачественного волокна, выход которого составляет 32-33%, урожайность семян — выше 1,05 т/га, масличность семян — 30%; 5) сорт Ника — двустороннего использования, урожайность маслосемян составляет 0,85-1,1 т/га, содержание масла — 35,7-36,0%, содержание ТГК — 0,06% [2,4,10].

Генетическую гибкость сортов определяли по методу A.A. Rossielle, J. Hemblin [14], показатели гомеостатичности (Hom) по методике В.В. Хангильдина [15], меру превосходства сорта (МП) — по методике Lin C.S. и Binns M.R. [16], коэффициент адаптивности (КА) — по Л.А. Животкову с соавторами [17].

Результаты исследований. Результаты исследований показали, что урожайность конопли, и в первую очередь ее варьирование по годам, характеризует адаптивную реакцию культуры на окружающие факторы среды. Урожайность семян, в среднем за годы исследований, колебалась в пределах 1,10-1,31 т/га. Максимального значения урожайность (1,31 т/га) достигала у сорта Надежда, и существенно (на 0,09-0,21 т/га) превысила урожайность других сортов. Наиболее низкая урожайность отмечена у сорта Людмила, которая в среднем составила 1,10 т/га. Следует отметить, что при таком размахе урожайности, все сорта отличались средним коэффициентом вариации (11,2%) (табл. 1).

По содержанию масла в семенах все сорта были практически на одном уровне, масличность их варьировала в пределах от 32,2% у сорта Людмила до 34,1% у сорта Надежда. Наибольший выход волокна, как общего, так и длинного отмечен у сорта Людмила, значения данных параметров составили соответственно 32,9 и 21,5%. Несмотря на то, что сорт Вера позиционируется, как сорт волокнистого направления использования, у него были отмечены (в среднем за изучаемый период) наиболее низкий выход общего волокна (30,4%) и длинного волокна (19,9%).

Такой критерий, как «мера превосходства сорта», позволяет одновременно оценить уровень продуктивности, стабильности и адаптивности сорта и отражает его реакцию на изменения внешних условий среды. Судя по неоднозначным значениям данного параметра, сорта поразному реагировали на варьирование климатических условий.

Например, по урожайности семян наибольший показатель «меры превосходства сорта» отмечен у сортов Вера и Надежда, значения которого составили 0,11 и 0,12 соответственно. Наиболее низкий показатель меры превосходства сорта (0,44) отмечен у сорта Людмила, здесь в меньшей степени проявляется взаимодействие генотипа и среды (табл. 2).

По масличности семян высокой мерой превосходства отличались сорта надежда (0,25) и Ника (0,24), а меньшей стабильностью — сорт Людмила (5,41). При этом, сорт Людмила обладал наибольшими значениями данного параметра по выходу общего и длинного волокна, мера превосходства сорта здесь составила соответственно 1,30 и 0,18. Меньшие показатели по выходу общего волокна отмечены у сорта Ника (5,25) и Вера (7,08), по выходу длинного волокна — у сорта Сурская (3,85).

Все сорта конопли отличались достаточно высоким коэффициентом адаптивности по всем изучаемым показателям продуктивности, который варьировал от 0,92 до 1,09, то есть они обладают высоким адаптивным потенциалом к условиям возделывания (табл. 3).

При этом, наиболее высокая генетическая гибкость формирования урожая отмечена у сортов Надежда и Ника, средняя урожайность которых (между минимум и максимум) составила 1,35 и 1,30 т/га. По масличности наибольшей генетической гибкостью по годам отличается сорт Надежда (34,0%), по выходу общего волокна — сорт Сурская (32,8%), а по содержанию длинного волокна — сорт сорта Ника (21,1%) и Людмила (21,7%) (табл. 4). Это характеризует компенсаторную способность данных сортов, как генотипов, способных противостоять различным негативным воздействиям внешних условий.

Низкой компенсаторной способностью характеризовались: по урожайности и масличности семян — сорт Людмила (1,06 т/га и 31,8%), по сбору общего волокна — сорт Вера (30,5%) и по выходу длинного волокна — сорта Надежда (18,1%) и Сурская (18,7%), что говорит о низкой степени соответствия между продуктивностью сорта и факторами среды.

Способность сортов сохранять стабильную продуктивность даже при меняющихся условиях выращивания оценивается через критерий гомеостатичности.

Таблица 1. **Продуктивность сортов конопли посевной (2023-2025 гг.)**
Table 1. **Productivity of varieties the Cannabis sativa (2023–2025)**

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание масла, %	Выход волокна, %	
			общего	длинного
Надежда	1,31	34,1	32,1	18,8
Ника	1,18	33,7	31,9	21,0
Сурская	1,19	32,8	32,3	18,6
Вера	1,22	33,2	30,4	19,9
Людмила	1,10	32,2	32,9	21,5
$НСР_{05}$	0,12	0,84	0,17	0,75
V, %	11,2	2,2	2,9	6,5

Таблица 2. **Критерий «мера превосходства сорта» конопли посевной (2023-2025 гг.)**
Table 2. **The criterion of «degree of superiority variety» for Cannabis sativa (2023–2025)**

Вариант	Урожайность	Масличность	Выход волокна	
			общего	длинного
Надежда	0,12	0,25	3,18	2,14
Ника	0,24	0,24	5,25	0,69
Сурская	0,17	2,43	3,28	3,85
Вера	0,11	1,27	7,08	1,32
Людмила	0,44	5,41	1,30	0,18

Таблица 3. **Коэффициент адаптивности сортов конопли посевной (2023-2025 гг.)**
Table 3. **Adaptability coefficient of industrial hemp varieties (2023–2025)**

Вариант	Урожайность	Содержание масла	Выход волокна	
			общего	длинного
Надежда	1,09	1,03	1,01	0,94
Ника	0,98	1,01	1,00	1,05
Сурская	0,99	0,99	1,01	0,93
Вера	1,02	1,01	0,95	1,00
Людмила	0,92	0,97	1,03	1,08

Таблица 4. **Генетическая гибкость сортов конопли посевной (2023-2025 гг.)**
Table 4. **Genetic plasticity of industrial hemp varieties (2023–2025)**

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание масла, %	Выход волокна, %	
			общего	длинного
Надежда	1,35	34,0	31,1	18,1
Ника	1,30	33,4	31,5	21,1
Сурская	1,26	32,4	32,8	18,7
Вера	1,28	32,8	30,5	20,2
Людмила	1,06	31,8	32,9	21,7

Таблица 5. **Гомеостатичность сортов конопли посевной (2023-2025 гг.)**
Table 5. **Homeostaticity of Cannabis sativa cultivars (2023–2025)**

Вариант	Урожайность	Содержание масла	Выход волокна	
			общего	длинного
Надежда	3,39	15,50	11,07	2,89
Ника	3,45	15,32	11,00	3,23
Сурская	2,62	14,91	11,24	2,86
Вера	4,08	15,09	10,48	3,06
Людмила	2,99	14,63	11,34	3,31

Высокая гомеостатичность по урожайности семян отмечена у сортов Вера (Hom = 4,08) и Ника (Hom = 3,45), по масличности семян — у сортов Надежда (Hom = 15,50) и Ника (Hom =15,32). По выходу волокна как общего, так и длинного наибольший критерий гомеостатичности отмечен у сорта Людмила, который составил соответственно 11,34 и 3,31 (табл. 5). Данные сорта (с высокой гомеостатичностью) представляют особую ценность для сельского хозяйства. Их главное преимущество — способность давать стабильный урожай в разнообразных, в том числе в неблагоприятных и сложных условиях, сглаживая негативное воздействие плохой погоды, бедных почв и погрешностей агротехники. Это особенно важно в условиях меняющегося климата, когда риски засух и других стрессовых факторов постоянно растут.

Минимальный уровень гомеостатичности выявлен у сортов Сурская (Hom = 2,62), Людмила (Hom = 14,63) и Вера (Hom = 10,48), которые имеют низкий показатель стабильности формирования показателей продуктивности по годам.

Заключение. Таким образом, уровень продуктивности и адаптивности конопли посевной обусловлен как особенностями сорта, так и специфическими климатическими условиями региона выращивания. В среднем, все изучаемые сорта конопли показывают достаточно высокие показатели урожайности семян (1,10-1,31 т/га) в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Наиболее высокая урожайность отмечена у сорта Надежда, которая составила 1,31 т/га. По содержанию масла в семенах все сорта были практически на одном уровне, масличность их варьировала в пределах 32,2-34,1%. Наибольший выход волокна, как общего, так и длинного отмечен у сорта Людмила, который составил соответственно 32,9 и 21,5%.

Наибольшей стабильностью урожайности и масличности семян по годам и повышенной адаптивной способностью к изменяющимся условиям возделывания характеризовались сорта Надежда, Вера и Ника, что подтверждается их гомеостатичностью. По выходу волокна наибольший критерий гомеостатичности отмечен у сорта Людмила (Hom = 11,34 и 3,31). Наибольшей генетической гибкостью по формированию урожайности и масличности семян отличаются сорта Надежда (1,35 т/га и 34,0%) и Ника (1,30 т/га и 33,4%), по выходу общего волокна — сорт Сурская (32,8%), а по содержанию длинного волокна — сорт Людмила (21,7%). Данные сорта обеспечивают стабильную продуктивность в разнообразных, в том числе и при неблагоприятных условиях, что особенно ценно и актуально в современных реалиях, при постоянно изменяющихся климатических условиях.

Список источников

1. Гриц Н.В., Ростовцев Р.А., Диченский А.В. Использование элементов точного сельского хозяйства для получение климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах // Аграрная наука. 2023. № 10. С. 88-94. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-88-94.

2. Серков В.А., Кабунина И.В., Ростовцев Р.А. Использование сортов отечественной селекции в коноплеводстве Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (397). С. 90-93. DOI: 10.5 5186/25876740_2024_67_1_90.

3. Жученко А.А. мл., Рожмина Т.А. Генетические ресурсы и селекция растений — главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (81). С. 3-8. DOI: 10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3.

4. Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Элементы сортовой технологии возделывания нового сорта конопли посевной Людмила // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. № 3. (25). С. 388-394. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.3.388-394.

5. Ущаповский И.В., Шиманская Н.С., Серков В.А., Иванова С.В. Изменчивость хозяйственно ценных признаков конопли посевной в зависимости от региона возделывания // Биотехнология и селекция растений. 2025. № 4. С. 55-67. DOI: 10.30901/2658-6266-2025-4-o8.

6. Корепанова Е.В., Русских Д.А., Медведева Г.Р., Гореева В.Н., Исламова Ч.М. Сравнительная оценка сортов технической конопли по урожайности и качеству продукции в Среднем Предуралье // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4 (84). С. 22-30. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_4_22-30.

7. Бикбаева Г.Г., Исламгулов Д.Р. Жирнокислотный состав семян сортов конопли посевной (Cannabis Sativa L.) в зависимости от нормы высева в южной лесостепи республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2026. № 2 (118). С. 47-53. DOI: 10.37670/2073-0853-2026-118-2-47-53.

8. Серков В.А., Кабунина И.В. Конопля посевная — перспективный сырьевой ресурс для масложировой промышленности России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 2 (392). С. 188-191. DOI: 10.5 5186/25876740_2023_66_2_188.

9. Habán M., Zvercová D., Sikora V., Koren A. Yields and quality indicators of selected hemp varieties (Cannabis sativa L.) grown in Serbia // Journal of Central European Agriculture. 2022. № 2 (23), P. 351-357. DOI: 10.5513/JCEA01/23.2.3518.

10. Серков В.А. Новый сорт конопли посевной Ника // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 3 (17). С. 41-49. DOI: 10.54016/SVITOK.2025.39.99.006.

11. Ростовцев Р.А., Попов Р.А., Пучков Е.М. Инновационный способ уборки технической конопли и схема многофункционального агрегата для его осуществления// Аграрная наука. 2023. № 7. С. 129-133. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-129-133.

12. Прахова Т.Я., Бакулова И.В., Мустюков А.Е. Оценка сортов конопли посевной по продуктивности и параметрам адаптивности // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2 (374). С. 60-62. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-12032.

13. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 538 с.

14. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments // Crop Sci. 1981. №. 6. P. 12-23. DOI: 10.2135/CROPSCI1981.001 1183X002100060033X.

15. Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях// Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. Одесса, 1984. С. 67-76.

16. Lin C.S., Binns M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar ´ location data // Canad. J. Plant Sci. 1988. № 1 (68). P. 193-198. DOI: 10.4141/cjps88-018.

17. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.

References

1. Grits, N.V., Rostovtsev, R.A., Dichensky, A.V. (2023). *Ispol'zovaniye elementov tochnogo sel'skogo khozyaystva dlya polucheniye klimaticheski obosnovannoy urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v spetsializirovannykh sevooborotakh* [Using elements of precision agriculture to obtain climate-smart crop yields in specialized crop rotations]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 10. pp. 88-94. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-88-94.

2. Serkov, V.A., Kabunina, I.V., Rostovtsev, R.A. (2024). *Ispol'zovaniye sortov otechestvennoy selektsii v konoplevodstve Rossiyskoy Federatsii* [Use of domestically bred varieties in hemp cultivation in the Russian Federation]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 1 (397). pp. 90-93. DOI: 10.55186/2587 6740_2024_67_1_90.

3. Zhuchenko, A.A.jr., Rozhmina, T.A. (2019). *Geneticheskiye resursy i selektsiya rasteniy — glavnyye mekhanizmy adaptatsii v sel'skom khozyaystve* [Genetic resources and plant selection — the main mechanisms of adaptation in agriculture]. *Vestnik agrarnoy nauki* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 6 (81). pp. 3-8. DOI: 10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3.

4. Bakulova, I.V., Pluzhnikova, I.I., Kriushin, N.V. (2024). *Elementy sortovoy tekhnologii vozdelyvaniya novogo sorta konopli posevnoy* Lyudmila [Elements of varietal technology for cultivating a new variety of hemp Lyudmila]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka* [Agrarian Science of the Euro-North-East], no. 3. (25), pp. 388-394. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.3.388-394.

5. Ushchapovsky, I.V., Shimanskaya, N.S., Serkov, V.A., Ivanova, S.V. (2025). *Izmenchivost' khozyaystvenno tsennykh priznakov konopli posevnoy v zavisimosti ot regiona vozdelyvaniya* [Variability of economically valuable traits of hemp depending on the cultivation region]. *Biotekhnologiya i selektsiya rasteniy* [Biotechnology and plant breeding], no. 4, pp. 55-67. DOI: 10.30901/2658-6266-2025-4-o8.

6. Korepanova, E.V., Russkikh, D.A., Medvedeva, G.R., Goreeva, V.N., Islamova, Ch.M. (2025). *Sravnitel'naya otsenka sortov tekhnicheskoy konopli po urozhaynosti i kachestvu produktsii v Srednem Predural'ye* [Comparative assessment of industrial hemp varieties by yield and product quality in the Middle Urals]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy], no. 4 (84). pp. 22-30. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_4_22-30.

7. Bikbaeva, G.G., Islamgulov, D.R. (2026). *Zhirnokislotnyy sostav semyan sortov konopli posevnoy (Cannabis Sativa L.) v zavisimosti ot normy vyseva v yuzhnoy lesostepi respubliki Bashkortostan* [Fatty acid composition of seeds of hemp varieties (Cannabis Sativa L.) depending on the seeding rate in the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University], no. 2 (118), pp. 47-53. DOI: 10.37670/2073-0853-2026-118-2-47-53.

8. Serkov, V.A., Kabunina, I.V. (2023). *Konoplya posevnaya — perspektivnyy syr'yevoy resurs dlya maslozhirovoy promyshlennosti Rossii* [Hemp — a promising raw material resource for the oil and fat industry of Russia]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 2 (392), pp. 188-191. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_2_188.

9. Habán, M., Zvercová, D., Sikora, V., Koren, A. (2022). Yields and quality indicators of selected hemp varieties (Cannabis sativa L.) grown in Serbia. *Journal of Central European Agriculture*, no. 2 (23), pp. 351-357. DOI: 10.5513/JCEA01/23.2.3518.

10. Serkov, V.A. (2025). *Novyy sort konopli posevnoy Nika* [New variety of hemp Nika]. *Tekhnicheskiye kul'tury. Nauchnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Industrial crops. Scientific agricultural journal], no. 3 (17), pp. 41-49. DOI: 10.54016/svitok.2025.39.99.006.

11. Rostovtsev, R.A., Popov, R.A., Puchkov, E.M. (2023). *Innovatsionnyy sposob uborki tekhnicheskoy konopli i skhema mnogofunktsional'nogo agregata dlya yego osushchestvleniya* [Innovative method of harvesting industrial hemp and a diagram of a multifunctional unit for its implementation]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 7, pp. 129-133. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-129-133.

12. Prakhova, T.Ya., Bakulova, I.V., Mustyukov, A.E. (2020). *Otsenka sortov konopli posevnoy po produktivnosti i parametram adaptivnosti* [Evaluation of hemp varieties for productivity and adaptability parameters]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 2 (374), pp. 60-62. DOI 10.24411/2587-6740-2020-12032.

13. Lukomets, V.M., Tishkov, N.M., Semerenko, S.A. (2022). *Metodika agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s osnovnymi polevymi kul'turami* [Methodology of agrotechnical research in experiments with the main field crops], Krasnodar, *Prosveshchenie-Yug*, 538 p.

14. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments. *Crop Sci*, no. 6. pp. 12-23. DOI: 10.2135/CROPSCI1981.0011183X002100060033X.

15. Khangildin, V.V., Biryukov, S.V. (1984). *Problema gomeostaza v genetiko-selektsionnykh issledovaniyakh* [The problem of homeostasis in genetic selection studies]. *Genetiko-tsitologicheskiye aspekty v selektsii s.-kh. Rasteniy* [Genetic and cytological aspects in the selection of agricultural plants], Odessa, pp. 67-76.

16. Lin, C.S., Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar ´ location data. *Canad. J. Plant Sci*, no. 1 (68), pp. 193-198. DOI: 10.4141/cjps88-018.

17. Zhivotkov, L.A., Morozova, Z.A., Sekatueva, L.I. (1994). *Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhaynost'»* [Methodology for identifying potential productivity and adaptability of varieties and selection forms of winter wheat based on the "yield" indicator)]. *Selektsiya i semenovodstvo* [Breeding and Seed Production], no. 2, pp. 3-6.

Информация об авторах:

Бакулова Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лаборатории агротехнологий,
ORCID: http://orcid.org/ 0000-0001-8504-1001, i.bakulova.pnz@fnclk.ru
Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лаборатории интродукции редких масличных культур,
ORCID: http://orcid.org/ 0000-0002-7063-4784, Scopus ID: 57212197990, Researcher ID: AAB-4388-2021, SPIN-код: 7077-3294, prakhova.tanya@yandex.ru
Махмудов Гасан Исрапилович, аспирант лаборатории интродукции редких масличных культур,
ORCID: http://orcid.org/ 0009-0005-4195-469X, prakhova.tanya@yandex.ru

Information about the author:

Irina V. Bakulova, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the agrotechnology laboratory,
ORCID: http://orcid.org/ 0000-0001-8504-1001, i.bakulova.pnz@fnclk.ru
Tatyana Ya. Prahova, doctor of agricultural sciences, chief researcher head of the laboratory for the introduction of rare oil crops,
ORCID: http://orcid.org/ 0000-0002-7063-4784, Scopus ID: 57212197990, Researcher ID: AAB-4388-2021, SPIN-code: 7077-3294, prakhova.tanya@yandex.ru
Gasan Is. Makhmudov, postgraduate student at the Laboratory for the Introduction of Rare Oil Crops,
ORCID: http://orcid.org/ 0009-0005-4195-469X, prakhova.tanya@yandex.ru

✉ **i.bakulova.pnz@fnclk.ru**

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.ru, iacj@iacj.eu*

Научная статья
УДК 332.14:338.43:636.2
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1006

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ФАКТОРОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ОТРАСЛЕВОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

М.Я. Васильченко, А.С. Воронов, Д.В. Дерунова

Институт аграрных проблем — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», Саратов, Россия

Аннотация. Пространственно-отраслевое развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации характеризуется возрастающей сложностью взаимодействия экономических, институциональных, цифровых и природно-климатических факторов, что требует формирования новых методологических подходов к их комплексной оценке. Цель исследования заключается в разработке научно обоснованной системы факторов пространственно-отраслевого развития АПК, обеспечивающей комплексное отражение современных условий функционирования аграрного сектора и создающей методическую основу для последующей интегральной оценки регионов. Методологическую основу исследования составили системный и пространственный подходы, методы сравнительного анализа, экспертного отбора показателей, статистической диагностики, нормирования данных. В результате исследования разработана авторская система факторов пространственно-отраслевого развития АПК, включающая двадцать статистических индикаторов, объединенных в четыре взаимосвязанных тематических блока: институциональная среда, цифровая зрелость, климатическая адаптивность и экономическая эффективность. Предложены критерии отбора статистических показателей и многоуровневая архитектура их организации. Проведена статистическая диагностика сформированной информационной базы, подтверждающая ее репрезентативность для межрегионального анализа. Научная новизна исследования заключается в разработке концептуальных основ формирования системы факторов пространственно-отраслевого развития АПК, объединяющей экономические, цифровые, институциональные и климатические показатели в единую систему. Практическая значимость результатов состоит в использовании системы факторов для межрегиональных сравнений, сценарного моделирования и разработки механизмов устойчивого развития агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: пространственно-отраслевое развитие, агропромышленный комплекс, цифровая зрелость, климатическая адаптивность, институциональная среда, факторы пространственно-отраслевого развития, экономическая эффективность

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект РНФ № 26-18-01133 «Моделирование пространственно-отраслевого развития АПК России в условиях цифровизации и климатических изменений».

Original article

CONCEPTUAL FOUNDATIONS FOR FORMING A SYSTEM OF FACTORS IN THE SPATIAL AND SECTORAL DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

M.Ya. Vasilchenko, A.S. Voronov, D.V. Derunova

Institute of Agrarian Problems — Subdivision of the Federal Research Center "Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Saratov, Russia

Abstract. The spatial and sectoral development of the Russian agro-industrial complex is characterized by the increasing complexity of the interactions between economic, institutional, digital, and natural-climatic factors, necessitating the development of new methodological approaches to their comprehensive assessment. The objective of this study is to develop a scientifically grounded system of factors for the spatial and sectoral development of the agro-industrial complex, providing a comprehensive reflection of the current operating conditions of the agricultural sector and creating a methodological basis for the subsequent integrated assessment of regions. The methodological basis of the study consists of systems and spatial approaches, comparative analysis, expert selection of indicators, statistical diagnostics, and data standardization. As a result of the study, a proprietary system of factors for the spatial and sectoral development of the agro-industrial complex was developed, including twenty statistical indicators grouped into four interconnected thematic blocks: institutional environment, digital maturity, climate adaptability, and economic efficiency. Criteria for selecting statistical indicators and a multi-level architecture for organizing them have been proposed. A statistical analysis of the resulting database was conducted, confirming its representativeness for interregional analysis. The scientific novelty of the study lies in the development of conceptual foundations for forming a system of factors for the spatial and sectoral development of the agro-industrial complex, which combines economic, digital, institutional, and climatic indicators into a single system. The practical significance of the results lies in the use of the system of factors for interregional comparisons, scenario modeling, and the development of mechanisms for the sustainable development of the agro-industrial complex.

Keywords: spatial-sectoral development, agro-industrial complex, digital maturity, climate adaptability, institutional environment, factors of spatial-sectoral development, economic efficiency

Acknowledgments: the article was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation, RSF project No. 26-18-01133 "Modeling the spatial-sectoral development of the Russian agro-industrial complex in the context of digitalization and climate change".

Введение. Исследование пространственной организации экономики имеет длительную историю развития и является одной из фундаментальных областей региональной науки. В российской экономической школе значительный вклад в формирование современной концепции пространственного развития внес А.Г. Гранберг, рассматривавший экономическое пространство как сложную систему взаимосвязанных

© Васильченко М.Я., Воронов А.С., Дерунова Д.В., 2026

территорий, различающихся уровнем социально-экономического развития, ресурсным потенциалом и особенностями хозяйственной специализации. По мнению ученого, неоднородность экономического пространства является объективной характеристикой национальной экономики и требует использования дифференцированных подходов к государственному регулированию регионального развития [1].

Развитие идей пространственной организации экономики получило отражение в работах В.Н. Лаженцева, исследовавшего вопросы формирования территориальных социально-экономических систем, рационального природопользования и устойчивого развития северных и периферийных регионов России. Территориальное развитие рассматривается как специфический вид деятельности, встраиваемый в более общие социально-экономические процессы (размещение производительных сил, комплексное развитие регионов и межрегиональную интеграцию). Научно обоснованы показатели биоклиматического, ассимиляционного и адаптационного потенциала [2].

В научных трудах А.Н. Крюкова рассматриваются институциональные механизмы повышения эффективности функционирования природно-ресурсного потенциала территорий. Большое внимание уделяется оценке качества государственного управления и совершенствованию инвестиционной политики [3].

В исследованиях ученых ИЭОПП СО РАН изложены проблемы развития территорий и межрегиональной дифференциации; представлена оценка государственных программ пространственного развития. На основе анализа рыночных, географических, климатических и исторических факторов предложены эффективные механизмы управления территориальным развитием [4].

Развитие агропродовольственного комплекса в отечественной научной литературе традиционно рассматривается как один из ключевых факторов обеспечения национальной продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий. А.В. Алтухов обосновывает необходимость формирования эффективной государственной аграрной политики, ориентированной на повышение конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства, технологическое обновление производства и обеспечение продовольственной независимости страны. В его исследованиях подчеркивается возрастающая роль инноваций, цифровизации и государственной поддержки в повышении эффективности агропромышленного комплекса [5].

Значительный вклад в развитие методологии оценки эффективности сельского хозяйства внес И.Г. Ушачев. Его исследования посвящены вопросам устойчивого развития агропродовольственного комплекса, рационального использования производственных ресурсов, повышения производительности труда и совершенствования механизмов государственного регулирования аграрной экономики [6].

Работы А.В. Петрикова концентрируются на проблемах развития сельских территорий, институциональных преобразований и формирования современной аграрной политики. Особое внимание уделяется взаимосвязи сельского хозяйства и сельского развития, что расширяет традиционные представления о функционировании агропродовольственных систем [7].

Современная зарубежная теория пространственного развития расширила традиционные представления о факторах региональной конкурентоспособности. Концепция Новой экономической географии выделяет агломерационные эффекты, транспортные издержки и эффект масштаба в качестве приоритетных факторов пространственной концентрации производственной деятельности [8]. Концепция кластеров М. Портера определяет конкурентоспособность регионов: на основе взаимодействия компаний производственной, научно-образовательной, государственной сферы и инфраструктурного сопровождения значительно повышается инновационная активность предприятий [9].

В теориях эндогенного роста выделяются такие важнейшие факторы пространственного развития, как знания и инвестиции в человеческий капитал [10].

Материалы исследований OECD характеризуются многомерным подходом к оценке территорий, базирующимся на сочетании экономических, социальных, инновационных, экологических и институциональных показателей. Особое внимание уделяется использованию композитных индексов и комплексной оценке качества регионального развития.

Исследователи FAO рассматривают климатическую устойчивость в качестве важнейшего фактора развития аграрного сектора, отмечая необходимость совершенствования механизмов управления природными ресурсами и внедрения устойчивых методов ведения сельского хозяйства [11].

В докладах IPCC преобладают исследования климатических изменений (изменение режима осадков, увеличение частоты экстремальных погодных явлений и деградация природных ресурсов) и их воздействия на пространственную структуру агропродовольственных систем [12].

Китайские ученые используют в своих исследованиях показатели экологической эффективности в целях анализа и оценки эффективности пространственного развития [13].

В последние годы особое внимание уделяется цифровой трансформации экономики. В исследованиях FAO цифровизация сельского хозяйства рассматривается как один из ключевых факторов повышения эффективности агропродовольственных систем. Важная роль отводится технологиям точного земледелия, дистанционного мониторинга, интеллектуального управления производством, а также цифровым сервисам поддержки сельхозпроизводителей.

E. Brynjolfsson и Andrew McAfee рассматривают цифровые технологии как новый источник экономического роста, способствующий повышению производительности труда, развитию искусственного интеллекта, автоматизации производства и цифровых платформ [14].

Таким образом, цифровая трансформация становится самостоятельным фактором пространственного развития агропродовольственного комплекса, определяя различия в конкурентоспособности регионов [15].

Цель исследования — разработка концептуальных основ формирования системы факторов пространственно-отраслевого развития агропромышленного комплекса.

Методика исследований. Методологическую основу исследования составили системный и пространственный подходы, методы сравнительного анализа, экспертного отбора показателей, статистической диагностики, нормирования данных, анализа вариации. Информационной базой для анализа послужили статистические данные, публикуемые на сайте Росстата, Минсельхоза и платформе ЕМИСС.

Ход исследования. Анализ теоретических и методических подходов к оценке пространственного развития территорий и аграрного сектора свидетельствует об отсутствии единой системы факторов и принципов их отбора, использовании разных наборов факторов, что затрудняет сравнение интегральных показателей.

Исходя из вышесказанного, предлагаем рассматривать пространственно-отраслевое развитие АПК как процесс количественных и качественных изменений региональных агропродовольственных систем, испытывающий воздействие экономических факторов, цифровой трансформации, климатической адаптации и институциональных условий. В отличие от общепринятых подходов к рассмотрению регионального аграрного развития экономическая компонента рассматривается как одна из составляющих пространственно-отраслевой структуры.



Составлено авторами

Рисунок 1. **Концептуальная схема формирования факторов пространственно-отраслевого развития АПК**
Figure 1. **Conceptual diagram of the formation of spatial and sectoral development factors in the agro-industrial complex**

Таблица. **Концептуальные подходы к выбору факторов пространственно-отраслевого развития АПК**
Table. **Conceptual approaches to selecting factors for spatial and sectoral development of the agro-industrial complex**

Показатель	Соответствие концепции пространственно-отраслевого развития	Полнота данных	Отсутствие дублирования	Пространственная сопоставимость (на примере 2024 г.)	Управляемость
1. Цифровая зрелость					
Затраты на цифровые технологии, млн руб.	Масштабность процесса цифровизации	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Механизмы стимулирования процессов цифровизации
Доля организаций, использующих цифровые технологии, %	Степень охвата цифровыми технологиями	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Механизмы стимулирования процессов цифровизации
Площадь земель с использованием технологий точного земледелия, тыс. га	Индикатор цифровизации растениеводства	Выборочная информация Минсельхоза за отдельные периоды	Да	Отсутствуют данные по 25 регионам	Механизмы стимулирования процессов цифровизации
Удельный вес организаций, использующих Интернет, %	Цифровая зрелость предпринимательского сектора	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Мероприятия по развитию сетевой и информационной инфраструктуры
Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, %	Инновационные структурные сдвиги	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Стимулирование процессов внедрения инновационных технологий
2. Климатическая адаптивность					
Среднеквадратическое отклонение урожайности зерновых за 5 лет, ц/га	Индикатор климатических изменений	Информация Росстата за ряд лет	Да	Отсутствуют данные по 3 регионам РФ	Охват агротехническими мероприятиями
Доля используемых мелиорированных земель, %	Индикатор улучшенных сельскохозяйственных земель	Выборочная информация Минсельхоза за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Охват мероприятиями по повышению качества земель и введения в оборот неиспользуемых площадей
Доля земель с водной эрозией, %	Индикатор деградации сельскохозяйственных земель	Выборочная информация Минсельхоза за ряд лет	Да	Отсутствуют данные по 1 региону РФ	Охват мероприятиями по повышению качества земель и введения в оборот неиспользуемых площадей
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. т	Индикатор загрязнения окружающей среды	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Инструменты государственной природоохранной политики на федеральном и региональном уровнях
Расходы на охрану окружающей среды, млн руб.	Индикатор адаптации к климатическим изменениям	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Инструменты государственной природоохранной политики на федеральном и региональном уровнях
3. Экономическая эффективность					
Производительность труда в сельском хозяйстве, млн руб.	Уровень конкурентоспособности сельского хозяйства	Информация Росстата за да ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Модернизация и техническое перевооружение, организационно-экономические меры
Рентабельность реализованной сельскохозяйственной продукции, %	Индикатор финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций	Информация Росстата за ряд лет	Да	Отсутствуют данные по 2 регионам РФ	Субсидирование на возмещение затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей
Инвестиции в основной капитал сельского хозяйства, млн руб.	Индикатор обновления и модернизации сельского хозяйства	Информация Росстата за ряд лет	Да	Отсутствуют данные по 3 регионам РФ	Инструменты государственной инвестиционной политики на федеральном и региональном уровнях
Валовая добавленная стоимость сельского хозяйства, млн руб.	Вклад отрасли в экономику страны	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Мероприятия Госпрограммы развития сельского хозяйства
Продукция сельского хозяйства, млн руб.	Уровень экономического развития	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Мероприятия Госпрограммы развития сельского хозяйства
4. Институциональная среда					
Доля инновационно- активных предприятий, %	Индикатор инновационной активности	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Стимулирование процессов внедрения и использования технологий
Доля СХО в производстве сельскохозяйственной продукции, %	Индикатор институциональной структуры сельского хозяйства	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Мероприятия по развитию сельских территорий
Доля субсидий на приоритетные направления АПК и развитие малых форм хозяйствования, %	Индикатор уровня развития сельских территорий	Информация Минсельхоза за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Стимулирование развития сельских территорий
Субсидии сельхозпроизводителям на 100 руб. валовой продукции, руб.	Индикатор эффективности государственной поддержки	Информация Минсельхоза за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Мероприятия по повышению эффективности сельскохозяйственного производства
Доля работников с высшим образованием, %	Образовательный потенциал	Информация Росстата за ряд лет	Да	Статданные по всем регионам РФ	Охват мероприятиями по подготовке и переподготовке кадров

Составлено авторами



Расчеты авторов

Рисунок 2. **Вариативность показателей пространственно-отраслевого развития**
Figure 2. **Variability of indicators of spatial and sectoral development**

Концептуальные подходы к отбору факторов пространственно-отраслевого развития представлены на рисунке 1.

Проведенный анализ отечественных и зарубежных исследований свидетельствует о том, что существующие подходы к оценке регионального развития ориентированы преимущественно либо на исследование пространственной дифференциации территорий, либо на анализ эффективности функционирования отраслей агропромышленного комплекса. В результате пространственные характеристики, отраслевые особенности, институциональные условия, цифровая трансформация и климатические изменения чаще всего рассматриваются изолированно друг от друга, что ограничивает возможности комплексной оценки современных процессов развития региональных агропродовольственных систем.

Авторская концепция исходит из того, что пространственно-отраслевое развитие АПК представляет собой сложную многоуровневую систему, в которой экономические результаты формируются под воздействием взаимосвязанных технологических, природно-климатических, институциональных и цифровых факторов. При этом изменение любого из компонентов неизбежно оказывает влияние на остальные элементы системы. В частности, эффект цифровизации существенно зависит от институциональных условий, кадрового потенциала и климатической адаптации конкретных регионов.

Предлагаемая система факторов отражает различные стороны пространственно-отраслевого развития с выделением тематических блоков. По мере появления новых статистических данных или изменения приоритетов государственной аграрной политики отдельные индикаторы могут уточняться или заменяться.

Предлагаемая система факторов ориентирована не только на количественную диагностику состояния регионального агропромышленного комплекса, но и на выявление внутренних причин различий между субъектами Российской Федерации.

Формирование перечня факторов осуществлялось на основе выявления их соответствия определенным критериям. В соответствии с критерием концептуальной релевантности показатель должен непосредственно отражать одну из четырех компонент индекса и иметь понятную причинно-следственную связь с пространственно-отраслевым развитием АПК. Важным критерием является отраслевая значимость; при отсутствии в статистическом учете показателей сельского хозяйства допускается использование общеэкономических показателей, оказывающих влияние на развитие АПК. Принцип межрегиональной сопоставимости подчеркивает идентичность методики расчета показателя для всех субъектов РФ, а принцип статистической доступности предполагает максимально полный охват регионов за ряд лет. Кроме того, для каждого показателя должно быть доступно любое управленческое решение (например, увеличение государственной поддержки, стимулирование процессов цифровизации, пересмотр экологических стандартов).

На первом этапе было предложено 35 показателей. Однако часть показателей была исключена вследствие недостаточной полноты статистических данных, высокой корреляции с другими переменными либо отсутствия возможности практического управленческого воздействия. Окончательная система включает 20 индикаторов, наиболее полно отражающих современные особенности пространственно-отраслевого развития агропромышленного комплекса России (табл.).

Проведенная диагностика исходной информационной базы показала, что сформированная система факторов обладает высокой степенью статистической надежности. Доля пропущенных наблюдений после объединения данных официальной статистики составила лишь 2,18% всей информационной матрицы. Это свидетельствует о возможности использования разработанной системы факторов для проведения сопоставимого межрегионального анализа без существенной потери достоверности результатов. Анализ коэффициентов вариации показал существенную неоднородность отдельных компонентов пространственно-отраслевого развития (рис. 2).

Наибольшая вариативность характерна для отдельных показателей блока цифровой зрелости. Так, коэффициент вариации площади земель, использующих технологии точного земледелия, превышает 260%, тогда как вариация уровня использования сети Интернет организациями составляет 8,2%. Это объясняется различными темпами внедрения современных технологий в сельском хозяйстве субъектов Российской Федерации. Климатические показатели демонстрируют более устойчивое распределение, поскольку во многом определяются объективными природно-географическими условиями. Экономический и институциональный блоки занимают промежуточное положение, отражая как различия ресурсного потенциала регионов, так и эффективность реализуемой аграрной политики [16].

Научная новизна и методологические преимущества авторской системы факторов заключаются в разработке концептуальной модели оценки пространственно-отраслевого развития агропромышленного комплекса, основанной на интеграции экономических, цифровых, климатических и институциональных факторов в единую систему. Предложенный подход формирует научную основу для последующего построения интегрального показателя и проведения комплексной типологизации регионов Российской

Федерации по уровню пространственно-отраслевого развития.

Заключение. Предложено авторское определение системы факторов пространственно-отраслевого развития агропромышленного комплекса как совокупности взаимосвязанных экономических, цифровых, климатических и институциональных характеристик, определяющих долгосрочную конкурентоспособность региональных агропродовольственных систем. Разработана концептуальная модель формирования системы факторов, объединяющая четыре тематических направления в единую методологическую конструкцию. Разработана система критериев отбора статистических показателей, позволяющая минимизировать субъективность при формировании окончательного перечня факторов. Предложена четырехуровневая архитектура исследования, обеспечивающая последовательный переход от теоретической концепции к количественной оценке пространственно-отраслевого развития. Сформирована методологическая основа для последующего построения интегрального показателя пространственно-отраслевого развития агропромышленного комплекса Российской Федерации.

Список источников

1. Гранберг А.Г. О программе фундаментальных исследований пространственного развития России // Регион: экономика и социология. 2009. № 2. С. 166-178.

2. Лаженцев В.Н. Территориальное развитие как экономико-географическая деятельность (теория, методология, практика) // Экономика региона. 2013. № 1(33). С. 10-20.

3. Крюков В.А. и др. Обоснование направлений развития ресурсных территорий — комплексная «мезоуровневая» проблема // Экономика региона. 2015. № 4. С. 260-274.

4. Пространственное развитие современной России: тенденции, факторы, механизмы, институты / под ред. Е.А. Коломак. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2020. 502 с.

5. Алтухов А.И., Дудин М.Н., Анищенко А.Н. Цифровая трансформация как технологический прорыв и переход на новый уровень развития агропромышленного сектора России // Продовольственная политика и безопасность. 2020. Т. 7. № 2. С. 81-96.

6. Ушачев И.Г. Основные направления Стратегии устойчивого социально-экономического развития АПК России // АПК: экономика, управление. 2017. № 6. С. 4-24.

7. Петриков А.В. Приоритеты и механизмы социально-экономического развития российского села // Вестник Российской академии наук. 2024. Т. 94. № 2. С. 115.

8. Fujita, M., Krugman, P., Venables, A.J. (1999). *The Spatial Economics: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge, MA, The MIT Press, 384 p.

9. Porter, M.E. et al. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Boston, Harvard Business Review*, vol. 76 (6), pp. 77-90.

10. McCann, P. (2013). *Modern Urban and Regional Economics*. Oxford, Oxford University Press, 432 p.

11. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., Giovannini, E. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing.

12. AR7 Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Available at: https://www.ipcc.ch/report/seventh-assessment-report-working-group-ii/ (accessed: 07.06.2026).

13. Zhang, Y., Wu, Z. (2022). Environmental performance and human development for sustainability: Towards to a new Environmental Human Index. *Science of the Total Environment*, vol. 838, p. 156491.

14. Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*. Plassen Verlag.

15. Санду И.С., Завиваев Н.С., Дерунова Е.А., Ржевская М.Я. Стратегические аспекты системы научного обеспечения и коммерциализации инноваций сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2023. № 9(103). С. 39-44. doi: 10.33938/239-39. EDN: UZAVXK

16. Дерунова Е.А. Обоснование принципов государственной поддержки развития сельского хозяйства // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2020. Т. 20. № 3. С. 284-291. EDN: HZQELK

References

1. Granberg, A.G. (2009). O programme fundamental'nykh issledovanii prostranstvennogo razvitiya Rossii [On the program of fundamental research of spatial development of Russia]. *Region: ehkonomika i sotsiologiya* [Region: economics and sociology], no. 2, pp. 166-178.

2. Lazhentsev, V.N. (2013). Territorial'noe razvitie kak ehkonomiko-geograficheskaya deyatel'nost' (teoriya, metodologiya, praktika) [Territorial development as an economic and geographical activity (theory, methodology, practice]. *Ehkonomika regiona* [Economy of regions], no. 1(33), pp. 10-20.

3. Kryukov, V.A. i dr. (2015). Obosnovanie napravlenii razvitiya resursnykh territorii — kompleksnaya «mezourovnevaya» problema [Justification of directions of development of resource territories — a complex "meso-level" problem]. *Ehkonomika regiona* [Economy of regions], no. 4, pp. 260-274.

4. Kolomak, E.A. (ed.) (2020). *Prostranstvennoe razvitie sovremennoi Rossii: tendentsii, faktory, mekhanizmy, instituty* [Spatial development of modern Russia: trends, factors, mechanisms, institutions]. Novosibirsk, Institute of Economics and Industrial Engineering within the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 502 p.

5. Altukhov, A.I., Dudin, M.N., Anishchenko, A.N. (2020). Tsifrovaya transformatsiya kak tekhnologicheskii proryv i perekhod na novyi uroven' razvitiya agropromyshlennogo sektora Rossii [Digital transformation as a technological breakthrough and transition to a new level of development of the agro-industrial sector in Russia]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food policy and security], vol. 7, no. 2, pp. 81-96.

6. Ushachev, I.G. (2017). Osnovnye napravleniya Strategii ustoichivogo sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya APK Rossii [Main directions of the Strategy for sustainable socio-economic development of the Russian agro-industrial complex]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 6, pp. 4-24.

7. Petrikov, A.V. (2024). Prioritety i mekhanizmy sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya rossiiskogo sela [Priorities and mechanisms of socioeconomic development of the Russian village]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], vol. 94, no. 2, p. 115.

8. Fujita, M., Krugman, P., Venables, A.J. (1999). *The Spatial Economics: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge, MA, The MIT Press, 384 p.

9. Porter, M.E. et al. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Boston, Harvard Business Review*, vol. 76 (6), pp. 77-90.

10. McCann, P. (2013). *Modern Urban and Regional Economics*. Oxford, Oxford University Press, 432 p.

11. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., Giovannini, E. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing.

12. AR7 Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Available at: https://www.ipcc.ch/report/seventh-assessment-report-working-group-ii/ (accessed: 07.06.2026).

13. Zhang, Y., Wu, Z. (2022). Environmental performance and human development for sustainability: Towards to a new Environmental Human Index. *Science of the Total Environment*, vol. 838, p. 156491.

14. Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*. Plassen Verlag.

15. Sandu, I.S., Zavivaev, N.S., Derunova, E.A., Rzhevskaya, M.Ya. (2023). Strategicheskie aspekty sistemy nauchnogo obespecheniya i kommertsializatsii innovatsii sel'skogo khozyaistva v usloviyakh tsifrovoi transformatsii [Strategic aspects of the system of scientific support and commercialization of agricultural innovations in the context of digital transformation]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 9(103), pp. 39-44. doi: 10.33938/239-39. EDN: UZAVXK

16. Derunova, E.A. (2020). Obosnovanie printsipov gosudarstvennoi podderzhki razvitiya sel'skogo khozyaistva [Justification of the principles of state support for agricultural development]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ehkonomika. Upravlenie. Pravo* [Izvestiya of Saratov University. Economics. Management. Law], vol. 20, no. 3, pp. 284-291. EDN: HZQELK

Информация об авторах:

Васильченко Марианна Яковлевна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0504-0533, Scopus ID: 57201476113, Researcher ID: ABE-8894-2020, SPIN-код: 7865-7365, mari.vasil4enko@yandex.ru
Воронов Антон Сергеевич, младший научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3749-1451, Scopus ID: 57209855878, Researcher ID: C-2726-2019, SPIN-код: 6275-9756, incendere@mail.ru
Дерунова Диана Владимировна, лаборант-исследователь,
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-0565-5013, derunovadiana@yandex.ru

Information about the authors:

Marianna Ya. Vasilchenko, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0504-0533, Scopus ID: 57201476113, Researcher ID: ABE-8894-2020, SPIN-code: 7865-7365, mari.vasil4enko@yandex.ru
Anton S. Voronov, junior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3749-1451, Scopus ID: 57209855878, Researcher ID: C-2726-2019, SPIN-code: 6275-9756, incendere@mail.ru
Diana V. Derunova, laboratory assistant-researcher,
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-0565-5013, derunovadiana@yandex.ru

✉ **mari.vasil4enko@yandex.ru**

Научная статья
УДК 338.432
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1011

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ РЕГИОНА

К.Э. Дука, В.Ю. Епанчинцев

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
Омск, Россия

Аннотация. В статье исследованы ключевые аспекты определения экономической эффективности использования энергоресурсов в животноводстве региона. Цель исследования состоит в формировании шестиэтапного методического подхода, отличительными чертами которого являются: введение климатического поправочного коэффициента $k_{кл}$ для условий Западной Сибири при расчете показателя энергоемкости производства; разработка матрицы приоритетов «Потенциал — Масштаб» для ранжирования подотраслей животноводства; дифференцирование бенчмаркинга по категориям хозяйств. В ходе подготовки работы применены монографический, абстрактно-логический, экономико-статистический, расчетно-конструктивный методы, а также матричный метод и метод сравнительного анализа. Обоснована актуальность исследования в контексте выполнения целевых показателей Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 о наращивании производства животноводческой продукции до 2030 года. На материалах Омской области проанализированы текущее состояние отрасли животноводства, динамика поголовья сельскохозяйственных животных, объемы производства молока, мяса и яиц. Установлено, что затраты на энергоресурсы занимают от 10 до 24% в структуре себестоимости животноводческой продукции и обладают значительным потенциалом снижения. Проведенный межрегиональный GAP-анализ показал, что разрыв в уровне энергоемкости между Омской областью и регионами-лидерами составляет 29-39%, что свидетельствует о существенных неиспользованных резервах. Применение разработанного подхода позволит обеспечить снижение затрат на энергоресурсы в животноводстве региона на 18-22% к 2030 г.

Ключевые слова: животноводство, энергоресурсы, экономическая эффективность, энергоемкость, методический подход, климатический коэффициент, Омская область, бенчмаркинг, себестоимость продукции

Original article

METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF ENERGY RESOURCE USE IN THE REGIONAL LIVESTOCK SECTOR

K.E. Duka, V.Yu. Epanchintsev

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Abstract. The article examines the key aspects of determining the economic efficiency of energy resource use in the region's livestock farming. The aim of the study is to develop a six-stage methodological approach, the distinctive features of which are: introducing a climatic correction factor k_{cl} for the conditions of Western Siberia when calculating the energy intensity indicator of production; developing a priority matrix "Potential — Scale" for ranking subsectors of livestock farming; and differentiating benchmarking by farm categories. In the course of preparing the work, the monographic, abstract-logical, economic-statistical, and calculation-constructive methods were used, as well as the matrix method and the method of comparative analysis. The relevance of the study is substantiated in the context of meeting the target indicators set out in Presidential Decree No. 009 of 07.05.2024 on increasing the production of livestock products until 2030. Based on materials from the Omsk region, the current state of the livestock industry, the dynamics of the livestock population, and the volumes of milk, meat, and egg production were analysed. It has been established that energy costs account for 10 to 24% of the cost structure of livestock production and have significant potential for reduction. The conducted interregional GAP analysis showed that the gap in energy intensity between the Omsk Region and the leading regions is 29-39%, which indicates substantial untapped reserves. Applying the developed approach will make it possible to reduce energy costs in the region's livestock sector by 18-22% by 2030.

Keywords: livestock farming, energy resources, economic efficiency, energy intensity, methodological approach, climate coefficient, Omsk region, benchmarking, production costs

Введение. Агропромышленный комплекс России традиционно относится к числу наиболее энергоемких секторов экономики, поскольку затраты на электрическую и тепловую энергию, топливо и горюче-смазочные материалы формируют существенную долю в структуре себестоимости животноводческой продукции. Экономическая эффективность использования энергоресурсов во многом определяет уровень конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках [1, 2].

Вопросы повышения эффективности использования энергоресурсов в аграрном секторе экономики в ближайшем десятилетии нашли отражение в работах ряда отечественных ученых. В 2016 г. профессор Ю.Л. Александров, совместно с учеными-экономистами К.М. Петровым и В.С. Артемьевым, исследовал зарубежный опыт внедрения энергосберегающих технологий и проанализировал возможности снижения энергоемкости в российском агропромышленном комплексе более чем на 30% [3]. Через 3 года красноярские ученые Г.Я. Белякова и М.А. Федорова систематизировали на принципиальном уровне 5 положений, позволяющих обеспечить достижение уровня расширенного воспроизводства в молочном скотоводстве на базе комплекса мер по повышению ресурсоэффективности аграрного производства [4]. В 2021 г. профессор Ю.А. Широков предложил подход по совершенствованию расчета ключевых показателей при проведении энергоэкономической оценки в отраслях АПК в различных агротехнологических процессах [5]. Относительно недавно, в 2024 г. авторский коллектив под руководством профессора А.В. Котарева на основе анализа функционирования экономического механизма энергосбережения определил 4 основных направления повышения эффективности ресурсосберегающей деятельности в мясном производстве в целях привлечения источников финансирования со стороны потенциальных инвесторов [6].

Вместе с тем в существующих работах недостаточно проработан методический инструментарий, адаптированный к региональной специфике животноводства Западной Сибири и позволяющий проводить комплексную оценку экономической эффективности использования энергоресурсов с учетом климатической составляющей и категориальной структуры производителей. В условиях реализации национальных целей развития, закрепленных Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309, перед отраслью животноводства поставлены масштабные производственные задачи по увеличению производства сельскохозяйственной продукции к 2030 г. относительно уровня 2021 г. В частности, планируется увеличение производства молока, а также мяса скота и птицы на 25%; яиц — на 43% [7].

© Дука К.Э., Епанчинцев В.Ю., 2026
Международный сельскохозяйственный журнал, 2026, том 69, № 7 (416), с. 1011-1015.

Достижение данных целевых ориентиров при сохранении рентабельности аграрного производства невозможно без кардинального пересмотра подходов к достижению необходимого уровня ресурсоэффективности, прежде всего в части потребления энергоносителей, что определяет актуальность научного исследования. Особую злободневность данная проблематика приобретает для аграрных регионов Западной Сибири, в том числе Омской области, на территории которой продолжительность отопительного сезона составляет в среднем 213 суток в условиях низких зимних температур (до -40°С) [8, 9]. Такие климатические условия объективно увеличивают на 12-20% затраты на теплоснабжение животноводческих объектов по сравнению с большинством регионов европейской части России [10]. Это обстоятельство делает ошибочным прямое (линейное) применение общероссийских нормативов энергоемкости без дополнительной региональной корректировки.

Научная новизна настоящего исследования состоит в разработке шестиэтапного методического подхода к оценке экономической эффективности использования энергоресурсов в животноводстве региона, отличительными особенностями которого являются:

– введение климатического поправочного коэффициента $k_{кл}$ при расчете скорректированного показателя энергоемкости производства (КЭ*), адаптирующего методику к условиям Западной Сибири;
– разработка матрицы приоритетов «Потенциал — Масштаб» для ранжирования животноводческой продукции по критерию энергоемкости производства.

Цель исследования — разработка и теоретическое обоснование методического подхода к оценке экономической эффективности использования энергоресурсов в животноводстве региона на материалах Омской области.

Материалы и методы исследования. При подготовке настоящей статьи применялся комплекс общенаучных и специальных методов. Монографический метод использован для изучения теоретических основ энергоэффективности в АПК и систематизации существующих методических подходов. Абстрактно-логический метод обеспечил разработку концептуальной схемы предлагаемого методического подхода. Экономико-статистический метод применен для анализа динамики производственных показателей отрасли животноводства Омской области за период с 2021 по 2025 гг. Расчетно-конструктивный метод использован при формировании системы показателей оценки эффективности использования энергоресурсов, в том числе при обосновании значений климатического поправочного коэффициента $k_{кл}$. Метод сравнительного анализа (бенчмаркинг, GAP-анализ) и матричный метод применены для ранжирования подотраслей животноводства по критериям потенциала снижения энергоемкости и масштаба производства.

Информационную базу исследования составили:

– материалы Министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Омской области [11];
– отраслевые нормы технологического проектирования животноводческих объектов [12];
– материалы региональной государственной программы развития сельского хозяйства Омской области [13];
– Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении» [14];
– материалы научных публикаций отечественных исследователей в сфере ресурсоэффективности аграрного производства и экономики животноводства Западной Сибири [15, 5, 16].

Некоторые ограничения при проведении исследования обусловлены преимущественно нормативным характером ряда данных по энергоемкости производства животноводческой продукции ввиду конфиденциальности содержания непубличной отчетности хозяйствующих субъектов. В перспективе верификация предложенных показателей на базе выборки конкретных сельскохозяйственных товаропроизводителей Омской области позволит уточнить значения климатического поправочного коэффициента $k_{кл}$ и диапазоны КЭ* в разрезе подотраслей животноводства.

Результаты и обсуждение. Анализ современного состояния животноводческой отрасли Омской области свидетельствует о ее значительном масштабе и стратегическом значении для агропромышленного комплекса региона. По состоянию на 1 января 2026 г. в хозяйствах всех категорий насчитывается 287 тыс. голов крупного рогатого скота (КРС), в том числе 121 тыс. голов коров; 412,5 тыс. голов свиней; 6622,3 тыс. голов птицы [11]. Динамика ключевых показателей отрасли в 2021-2025 гг. представлена в таблице 1.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о разнонаправленных тенденциях в отрасли: при росте поголовья свиней (+18,1% к 2021 г.) и существенном приросте производства яиц (+52,4%) фиксируется снижение поголовья КРС (-14,6%) и объемов производства молока (-5,0%). Выполнение целевого показателя по молоку в 2025 г. составило лишь 96,3% (579,1 тыс. т против плановых 601,4 тыс. т), что указывает на необходимость поиска внутриотраслевых резервов повышения эффективности, в том числе через оптимизацию использования энергоресурсов. Затраты на энергоресурсы занимают от 10 до 24% в структуре себестоимости животноводческой продукции [18]. В условиях Западной Сибири их уровень существенно превышает среднероссийский вследствие климатических особенностей региона. В связи с этим нами предлагается ввести климатический поправочный коэффициент $k_{кл}$, определяемый как отношение нормативных затрат на отопление животноводческих помещений в конкретном регионе к среднероссийскому нормативу. Для условий Омской области значения $k_{кл}$ дифференцированы по подотраслям в диапазоне от 1,1 до 1,18 в зависимости от требований к температурному режиму содержания сельскохозяйственных животных. Соответствующие расчеты представлены в таблице 2.

Наибольший потенциал снижения скорректированного показателя энергоемкости КЭ* отмечается в птицеводстве (до 38%) и свиноводстве (до 30%). В молочном скотоводстве его значение составляет от 18 до 22%. Следует отметить, что данная подотрасль животноводства, несмотря на меньший относительный потенциал, характеризуется наибольшим абсолютным объемом производства в регионе, что делает ее первоочередным объектом в части внедрения энергосберегающих мероприятий.

На основе проведенного анализа разработан шестиэтапный методический подход к оценке экономической эффективности использования энергоресурсов в животноводстве региона (табл. 3).

Первый этап предполагает формирование энергетических балансов в разрезе подотраслей на основе проведения энергоаудита, данных статистической отчетности и первичной документации животноводческих предприятий.

Второй этап — расчет скорректированного коэффициента энергоемкости производства по формуле:

$$КЭ^* = (Э/Q) \times k_{кл}, \quad (1)$$

где Э — затраты на энергоресурсы (тыс. руб. или кВт·ч в условном исчислении); Q — объем производства в натуральном выражении; $k_{кл}$ — климатический поправочный коэффициент.

В отличие от усредненной методики расчета КЭ, скорректированный КЭ* обеспечивает корректное межрегиональное сопоставление

Таблица 1. **Динамика основных показателей животноводства Омской области (2021-2025 гг.)**
Table 1. **Dynamics of the main indicators of livestock production in the Omsk region (2021-2025)**

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2025 г. к 2021 г., %
КРС, тыс. гол.	336,2	332,3	319,6	293,3	287,0	85,4
в том числе коров, тыс. гол.	143,7	141,1	136,7	127,0	121,0	84,2
Свиньи, тыс. гол.	349,2	355,7	355,0	355,4	412,5	118,1
Птица, тыс. гол.	6 639,9	6800,8	5668,3	6640,6	6 622,3	99,7
Молоко, тыс. т	609,6	608,3	608,9	584,3	579,1	95,0
Яйца, млн шт.	563,1	871,2	802,4	816,5	858,3	152,4

Источник: составлено авторами по данным Росстата и Министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Омской области [17, 11].

Таблица 2. **Энергоемкость производства животноводческой продукции с учетом климатического поправочного коэффициента для условий Омской области**
Table 2. **Energy intensity of livestock production, taking into account the climatic correction factor for the conditions of the Omsk region**

Вид продукции	Энергоемкость на единицу продукции, кВт·ч	Доля в структуре затрат, %	Значение $k_{кл}$ для Западной Сибири	Потенциал снижения КЭ*, %	Приоритет оптимизации
Молоко, тыс. т	85-120	12-18	1,18	18-22	Высокий
Говядина, тыс. т	110-160	10-15	1,15	15-20	Средний
Свинина, тыс. т	70-100	14-20	1,12	25-30	Высокий
Мясо птицы, тыс. т	55-80	16-22	1,10	30-35	Высокий
Яйца, млн шт.	60-90	18-24	1,10	30-38	Высокий

Источник: составлено авторами по данным отраслевых нормативов [12] и собственных исследований.

с учетом объективных климатических условий [4, 6].

Третий этап включает стоимостную оценку эффективности мероприятий. Расчет годовой экономии затрат производится следующим образом:

$$\Delta C = (КЭ^*_{факт} - КЭ^*_{норм}) \times Q \times Ц_э, \quad (2)$$

где $КЭ^*_{факт}$ — фактическая скорректированная энергоемкость, кВт·ч/ед. продукции; $КЭ^*_{норм}$ — нормативная скорректированная энергоемкость, кВт·ч/ед. продукции; $Ц_э$ — цена энергоресурса, руб./кВт·ч.

Инвестиционная привлекательность энергосберегающих проектов оценивается через срок окупаемости $Т_{ок} = КВ/\Delta C$, где КВ — объем капитальных вложений в реализацию энергосберегающего мероприятия, чистый дисконтированный доход NPV и индекс рентабельности PI. Так, при снижении КЭ* молочного производства с 112 до 90 кВт·ч/т и средней цене электроэнергии для сельхозпроизводителей 5,8 руб./кВт·ч расчетная годовая экономия только по молочному скотоводству Омской области составит порядка 72,8 млн руб. при объеме производства молока в сельскохозяйственных организациях около 330 тыс. т.

На четвертом этапе выполняется матричный анализ приоритетов, который представляет собой способ ранжирования подотраслей по двум критериям:

– потенциалу снижения КЭ* (А);
– масштабу производства (В).

Каждый критерий оценивается по 4-балльной шкале (четырем уровням):

1 балл — недопустимый уровень;
2 балла — низкий уровень;
3 балла — средний уровень;
4 балла — высокий уровень.

Итоговый интегральный весовой показатель приоритетности (ИВПП) рассчитывается как ИВПП = 0,5А + 0,5В. Результаты проведенного матричного анализа для отрасли животноводства Омской области проиллюстрированы в формате матрицы «Потенциал — Масштаб», которая представляет собой инструмент позиционирования подотраслей животноводства. Ее суть состоит в одновременной оценке каждой подотрасли по двум независимым критериям, а именно — потенциалу снижения энергоемкости (для принятия адекватных энергосберегающих мер) и масштабу производства (для определения совокупного эффекта от снижения энергоемкости в денежном выражении).

Матрица приоритетов показывает, что птицеводство является безусловным лидером по совокупному показателю ИВПП (4,0), поскольку высокий потенциал снижения КЭ* сочетается с максимальным масштабом производства (6622,3 тыс. голов птицы). Молочное скотоводство и свиноводство занимают вторую позицию (со значением ИВПП 3,5 по каждой подотрасли). Мясное скотоводство наименее приоритетно ввиду небольшого масштаба и ограниченного потенциала снижения энергоемкости (табл. 4).

К числу конкретных энергосберегающих мероприятий, реализуемых в разрезе подотраслей животноводства, относятся следующие.

В молочном скотоводстве:

– замена ламп накаливания и люминесцентных светильников на светодиодные (LED) с сокращением потребления электроэнергии на освещение до 50-70%;
– установка систем рекуперации тепла вентиляционного воздуха (обеспечивает снижение затрат на теплоснабжение на 48%);
– применение частотно-регулируемых приводов на насосах и вентиляторах доильного оборудования;
– монтаж тепловых завес на въездных воротах.

В свиноводстве:

– оптимизация систем поддержания микроклимата с применением зональных инфракрасных обогревателей как альтернатива калориферного обогрева всего помещения;
– утепление ограждающих конструкций корпусов свиноферм.

В птицеводстве:

– переход на энергоэффективные программы освещения с применением LED-светильников и регулируемых световых режимов;
– установка рекуперативных теплообменников в системах вентиляции птицеферм;
– применение частотных преобразователей для систем вентиляции.

Перечисленные энергосберегающие мероприятия не требуют остановки производства и характеризуются сроком окупаемости от 1,5 до 4 лет.

Пятый этап — межрегиональный бенчмаркинг с дифференциацией по категориям хозяйств. Принципиальным методическим отличием от существующих подходов является раздельное сопоставление показателей КЭ* для сельскохозяйственных организаций (СХО), крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ) и личных подсобных хозяйств (ЛПХ), поскольку данные категории принципиально различаются по организации бизнес-процессов, типу используемого оборудования и подключению производственных объектов к сетям энергоснабжения.

Ниже приведены результаты сравнительного GAP-анализа по показателям СХО в молочном скотоводстве, птицеводстве и свиноводстве в трех регионах:

– в Омской области с резко континентальным климатом;
– в Белгородской области с умеренно-континентальным климатом;
– в Ленинградской области с атлантико-континентальным климатом.

Рассчитанные показатели получены следующим образом. Значения КЭ* для Омской области определенны по формуле (1) на основе нормативных затрат энергоресурсов по видам производства животноводческой продукции и климатического коэффициента $k_{кл}$ (табл. 2). Значения КЭ* для Белгородской и Ленинградской областей получены аналогичным образом с применением соответствующих климатических коэффициентов:

– $k_{кл}$ = 1,03 для Белгородской области;
– $k_{кл}$ = 1,08 для Ленинградской области.

Доля энергозатрат в себестоимости определена на основе данных о структуре производственных затрат в сельскохозяйственных организациях соответствующих регионов (табл. 5).

Величина GAP, выраженная в процентах, рассчитана как относительное отклонение КЭ* в Омской области ($КЭ^*_{Омск}$) от наименьшего значения КЭ* ($КЭ^*_{min}$) среди регионов-лидеров:

$$GAP(\%) = [(КЭ^*_{Омск} - КЭ^*_{min}) / КЭ^*_{min}] \times 100. \quad (3)$$

Результаты выполненного GAP-анализа фиксируют разрыв в уровне скорректированной энергоемкости продукции между Омской областью и регионами-лидерами (Белгородская и Ленинградская области) в диапазоне от 29 до 39%

Таблица 3. **Шестиэтапный методический подход к оценке экономической эффективности использования энергоресурсов в животноводстве региона**
Table 3. **A six-stage methodological approach to assessing the economic efficiency of using energy resources in livestock production in the region**

Этап	Содержание	Методика определения значения показателей
1. Анализ структуры энергопотребления	Формирование энергетических балансов по подотраслям с дифференциацией на электро-, теплоэнергию и топливо	Энергоаудит, материальные балансы, данные Росстата
2. Расчет скорректированного КЭ*	Исчисление удельного потребления энергоресурсов на единицу продукции с поправкой на климатическую зону	$КЭ^* = (Э/Q) \times k_{кл}$; сравнение с нормативным и среднеотраслевым значением
3. Стоимостная оценка эффективности	Расчет экономии затрат и оценка инвестиционной привлекательности энергосберегающих мероприятий	$\Delta C = (КЭ^*_{факт} - КЭ^*_{норм}) \times Q \times Ц_э$; $Т_{ок}$, NPV, PI
4. Матричный анализ приоритетов	Ранжирование подотраслей по двум критериям: – потенциал снижения КЭ*; – масштаб производства	Матрица 2×2 «Потенциал — Масштаб»; интегральный весовой показатель приоритетности (ИВПП)
5. Бенчмаркинг и сравнительный анализ	Сравнение КЭ* с регионами-лидерами и нормативными значениями	Эталонные показатели по группам сельскохозяйственных товаропроизводителей; GAP-анализ по категориям хозяйств
6. Мониторинг и корректировка	Формирование KPI и периодический контроль исполнения дорожной карты мероприятий	KPI: снижение КЭ* (%); экономия кВт·ч/год; доля энергозатрат в себестоимости (%)

Источник: составлено авторами по данным собственных исследований.

Таблица 4. **Матрица приоритетов проведения энергосберегающих мероприятий в животноводстве Омской области**
Table 4. **Matrix of priorities for energy-saving measures in animal husbandry in the Omsk region**

Подотрасль	Потенциал снижения КЭ* (А)	Масштаб производства (В)	ИВПП = 0,5А + 0,5В
Птицеводство	4 (высокий)	4 (высокий)	4,0 — Приоритет № 1
Молочное скотоводство	3 (средний)	4 (высокий)	3,5 — Высокий
Свиноводство	4 (высокий)	3 (средний)	3,5 — Высокий
Мясное скотоводство	2 (низкий)	2 (низкий)	2,0 — Низкий

Источник: составлено авторами по данным собственных исследований.

Таблица 5. **GAP-анализ энергоемкости животноводства Омской области в сравнении с регионами-лидерами**
Table 5. **GAP-analysis of the energy intensity of livestock production in the Omsk region in comparison with the leading regions**

Показатель	Омская область	Белгородская область	Ленинградская область	Разрыв GAP
КЭ* молока, кВт·ч/т (с $k_{кл}$)	~ 112	~ 72	~ 68	36-39%
Доля энергозатрат в себестоимости молока, %	15-18	9-11	10-12	5-9 п.п.
КЭ* мяса птицы, кВт·ч/т (с $k_{кл}$)	~ 77	~ 51	~ 49	34-36%
КЭ* свинины, кВт·ч/т (с $k_{кл}$)	~ 95	~ 63	~ 67	29-34%

Примечание: значения КЭ* приведены с учетом климатических коэффициентов соответствующих регионов для обеспечения сопоставимости показателей.

Источник: составлено авторами по данным региональных органов управления АПК и нормативно-справочных материалов [11, 12, 19].

в зависимости от вида продукции. Данный разрыв обусловлен как технологическим отставанием (более низкий уровень автоматизации климат-контроля, устаревший осветительный парк), так и особенностями структуры сельскохозяйственной товаропроизводителей по критерию организационно-правовой формы. В частности, значительной долей средних и малых СХО с более высоким удельным потреблением энергии.

На завершающем шестом этапе проводится мониторинг и необходимая корректировка, которая обеспечивает замкнутость предложенного методического подхода. Для каждого хозяйствующего субъекта и подотрасли определяются показатели, формирующие KPI:

- достигнутое снижение КЭ*, выраженное в процентах;
- абсолютная экономия энергоресурсов в кВт·ч/год;
- удельный вес затрат на энергоносители в структуре себестоимости животноводческой продукции, выраженный в процентах;
- экономический эффект в тыс. руб./год.

Оптимальная периодичность мониторинга — ежеквартально на микроэкономическом уровне и ежегодно на уровне мезоэкономики, например, регионального органа управления АПК.

Обсуждение. Разработанный методический подход развивает существующие в отечественной науке концепции ресурсоэффективности аграрного производства. По сравнению с методологией, предложенной А.В. Котаревым совместно с коллективом ученых, акцент сделан не на общей ресурсоемкости, а на детальной декомпозиции именно энергетической составляющей себестоимости с учетом региональных климатических условий [6]. В отличие от подхода М.А. Федоровой и Г.Я. Беляковой, ориентированного на оценку ресурсоэффективности отдельного предприятия, предложенная методика масштабирована на региональный уровень и предусматривает дальнейшее агрегирование результатов по категориям хозяйств [4].

Обоснование значений климатического поправочного коэффициента $k_{кл}$ опирается на нормативы теплоснабжения животноводческих помещений и данные о продолжительности отопительного сезона в регионах сопоставления [12]. Применение $k_{кл}$ позволяет устранить методическую некорректность прямого сравнения показателей энергоемкости Омской области (Западная Сибирь) с Белгородской и Ленинградской областями, существенно различающимися по климатическим условиям. В Омске отопительный сезон длится 213 суток, температура зимой опускается до -40°С. В Белгороде — 180 суток и -15°С в среднем. Затраты на обогрев в Омске объективно выше из-за климата Западной Сибири, а не по причине низкого уровня хозяйствования. Без применения на практике предложенного в исследовании коэффициента мы получаем ложный логический вывод: «Омские хозяйства расходуют энергии на 36-39% больше белгородских, следовательно, работают хуже». Однако значительная часть полученного разрыва в значении показателя обусловлена физикой холодного климата, а не издержками качества управления. Так, скорректированный КЭ* для производства молока по Омской области (≈112 кВт·ч/т), по-прежнему превышает показатели регионов-лидеров (68-72 кВт·ч/т) на 36-39%.

Данный показатель при исключении климатической составляющей соответствует технологическому разрыву в 18-22%. Именно эта величина и принята нами в качестве реалистичного целевого ориентира снижения КЭ* для Омской области. Коэффициент разделяет общий разрыв в энергоемкости на 2 части:

- объективная климатическая составляющая (12-17% разрыва);
- технологическая составляющая, то есть реальный экономический резерв (18-22% разрыва), который необходимо реализовать, трансформируя его в точку роста.

Существенное значение имеет дифференциация по категориям хозяйств, выполненная на основе бенчмаркинга. По оценкам авторов, в ЛПХ удельное потребление энергии на единицу животноводческой продукции в 1,8-2,5 раза выше, чем в крупных СХО, что обусловлено отсутствием современного энергоэффективного оборудования и систем управления микроклиматом. В КФХ данный показатель занимает промежуточное положение [3]. Это означает, что агрегированные региональные данные по энергоемкости существенно завышены из-за значительной доли ЛПХ, а целевые ориентиры снижения КЭ* должны устанавливаться раздельно для каждой категории.

В отношении некоторых ограничений проведенного исследования следует признать, что значения КЭ* в таблице 2 носят расчетно-нормативный характер. Верификация по данным выборки из 20-30 предприятий АПК Омской области с использованием первичной бухгалтерской и технологической документации позволит существенно повысить точность предлагаемых показателей и уточнить значения $k_{кл}$ для каждой подотрасли. Это определяет перспективную задачу прикладного исследования.

В части инструментов государственного стимулирования отметим, что предложенный методический подход создает аналитическую основу для формирования приоритетов государственной поддержки энергосберегающих проектов в животноводстве в рамках региональной государственной программы и механизмов льготного кредитования субъектов аграрного бизнеса [13, 20]. Матрица приоритетов (табл. 4) может непосредственно использоваться отраслевыми органами исполнительной власти при распределении субсидий и иных средств государственной поддержки на техническую модернизацию животноводческих объектов.

Заключение. Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы.

Во-первых, животноводство Омской области располагает значительным потенциалом снижения скорректированной энергоемкости производства: от 18-22% в молочном скотоводстве до 30-38% в птицеводстве. При этом GAP-анализ фиксирует технологический разрыв с регионами-лидерами в 29-39%, что указывает на существенные неиспользованные резервы повышения экономической эффективности.

Во-вторых, разработанный шестиэтапный методический подход обеспечивает комплексный характер оценки за счет климатического поправочного коэффициента $k_{кл}$; матрицы приоритетов «Потенциал — Масштаб»; дифференцированного бенчмаркинга по категориям хозяйств.

По оценкам авторов, последовательное применение данного подхода и реализация сформированной на его основе дорожной карты мероприятий обеспечат снижение затрат на энергоносители в животноводстве Омской области на 18-22% к 2030 г., что в стоимостном выражении составит порядка 650-850 млн руб. ежегодной экономии в масштабах отрасли.

В-третьих, предложенный подход адресован двум уровням управления: хозяйствующим субъектам для обоснования инвестиций в энергосберегающее оборудование, а также региональным органам управления агропромышленным комплексом для формирования обоснованных приоритетов государственной поддержки и мониторинга достижения целевых показателей отрасли животноводства.

В связи с этим перспективными направлениями дальнейших исследований является эмпирическая верификация значений $k_{кл}$ и диапазонов КЭ* на репрезентативной выборке предприятий Омской области. В дальнейшем она позволит разработать нормативную базу показателей энергоемкости для условий Западной Сибири с дифференциацией по категориям хозяйств, а также провести оценку экономической эффективности конкретных технологических решений (биогазовые установки, тепловые насосы, системы рекуперации тепла) применительно к животноводческим объектам региона.

Список источников

1. Санду И.С., Рыженкова Н.Е., Кирова И.В. Интеграция науки и бизнеса в АПК: проблемы и перспективы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2023. № 4(98). С. 36-43.

2. Харитонов А.В., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Формирование механизма устойчивого развития сельских территорий региона на основе сельских агломераций. Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2023. 362 с.

3. Петров К.М., Александров Ю.Л., Артемьев В.С. Современные энергосберегающие технологии — резерв снижения энергоемкости в АПК // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции. 2016. С. 178-179.

4. Федорова М.А., Белякова Г.Я. Принципы использования и методики оценки производственного потенциала организаций отрасли молочного скотоводства в современных условиях // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2019. № 1(11). С. 3-11.

5. Широков Ю.А. Анализ перспектив энергоэкономической оценки агротехнологий // Агроинженерия. 2021. № 4(104). С. 46-52.

6. Котарев А.В., Котарева А.О., Слепокурова Ю.И., Ибрагимов Р.И. Особенности управления предприятиями мясной промышленности в контексте ресурсосбережения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 273-284.

7. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 07.05.2024 № 309. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475991/ (дата обращения: 10.08.2026).

8. Юрк Н.А., Динер Ю.А. Инновации в агропромышленном комплексе как ключевой фактор устойчивого развития региона // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством». 2025. № 4(66). С. 69-76.

9. Кондратьева О.В., Леушкина В.В. Зональный аспект экономического развития яичного птицеводства Омской области // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11. № 2. С. 401-414.

10. Кремкова А.И., Кундиус В.А., Судыко М.В. Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса в регионе // Epomen. Global. 2023. № S34. С. 239-247.

11. Министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Омской области. URL: https://msh.omskportal.ru/oiv/msh/otrasl/production/cattle-breeder (дата обращения: 30.08.2026).

12. НТП-АПК 1.10.07.001-02 Нормы технологического проектирования ветеринарных объектов для животноводческих, звероводческих, птицеводческих предприятий и крестьянских хозяйств (утв. Заместителем Министра сельского хозяйства Российской Федерации Сажиновым Г.Ю. 27 декабря 2002 г.). URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=STR&n=5574#y1a31OVxoHTxhe67 (дата обращения: 21.08.2026).

13. Постановление правительства Омской области об утверждении государственной программы Омской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Омской области» от 15.10.2013 № 252-п (с изменениями на 29.02.2024). URL: http://kodeks.gosnadzor.ru:8002/docs/ (дата обращения: 30.08.2026).

14. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 31.07.2025). URL: https://base.garant.ru/12171109/ (дата обращения: 15.08.2026).

15. Аварский Н.Д., Богачев А.И., Сидоренко С.В., Хашир А.А., Гасанова Х.В. Электрификация и газификация как направления развития транспортной сферы логистики // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2025. № 10-2(129). С. 86-103.

16. Крюкова О.Н., Шумакова О.В. Многоукладная аграрная экономика как флагман развития Омской области. Точки роста и механизмы управления // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2024. Т. 18. № 1. С. 200-211.

17. Росстат. URL: https://55.rosstat.gov.ru/publication_collection/documen (дата обращения: 23.08.2026).

18. Полухин А.А., Ланкин А.С., Новоселов Э.А., Силко Е.А. Экономическая оценка потребления энергоресурсов в сельском хозяйстве Российской Федерации // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. № 1(46). С. 58-63.

19. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: https://specagro.ru/news/topics/106 (дата обращения: 23.08.2026).

20. АО «Россельхозбанк». URL: https://www.rshb.ru/business/credits/apk (дата обращения: 12.08.2026).

References

1. Sandu, I.S., Ryzhenkova, N.E., Kirova, I.V. (2023). Integratsiya nauki i biznesa v APK: problemy i perspektivy [Integration of science and business in the agro-industrial complex: problems and prospects]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 4(98), pp. 36-43.

2. Kharitonov, A.V., Bondarev, N.S., Bondareva, G.S. (2023). *Formirovanie mekhanizma ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii regiona na osnove sel'skikh aglomeratsii* [Formation of a mechanism for the sustainable development of rural areas in the region based on rural agglomerations]. Tomsk, National Research Tomsk State University, 362 p.

3. Petrov K.M., Aleksandrov Yu.L., Artem'ev V.S. (2016). Sovremennye ehnergosberegayushchie tekhnologii — rezerv snizheniya ehnergoemkosti v APK [Modern energy-saving technologies are a reserve for reducing energy intensity in agriculture]. *Aktual'nye problemy ehnergetiki APK: materialy VII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of agro-industrial energy: proceedings of the VII International scientific and practical conference], pp. 178-179.

4. Fedorova, M.A., Belyakova, G.Ya. (2019). Printsipy ispol'zovaniya i metodiki otsenki proizvodstvennogo potentsiala organizatsii otrasli molochnogo skotovodstva v sovremennykh usloviyakh [Principles of use and methods for the assessment of productive capacity of organizations in the industry of dairy cattle in modern conditions]. *Sotsial'no-ehkonomicheskii i gumanitarnyi zhurnal* [Socio-economic and humanitarian magazine], no. 1(11), pp. 3-11.

5. Shirokov, Yu.A. (2021). Analiz perspektiv ehnergoehkonomicheskoi otsenki agrotekhnologii [Analysis of the prospects of energy-economic assessment of agricultural technologies]. *Agroinzheneriya* [Agricultural engineering], no. 4(104), pp. 46-52.

6. Kotarev, A.V., Kotareva, A.O., Slepokurova, Yu.I., Ibragimov, R.I. (2024). Osobennosti upravleniya predpriyatiyami myasnoi promyshlennosti v kontekste resursosberezheniya [Features of management of meat industry enterprises in the context of resource conservation]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 3, pp. 273-284.

7. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii «O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda i na perspektivu do 2036 goda» ot 07.05.2024 № 309 [Decree of the President of the Russian Federation No. 309 dated 05/07/2024 "On the National development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future up to 2036"]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475991/ (accessed: 10.08.2026).

8. Yurk, N.A., Diner, Yu.A. (2025). Innovatsii v agropromyshlennom komplekse kak klyuchevoi faktor ustoichivogo razvitiya regiona [Innovation in the agro-industrial complex as a key factor in the sustainable region development]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Seriya «Ehkonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom»* [News of higher educational institutions. The series "Economics, finance and production management"], no. 4(66), pp. 69-76.

9. Kondrat'eva, O.V., Leushkina, V.V. (2024). Zonal'nyi aspekt ehkonomicheskogo razvitiya yaichnogo ptitsevodstva Omskoi oblasti [The zonal aspect of the economic development of the egg poultry farming in the Omsk region]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food policy and security], vol. 11, no. 2, pp. 401-414.

10. Kremkova, A.I., Kundius, V.A., Sudyko, M.V. (2023). Problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v regione [Problems and prospects of development of the agro-industrial complex in the region]. *Epomen. Global*, no. S34, pp. 239-247.

11. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva, pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti Omskoi oblasti [Ministry of agriculture, food and processing industry of the Omsk region]. Available at: https://msh.omskportal.ru/oiv/msh/otrasl/production/cattle-breeder (accessed: 30.08.2026).

12. NTP-APK 1.10.07.001-02 Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya veterinarnykh ob"ektov dlya zhivotnovodcheskikh, zverovodcheskikh, ptitsevodcheskikh predpriyatii i krest'yanskikh khozyaistv (utv. Zamestitelem Ministra sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii Sazhinovym G.Yu. 27 dekabrya 2002 g.) [NTP-APK 1.10.07.001-02 Standards of technological design of veterinary facilities for livestock, animal husbandry, poultry enterprises and farms (approved by Deputy Minister of agriculture of the Russian Federation Sazhinov G.Yu. December 27, 2002)]. Available at: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=STR&n=5574#y1a31OVxoHTxhe67 (accessed: 21.08.2026).

13. Postanovlenie pravitel'stva Omskoi oblasti ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Omskoi oblasti «Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Omskoi oblasti» ot 15.10.2013 № 252-p (s izmeneniyami na 29.02.2024). [Resolution of the Government of the Omsk region on approval of the Omsk region State program "Development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets of the Omsk region" dated 10/15/2013 No. 252-p (as amended on 02/29/2024)]. Available at: http://kodeks.gosnadzor.ru:8002/docs/ (accessed: 30.08.2026).

14. Federal'nyi zakon «Ob ehnergosberezhenii i o povyshenii ehnergeticheskoi ehffektivnosti i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii» ot 23.11.2009 № 261-FZ (red. ot 31.07.2025). [Federal Law No. 261-FZ dated 11/23/2009 "On energy conservation and energy efficiency improvement, and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation" (as amended on 07/31/2025)]. Available at: https://base.garant.ru/12171109/ (accessed: 15.08.2026).

15. Avarskii, N.D., Bogachev, A.I., Sidorenko, S.V., Khashir, A.A., Gasanova, Kh.V. (2025). Ehlektrifikatsiya i gazifikatsiya kak napravleniya razvitiya transportnoi sfery logistiki [Electrification and gasification as directions of development of the transport sphere of logistics]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 10-2(129), pp. 86-103.

16. Kryukova, O.N., Shumakova, O.V. (2024). Mnogoukladnaya agrarnaya ehkonomika kak flagman razvitiya Omskoi oblasti. Tochki rosta i mekhanizmy upravleniya [Multi-lay agricultural economy as flagship of development of omsk region. growth points and control mechanisms]. *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya* [Russian journal of social sciences and humanities], vol. 18, no. 1, pp. 200-211.

17. Rosstat [Rosstat]. Available at: https://55.rosstat.gov.ru/publication_collection/documen (accessed: 23.08.2026).

18. Polukhin, A.A., Lankin, A.S., Novoselov, Eh.A., Silko, E.A. (2019). Ehkonomicheskaya otsenka potrebleniya ehnergoresursov v sel'skom khozyaistve Rossiiskoi Federatsii [Economic assessment of energy consumption in agriculture of the Russian Federation]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 1(46), pp. 58-63.

19. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii [Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. Available at: https://specagro.ru/news/topics/106 (accessed: 23.08.2026).

20. AO «Rossel'khozbank» [JSC Rosselkhozbank]. Available at: https://www.rshb.ru/business/credits/apk (accessed: 12.08.2026).

Информация об авторах:

Дука Константин Эдуардович, аспирант кафедры экономики, бухгалтерского учета и финансового контроля,
ORCID: http://orcid.org/0009-0001-8712-6380, SPIN-код: 8069-5748, ke.duka2509@omgau.org

Епанчинцев Виталий Юрьевич, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, бухгалтерского учета и финансового контроля,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0112-2814, SPIN-код: 9682-7408, vu.epanchintsev@omgau.org

Information about the authors:

Konstantin E. Duka, postgraduate student of the department of economics, accounting and financial control,
ORCID: http://orcid.org/0009-0001-8712-6380, SPIN-code: 8069-5748, ke.duka2509@omgau.org

Vitaly Yu. Epanchintsev, doctor of economic sciences, professor of the department of economics, accounting and financial control,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0112-2814, SPIN-code: 9682-7408, vu.epanchintsev@omgau.org

✉ **ke.duka2509@omgau.org**

Научная статья
УДК 338.43
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1016

ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ НА СНИЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ В АГРАРНОМ БИЗНЕСЕ

О.В. Петрушина[1], А.В. Волкова[2], А.О. Спицына[3], Н.И. Ткачева[3], Н.А Быканова[4]

[1]Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия
[2]Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия
[3]Курский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Курск, Россия
[4]Курская академия государственной и муниципальной службы, Курск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается влияние экономических рисков на снижение эффективности в аграрном бизнесе Российской Федерации в период 2021-2025 гг. В новых условиях в качестве приоритета развития АПК выделяется повышение уровня продовольственной автономии страны в части производства всех базовых видов продовольствия, что также требует соблюдения баланса интересов страны и аграриев в части обеспечения высокого уровня продовольственного самообеспечения при одновременном сохранении оптимального уровня производственно-экономической эффективности. В части экономических аспектов сложившиеся обстоятельства привели к существенному росту издержек в аграрном производстве, поэтому решение вопросов обеспечения оптимального уровня экономической эффективности в агроном бизнесе с учетом сохранения рисков финансового характера является актуальным направлением. В ходе работы было выдвинуто предположение, что кризисное изменение политической и экономической обстановки в России в последние несколько лет стало причиной снижение эффективности в АПК, тем самым сформировав угрозы и риски экономического характера для отрасли. Проверка сформированной гипотезы осуществлялась на основе анализа динамики ключевых индикаторов развития АПК в России в период 2021-2025 гг. с использованием официальных статистических данных и научных методов и подходов к исследованию. Было установлено, что основной тенденцией стало снижение экономической эффективности в аграрном бизнесе, что подтверждается сокращением физического объема производства сельскохозяйственной продукции в динамике, при этом в наибольшей степени за счет падения в растениеводстве. Оценка совокупных индикаторов финансового состояния организаций сферы АПК показала, что значительного ухудшения ситуации не произошло: установлено снижение коэффициента финансового левериджа и доли краткосрочных заемных ресурсов в общей структуре привлеченного капитала. К числу негативных трендов стоит отнести рост индикатора стоимости финансирования, что свидетельствует об удорожании кредитных ресурсов для аграрного бизнеса.

Ключевые слова: АПК, сельское хозяйство, продовольственная безопасность, аграрный бизнес, финансовая устойчивость, рентабельность, экономические риски

Original article

THE IMPACT OF ECONOMIC RISKS ON EFFICIENCY REDUCTION IN THE AGRICULTURAL BUSINESS

O.V. Petrushina[1], A.V. Volkova[2], A.O. Spitsyna[3], N.I. Tkacheva[3], N.A. Bykanova[4]

[1]Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia
[2]Samara State Agrarian University, Samara, Russia
[3]Kursk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Kursk, Russia
[4]Kursk Academy of State and Municipal Service, Kursk, Russia

Abstract. The article examines the impact of economic risks on efficiency reduction in the agricultural business of the Russian Federation in the period 2021-2025. In the new conditions, increasing the level of food autonomy of the country in terms of the production of all basic types of food is highlighted as a priority for the development of the agro-industrial complex, which also requires balancing the interests of the country and farmers in terms of ensuring a high level of food self-sufficiency while maintaining an optimal level of production and economic efficiency. In terms of economic aspects, the current circumstances have led to a significant increase in costs in agricultural production, therefore, the issues of ensuring the optimal level of economic efficiency in the agricultural business, taking into account the preservation of financial risks, is an urgent area. In the course of the work, it was suggested that the crisis change in the political and economic situation in Russia over the past few years has caused a decrease in efficiency in the agro-industrial complex, thereby creating threats and risks of an economic nature for the industry. The hypothesis was tested based on an analysis of the dynamics of key indicators of agricultural development in Russia in the period 2021-2025 using official statistical data and scientific methods and research approaches. It was found that the main trend was a decrease in economic efficiency in the agricultural business, which is confirmed by a decrease in the physical volume of agricultural production in dynamics, mainly due to a drop in crop production. An assessment of the aggregate indicators of the financial condition of agribusiness organizations showed that there was no significant deterioration in the situation: a decrease in the financial leverage ratio and the share of short-term borrowed resources in the total structure of attracted capital was established. Negative trends include an increase in the indicator of the cost of financing, which indicates an increase in the cost of credit resources for the agricultural business.

Keywords: agro-industrial complex, agriculture, food security, agricultural business, financial stability, profitability, economic risks

Введение. Вопросы экономической безопасности страны в части продовольственного обеспечения сегодня входят в число наиболее значимых приоритетов, поскольку в условиях санкций данное направление оказалось под значимым давлением, что повлияло на основные тренды развития аграрно-промышленного комплекса [1, 2]. Поскольку Россия исторически является государством с высоким аграрным потенциалом и значительной долей сельского хозяйства в структуре экономики, то санкционные ограничения в данной сфере оказались весьма чувствительны [3, 4, 5].

В новых условиях в качестве приоритета развития АПК выделяется повышение уровня продовольственной автономии страны в части производства всех базовых видов продовольствия [6]. Это, однако, требует комплексной работы, направленной на модернизацию и технологическое переоснащение имеющихся производственных мощностей и используемых технологий [7, 8]. Кроме того, важно соблюсти баланс интересов страны и аграриев в части обеспечения высокого уровня продовольственного

© Петрушина О.В., Волкова А.В., Спицына А.О., Ткачева Н.И., Быканова Н.А., 2026

самообеспечения в соответствии с установленными на законодательном уровне значениями при одновременном сохранении оптимального уровня производственно-экономической эффективности [9, 10, 11].

В части экономических аспектов сложившиеся обстоятельства привели к существенному росту издержек в аграрном производстве на фоне физических ограничений импорта необходимых сырья, оборудования и технологий, дополняя причинами сохранения невысоким инвестиционный потенциал АПК и ряда других отраслей [12, 13]. Как следствие необходимости обеспечения параллельного импорта стало удлинение логистических цепочек, но эта же проблема сказалась и на конкурентоспособности российского экспорта продовольствия, осуществление которого также требует изменения логистических и финансовых маршрутов [14]. Кроме того, усиление экономического кризиса внутри страны стало причиной падения чистой прибыли аграриев из-за ограничения возможного роста цен в рамках сохранения платежеспособного спроса [15, 16, 17]. Как следствие, решение вопросов обеспечения оптимального уровня экономической эффективности в агроном бизнесе с учетом сохранения рисков финансового характера является актуальным направлением.

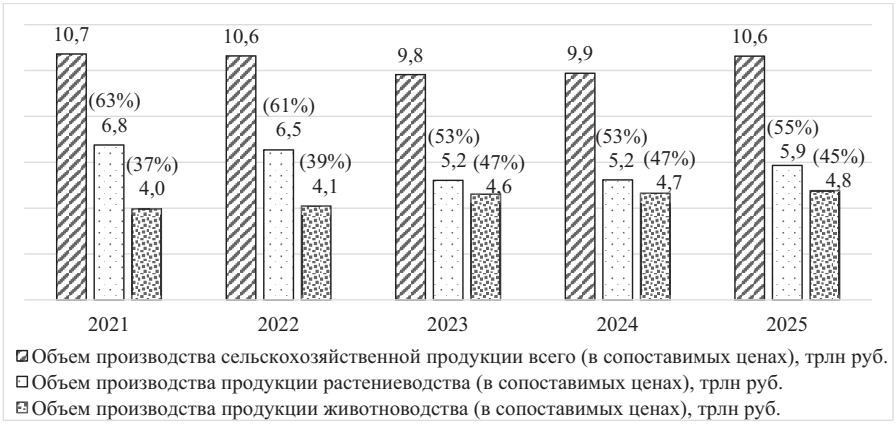
Методика исследования. Исследование основано на предположении о том, что кризисное изменение политической и экономической обстановки в России в последние несколько лет стало причиной снижение эффективности в АПК, тем самым сформировав угрозы и риски экономического характера для отрасли. Проверка сформированной гипотезы осуществлялась на основе анализа динамики ключевых индикаторов развития АПК в России, а именно: объема производства продукции АПК всего, по растениеводству и животноводству дифференцировано; числа и доли прибыльных и убыточных организаций в АПК, суммарного объема их прибыли и убытка; динамики сальдированного финансового результата и рентабельности в АПК всего, по растениеводству и животноводству дифференцировано; а также основных маркеров финансового состояния, в том числе индикатора стоимости финансирования, коэффициента финансового левериджа и пр.

В качестве периода исследования выбраны 2021-2025 гг., при этом значимость рассмотрения 2021 г. в качестве базисного связана с его предшествующим усилению экономического и политического кризиса положением, в связи с чем сопоставление с данными индикативных 2023 и 2025 гг. позволит определить основные тренды в отрасли и рост экономических рисков. Для целей исследования все стоимостные индикаторы были приведены в сопоставимый уровень — по ценам 2025 г. на основе индексов потребительских цен. В процессе проведения исследования были использованы научные методы и подходы к исследованию, в том числе горизонтальный и вертикальный анализ, интеллектуальный анализ данных, сравнительная оценка.

Результаты исследования. Суммарный объем производства сельскохозяйственной продукции в России в рассматриваемом периоде изменяется волнообразно в сопоставимых ценах, что подтверждает снижение физического объема производства в 2023-2024 гг. на фоне усиления влияния экономических санкций. Несмотря на то, что к 2025 г. суммарный объем производства продукции АПК снова вырос и достиг докризисного уровня, в динамике за 5 лет не произошло качественного развития аграрного производства, поскольку за 2 года только удалось нивелировать последствия кризиса, вызванного усилением санкций. В структуре производства сельскохозяйственной продукции по основным направлениям в динамике происходит изменение в пользу роста доли животноводческой продукции: в 2025 г. на продукцию растениеводства стало приходиться только 55%, в то время как в 2021 г. доля данного направления составляла 63%. Изменение структуры физического объема производства сельскохозяйственной продукции в динамике связано с тем, что после 2022 г. в растениеводстве наметился очевидный спад, в то время как в животноводстве тенденция к наращиванию объема производства продукции является устойчивой — с 4 до 4,8 трлн руб. за 5 лет. В результате, в условиях ухудшения экономической ситуации произошел общий спад физического объема производства продукции АПК, но при этом сокращение коснулось только растениеводства, а животноводство сохранило динамику к расширению объема производства (рис. 1).

Одновременно со снижением физического объема производства сельскохозяйственной продукции также отмечено и сокращение числа организаций в отрасли: если в 2021 г. их насчитывалось 3,9 тыс., то уже в 2022 г. их число сократилось на 8%, а к 2025 г. — суммарно на 13% (до 3,4 тыс.). В структуре сельскохозяйственных организаций по критерию финансового результата преобладают прибыльные, доля которых как в 2021 г., так и в 2025 г. составляла 75%, а в 2023-2024 гг. увеличивалась до более чем 80% на фоне снижения общей численности организаций АПК (преимущественно за счет убыточных).

Суммарный объем прибыли среди организаций отрасли в сопоставимых ценах показывает общий тренд к снижению, но в наибольшей степени — в 2022 г. относительно уровня предыдущего года (на 18,3%). После прироста физического объема прибыли до 804 млрд руб. в 2023 г., в последующие 2 года устойчивым трендом стало снижение до 748,5 млрд руб., что соответствует уровню 2022 г. Суммарный объем убытка организаций АПК также достиг минимума к 2023-2024 гг., а в 2025 году вырос более чем н треть и составил 104,9 млрд руб. (табл. 1).



Источник: Росстат

Рисунок 1. **Оценка изменения объема производства и структуры по основным направлениям сельскохозяйственной продукции в России всего и в 2021-2025 гг.**
Figure 1. **Assessment of changes in the volume of production and structure in the main areas of agricultural products in Russia in total and in 2021-2025**

Таблица 1. **Оценка изменения основных экономических показателей АПК России (2021-2025 гг.)**
Table 1. **Assessment of changes in the main economic indicators of the Russian agro-industrial complex (2021-2025)**

	Значение					Изменение, %	
	2021	2022	2023	2024	2025	2023/2021	2025/2023
Число организаций, осуществляющих деятельность в сельском хозяйстве всего, тыс. В том числе:	3,9	3,6	3,5	3,6	3,4	-10,3	-2,9
прибыльных организаций	3	2,8	2,8	2,9	2,6	-5,5	-8,3
убыточных организаций	1	0,8	0,7	0,7	0,8	-33,5	20,3
Удельный вес прибыльных организаций в общем числе организаций, %	75,8	77,5	81	81,6	75,2	5,2	-5,8
Удельный вес убыточных организаций в общем числе организаций, %	24,2	22,5	19	18,4	24,8	-5,2	5,8
Сумма прибыли (в сопоставимых ценах), млрд руб.	914,7	747,5	804,0	797,9	748,5	-12,1	-6,9
Сумма убытка (в сопоставимых ценах), млрд руб.	115,6	94,8	75,7	86,7	104,9	-34,6	38,7

Источник: Росстат

Сальдированный финансовый результат организаций АПК в динамике за исследуемый период также снижается, при этом в сопоставимых ценах наихудший результат отмечен в 2025 г. — 643,6 млрд руб., что ниже даже уровня 2022 г. За 5 лет совокупный сальдированный финансовый результат организаций в отрасли снизился на 19,5%. В структуре полученного сальдированного финансового результата в 2021-2024 гг. подавляющий его объем приходился на растениеводство, а в 2025 г. результат в животноводстве стал выше и составил 353,1 млрд руб. в сравнении с 284 млрд руб. в растениеводстве (рис. 2).

Одновременно со снижением объема производства сельскохозяйственной продукции, совокупного размера прибыли и сальдированного финансового результата, также происходит и снижение эффективности деятельности в динамике. Общий уровень рентабельности продаж продукции АПК варьирует волнообразно за исследуемый период, но общим трендом является снижение показателя с 24 до 20,7% к 2025 г. В разрезе основных направлений производства сельскохозяйственной продукции уровень рентабельности продаж в растениеводстве был ощутимо выше, чем в животноводстве, но при этом данный разрыв сокращается в динамике на фоне повышения уровня эффективности в животноводстве до 18,3% при одновременном снижении в растениеводстве до 24,8% (рис. 3).

Индикатор стоимости финансирования, отражающий сколько сумм уплачиваемых процентов приходится на долгосрочные и краткосрочные заемные обязательства, показывает устойчивый тренд к росту в динамике с 0,053 до 0,094, тем самым свидетельствуя об удорожании заемных ресурсов для предприятий АПК.

При этом коэффициент финансового левериджа, характеризующий уровень зависимости от заемных ресурсов и, соответственно, финансовых рисков, напротив, в 2023-2025 гг. снизился относительно данных предыдущих двух лет и составил 1,56. В структуре заемных ресурсов предприятий АПК сохраняется более чем 2,5-кратное превышение краткосрочных средств над долгосрочными, что формирует низкую степень финансовой устойчивости. При этом в динамике происходит снижение показателя, что позволяет сделать вывод о повышении объема и доли долгосрочных заемных ресурсов в общей структуре привлеченного капитала, тем самым формируя более устойчивое положение.

В структуре активов предприятий АПК устойчиво и кратно преобладают финансовые активы, что также свидетельствует о более высоком уровне финансовой устойчивости, поскольку на 1 рубль нефинансовых активов приходится более 2 рублей активов финансовых, обладающих высокой степенью ликвидности. Также в динамике отмечен и рост коэффициента ликвидности в отрасли, поскольку к 2025 г. предприятия стали способны покрыть 192% своих краткосрочных обязательств за счет оборотных активов, что на 20% выше уровня 2021 г.

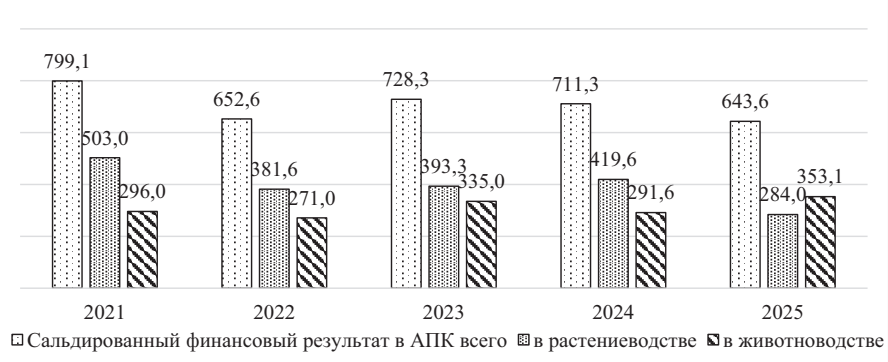
Отношение нераспределенной прибыли (непокрытого убытка) к собственным средствам отражает долю накопленного финансового результата в общей сумме собственных средств и среди предприятий АПК и устойчиво составляет более 96% и растет в динамике до 98%. Это свидетельствует о том, что в структуре капитала сельскохозяйственных предприятий подавляющая доля приходится на нераспределенную прибыль, причем в динамике структура только растет.

Отношение нераспределенной прибыли (непокрытого убытка) к нефинансовым активам характеризует, какая часть нефинансовых активов профинансирована исключительно за счет собственных средств. Для предприятий АПК в 2021 г. данный показатель составлял только 51%, что также косвенно указывает на высокую кредитную нагрузку. Однако в динамике отмечен рост показателя до 68% к 2024 г., когда был достигнут максимум, а к 2025 г. — снижение до 64%, что в целом ощутимо выше данных базисного периода и подтверждает повышение уровня финансовой устойчивости в части финансирования внеоборотных активов.

Одной из характерных особенностей для отрасли АПК является высокий уровень рентабельности капитала, где наименьшее значение показателя отмечалось в базисном 2021 г. — 17,6%, а в 2022 и 2024 гг. достигло максимума — более 22%. Уровень рентабельности активов в АПК также был наименьшим в 2021 г., а в 2022 г. достиг наибольшего уровня за рассматриваемый период — 6,72%. В динамике к 2025 г. показатель снизился до 4,6%, но при этом остался на заметно более высоком уровне. В свою очередь, норма чистой прибыли в АПК ощутимо выросла в 2022-2024 гг. относительно данных 2021 г. и достигала 7,6%, но к 2025 г. снизилась до минимума за 5 лет — 4,6% (табл. 2).

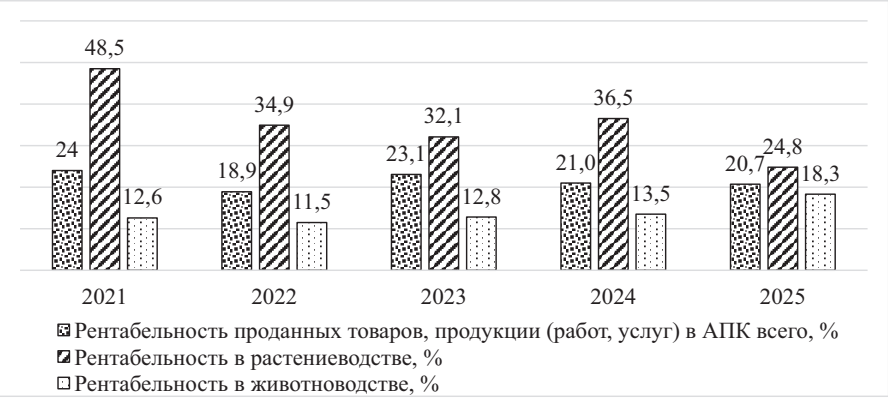
В настоящее время АПК России находится под влиянием целого ряда факторов внешнего и внутреннего характера, которые в совокупности формируют финансовые риски для отрасли. На современном этапе в качестве ключевых рисков финансового характера для АПК нами выделены: рост производственных издержек в АПК, значительное удорожание кредитных ресурсов и снижение их доступности, технологическая зависимость отдельных сегментов АПК, климатические и внешнеторговые риски (рис. 4).

В результате, сегодня, как и в ближайшей перспективе, агропромышленный комплекс России будет развиваться под сохраняющимся негативным влиянием вышеуказанных рисков и последствий их реализации. Наибольшее влияние на снижение эффективности и финансовой устойчивости предприятий АПК, по нашему мнению, продолжает оказывать риск, связанный с инфляцией роста производственных издержек и стоимости кредитных ресурсов, которые также играют большую роль в развитии аграрного бизнеса. Кроме того, поскольку продукция АПК прежде имела высокий экспортный потенциал, то внешнеторговые риски в условиях санкционных ограничений возросли существенно и также способствуют снижению доходов и маржинальной прибыли аграриев от таких сделок.



Источник: Росстат

Рисунок 2. **Оценка изменения сальдированного финансового результата (в сопоставимых ценах) в АПК России всего и по основным направлениям в 2021-2025 гг., млрд руб.**
Figure 2. **Assessment of changes in the net financial result (in comparable prices) in the Russian agro-industrial complex in total and in key areas in 2021-2025, billion rubles**



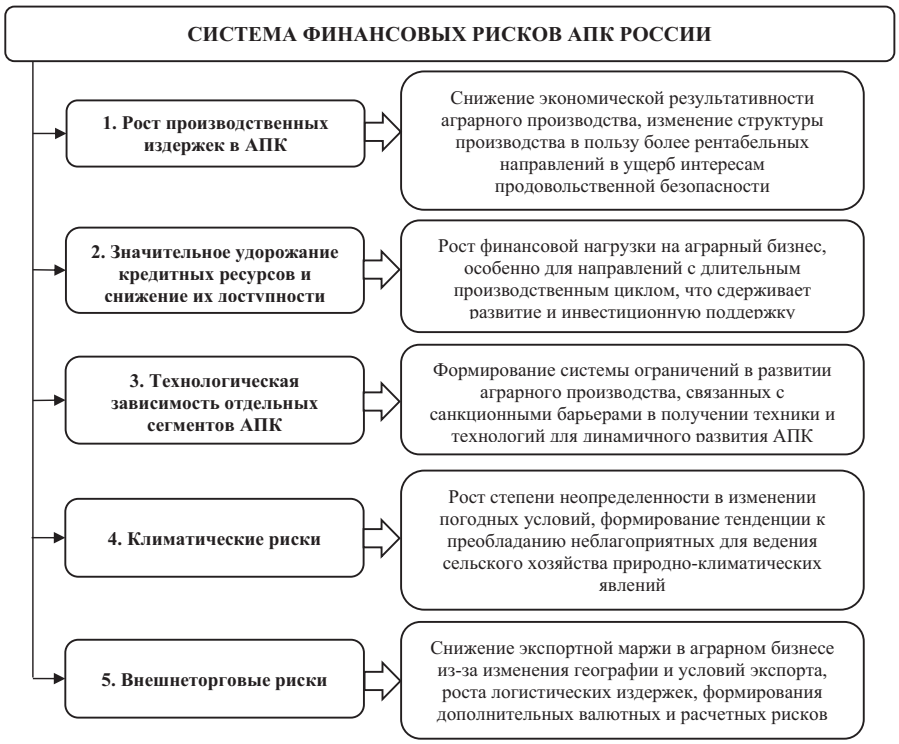
Источник: Росстат

Рисунок 3. **Оценка изменения экономической эффективности в АПК России всего и по основным направлениям (2021-2025 гг.)**
Figure 3. **Assessment of changes in economic efficiency in the Russian agro-industrial complex in total and in key areas (2021-2025)**

Таблица 2. **Оценка изменения основных индикаторов финансового состояния организаций в АПК РФ (2021-2025 гг.)**
Table 2. **Assessment of changes in the main indicators of the financial condition of organizations in the agro-industrial complex of the Russian Federation (2021-2025)**

	Значение					Абсолютное изменение	
	2021	2022	2023	2024	2025	2023/2021	2025/2023
Индикатор стоимости финансирования	0,053	0,051	0,067	0,069	0,094	0,014	0,027
Коэффициент финансового левериджа	1,63	1,63	1,57	1,61	1,56	-0,060	-0,01
Отношение краткосрочной задолженности к долгосрочной задолженности	3,19	3,02	2,99	2,93	2,85	-0,20	-0,15
Отношение финансовых активов к нефинансовым активам	2,26	2,22	2,09	2,08	2,07	-0,17	-0,02
Коэффициент ликвидности	1,73	1,87	1,94	1,94	1,92	0,21	-0,02
Отношение нераспределенной прибыли (непокрытого убытка) к собственным средствам	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,01	0,01
Отношение нераспределенной прибыли (непокрытого убытка) к нефинансовым активам	0,51	0,57	0,64	0,68	0,63	0,13	-0,01
Рентабельность капитала, %	17,56	22,48	19,49	22,71	20,90	1,93	1,41
Рентабельность активов, %	3,81	6,72	5,47	5,78	4,60	1,66	-0,87
Норма чистой прибыли, %	5,05	7,47	6,76	7,57	4,60	1,71	-2,16

Источник: статистика ЦБ РФ



Источник: составлено авторами

Рисунок 4. **Система финансовых рисков и их влияние на развитие агарного бизнеса в России (2026 г).**
Figure 4. **The system of financial risks and their impact on the development of the agar business in Russia (2026)**

Выводы и рекомендации. В АПК России последние 5 лет, сопряженные с изменением экономической и политической ситуации, произошли значительные изменения, что является следствием влияния ряда факторов и угроз. Основной тенденцией стало снижение экономической эффективности в аграрном бизнесе, что подтверждается сокращением физического объема производства сельскохозяйственной продукции в динамике, при этом в наибольшей степени за счет падения в растениеводстве, в то время как в животноводстве динамика роста является устойчивой. При этом уровень рентабельности продаж в АПК хоть в целом и снижается, но по основным направлениям также для животноводства отмечено сохранение положительной динамики в то время, как в растениеводстве падение уровня эффективности стало ощутимым.

Оценка совокупных индикаторов финансового состояния организаций сферы АПК показала, что к 2025 г. значительного ухудшения ситуации не произошло: по ряду параметров, напротив, наметилась положительная динамика, в том числе установлено снижение коэффициента финансового левериджа и доли краткосрочных заемных ресурсов в общей структуре привлеченного капитала, что свидетельствует о росте финансовой устойчивости в отрасли. Кроме того, в структуре активов преобладают финансовые, обладающие более высокой степью ликвидности, а показатели рентабельности активов и капитала растут. К числу негативных трендов стоит отнести рост индикатора стоимости финансирования, что свидетельствует об удорожании кредитных ресурсов для аграрного бизнеса.

В результате, негативные тренды в АПК в наибольшей степени обусловлены формированием различного рода рисков, среди которых в качестве основных, требующих наибольшего внимания, мы отмечаем рост производственных издержек в АПК, значительное удорожание кредитных ресурсов и снижение их доступности, технологическую зависимость отдельных сегментов АПК, климатические и внешнеторговые риски.

Список источников

1. Сергеева Н.М., Соловьева Т.Н., Святова О.В., Зюкин Д.А., Федулов М.А. Влияние специализации на экономическое развитие регионов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1(385). С. 28-32. doi: 10.55186/25876740_2022_65_1_28. EDN: XCQZTD

2. Кривоногов А.Д., Кочура А.С. Особенности экономического развития внутреннего рынка РФ в условиях санкций // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 12. № 2(155). С. 50-54. doi: 10.36871/ek.up.p.r.2025.02.12.008. EDN RQJCTP

3. Минниханов Р.Р. Развитие аграрного сектора в системе национальной продовольственной безопасности // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2023. № 2. С. 94-99. doi: 10.37984/2076-9288-2023-2-94-99. EDN: KCZVLK

4. Golovin, A., Zyukin, D., Bobyreva, E., Sentishcheva, E., Chunikhina, A., Filippova, A. (2026). Impact of mineral fertilizers on crop yield increase and sustainability. *Proceedings of the IV International Conference on Advances in Materials, Earth Science and Technology (CAMSTech-IV-2024), Bukhara, October 29-31, 2024.* Melville: AIP PUBLISHING, vol. 3390, issue 1, p. 30007. doi: 10.1063/5.0322386. EDN AXSNNC

5. Милонова М.В., Астапенко А.А. Влияние санкций на аграрно-промышленный комплекс России // Международная торговля и торговая политика. 2023. № 3(35). С. 127-133. doi: 10.21686/2410-7395-2023-3-127-133. EDN: GMPGGF

6. Горбатов А.В., Горбатова О.А. Продовольственная безопасность России: состояние, угрозы и направления ее обеспечения в современных условиях // Вестник Академии знаний. 2024. № 6(65). С. 274-281. EDN: HHXNSG

7. Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Оценка динамики развития сельскохозяйственного производства в регионах России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6(384). С. 84-88. doi: 10.24412/2587-6740-2021-6-84-88. EDN: CQUUOK

8. Ситдикова Л.Ф. Оценка влияния санкций на сельское хозяйство и выявление направлений адаптации // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. № 2(78). С. 146-155. doi: 10.12737/2073-0462-2025-146-155. EDN: FSGGRC

9. Зюкин Д.А., Святова О.В., Яковлев Н.А., Болычева Е.А., Ноздрачева Е.Н. Финансово-хозяйственная оценка развития предприятий мукомольной промышленности // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 1(403). С. 75-79. doi: 10.55186/25876740_2025_68_1_75. EDN: QFBBLQ

10. Барановская Т.П., Бурса И.А., Тахумова О.В., Карачанская Т.А. Влияние санкций на развитие сельскохозяйственной отрасли РФ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 121. С. 7-16. doi: 10.21515/1999-1703-121-7-16. EDN: UQNJLG

11. Mironova A.V., Kuberova A.R., Steshina I.A. Anti-Russian sanctions: impact on the Russian economy // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2023. № 1. С. 448-450. EDN LMSPJF

12. Зюкин Д.А., Болычева Е.А., Каширин С.В., Баранников А.А., Гончаренко О.Н. Развитие инвестиционного климата в Российской Федерации на фоне политических и экономических санкций // Финансы: теория и практика. 2024. Т. 28. № 4. С. 84-96. doi: 10.26794/2587-5671-2024-28-4-84-96. EDN CLFYOE

13. Осенний В.В., Хроль Е.В., Беспалова Д.П. Влияние модернизации сельскохозяйственных производств на экономическую эффективность отрасли // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 105. С. 19-25. doi: 10.21515/1999-1703-105-19-25. EDN: BEEFWC

14. Зюкин Д.А. Факторы конкурентоспособности российского зерна на мировом рынке и перспективы развития зернового хозяйства в контексте наращивания экспортного потенциала // Аграрный вестник Урала. 2024. № 4. С. 531-541. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-04-531-541. EDN: JJCROP

15. Голова Е.Е., Баранова И.В. Оценка санкционного влияния на аграрный сектор Российской Федерации // Журнал экономических исследований. 2024. Т. 10. № S. С. 50-60. EDN TXHJPP

16. Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А. Бедность населения как препятствие развития агропродовольственного производства в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3(381). С. 19-22. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-19-22. EDN: NVKPHJ

17. Бунчиков О.Н., Володин М.В. Функционирование сельскохозяйственного предпринимательства в условиях санкций: оценка деятельности и перспективы развития // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 11. doi: 10.55186/2413046X_2022_7_11_671. EDN: MZBFIR

References

1. Sergeeva, N.M., Solov'eva, T.N., Svyatova, O.V., Zyukin, D.A., Fedulov, M.A. (2022). Vliyanie spetsializatsii na ehkonomicheskoe razvitie regionov [Influence of specialization on the economic development of regions]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1(385), pp. 28-32. doi: 10.55186/25876740_2022_65_1_28. EDN: XCQZTD

2. Krivonogov, A.D., Kochura, A.S. (2025). Osobennosti ehkonomicheskogo razvitiya vnutrennego rynka RF v usloviyakh sanktsii [Features of the economic development of the domestic market of the Russian Federation in the context of sanctions]. *Ehkonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], vol. 12, no. 2(155), pp. 50-54. doi: 10.36871/ek.up.p.r.2025.02.12.008. EDN RQJCTP

3. Minnikhanov, R.R. (2023). Razvitie agrarnogo sektora v sisteme natsional'noi prodovol'stvennoi bezopasnosti [Development of the agricultural sector in the system of national food security]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ehkonomiki* [Fundamental and applied researches of the cooperative sector of the economy], no. 2, pp. 94-99. doi: 10.37984/2076-9288-2023-2-94-99. EDN: KCZVLK

4. Golovin, A., Zyukin, D., Bobyreva, E., Sentishcheva, E., Chunikhina, A., Filippova, A. (2026). Impact of mineral fertilizers on crop yield increase and sustainability. *Proceedings of the IV International Conference on Advances in Materials, Earth Science and Technology (CAMSTech-IV-2024), Bukhara, October 29-31, 2024.* Melville: AIP PUBLISHING, vol. 3390, issue 1, p. 30007. doi: 10.1063/5.0322386. EDN AXSNNC

5. Milonova, M.V., Astapenko, A.A. (2023). Vliyanie sanktsii na agrarno-promyshlennyi kompleks Rossii [The impact of sanctions on the Russian agricultural and industrial complex]. *Mezhdunarodnaya torgovlya i torgovaya politika* [International trade and trade policy], no. 3(35), pp. 127-133. doi: 10.21686/2410-7395-2023-3-127-133. EDN: GMPGGF

6. Gorbatov, A.V., Gorbatova, O.A. (2024). Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii: sostoyanie, ugrozy i napravleniya ee obespecheniya v sovremennykh usloviyakh [Food security of Russia: the state, threats and directions of its provision in modern conditions]. *Vestnik Akademii znanii* [Bulletin of the Academy of knowledge], no. 6(65), pp. 274-281. EDN: HHXNSG

7. Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Otsenka dinamiki razvitiya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v regionakh Rossii [Assessment of the dynamics of development of agricultural production in the regions of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6(384), pp. 84-88. doi: 10.24412/2587-6740-2021-6-84-88. EDN: CQUUOK

8. Sitdikova, L.F. (2025). Otsenka vliyaniya sanktsii na sel'skoe khozyaistvo i vyyavlenie napravlenii adaptatsii [Assessment of the impact of sanctions on agriculture and identification of areas of adaptation]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], vol. 20, no. 2(78), pp. 146-155. doi: 10.12737/2073-0462-2025-146-155. EDN: FSGGRC

9. Zyukin, D.A., Svyatova, O.V., Yakovlev, N.A., Bolycheva, E.A., Nozdracheva, E.N. (2025). Finansovo-khozyaistvennaya otsenka razvitiya predpriyatii mukomol'noi promyshlennosti [Financial and economic assessment of the development of flour industry enterprises]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1(403), pp. 75-79. doi: 10.55186/25876740_2025_68_1_75. EDN: QFBBLQ

10. Baranovskaya, T.P., Bursa, I.A., Takhumova, O.V., Karachanskaya, T.A. (2025). Vliyanie sanktsii na razvitie sel'skokhozyaistvennoi otrasli RF [The impact of sanctions on the development of the agricultural sector of the Russian Federation]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 121, pp. 7-16. doi: 10.21515/1999-1703-121-7-16. EDN: UQNJLG

11. Mironova, A.V., Kuberova, A.R., Steshina, I.A. (2023). Anti-Russian sanctions: impact on the Russian economy. *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta*, no. 1, pp. 448-450. EDN LMSPJF

12. Zyukin, D.A., Bolycheva, E.A., Kashirin, S.V., Barannikov, A.A., Goncharenko, O.N. (2024). Razvitie investitsionnogo klimata v Rossiiskoi Federatsii na fone politicheskikh i ehkonomicheskikh sanktsii [Development of the investment climate in the Russian Federation against the background of political and economic sanctions]. *Finansy: teoriya i praktika* [Finance: theory and practice], vol. 28, no. 4, pp. 84-96. doi: 10.26794/2587-5671-2024-28-4-84-96. EDN CLFYOE

13. Osennii, V.V., Khrol', E.V., Bespalova, D.P. (2023). Vliyanie modernizatsii sel'skokhozyaistvennykh proizvodstv na ehkonomicheskuyu ehffektivnost' otrasli [The impact of modernization of agricultural production on the economic efficiency of the industry]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 105, pp. 19-25. doi: 10.21515/1999-1703-105-19-25. EDN: BEEFWC

14. Zyukin, D.A. (2024). Faktory konkurentosposobnosti rossiiskogo zerna na mirovom rynke i perspektivy razvitiya zernovogo khozyaistva v kontekste narashchivaniya ehksportnogo potentsiala [Factors of competitiveness of Russian grain on the world market and prospects for the development of grain farming in the context of increasing export potential]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], no. 4, pp. 531-541. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-04-531-541. EDN: JJCROP

15. Golova, E.E., Baranova, I.V. (2024). Otsenka sanktsionnogo vliyaniya na agrarnyi sektor Rossiiskoi Federatsii [Assessment of the sanctions impact on the agricultural sector of the Russian Federation]. *Zhurnal ehkonomicheskikh issledovanii* [Journal of economic studies], vol. 10, no. S, pp. 50-60. EDN TXHJPP

16. Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleniya kak prepyatstvie razvitiya agroprodovol'stvennogo proizvodstva v Rossii [Poverty of the population as an obstacle to the development of agri-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-19-22. EDN: NVKPHJ

17. Bunchikov, O.N., Volodin, M.V. (2022). Funktsionirovanie sel'skokhozyaistvennogo predprinimatel'stva v usloviyakh sanktsii: otsenka deyatel'nosti i perspektivy razvitiya [Functioning of agricultural entrepreneurship under sanctions: assessment of activities and development prospects]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], vol. 7, no. 11. doi: 10.55186/2413046X_2022_7_11_671. EDN: MZBFIR

Информация об авторах:

Петрушина Ольга Вячеславовна, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и финансов, Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7550-8173, SPIN-код: 4482-4575, petao@yandex.ru

Волкова Алла Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и экспертизы продуктов из растительного сырья, Самарский государственный аграрный университет, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0929-4805, avvolkova76@rambler.ru

Спицына Анна Олеговна, кандидат философских наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Курский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7857-7238, SPIN-код: 8342-7787, spicyna1984@mail.ru

Ткачева Наталья Ильинична, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Курский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, ORCID: https://orcid.org/0009-0005-4580-6627, SPIN-код: 9968-0880, tatanata2009@mail.ru

Быканова Наталья Анатольевна, кандидат социологических наук, доцент кафедры внешнеэкономических связей, таможенного дела и таможенного права, Курская академия государственной и муниципальной службы, ORCID: https://orcid.org/0009-0008-0103-3783, bik046@mail.ru

Information about the authors:

Olga V. Petrushina, candidate of economic sciences, senior lecturer of the department of accounting and finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7550-8173, SPIN-code: 4482-4575, petao@yandex.ru

Alla V. Volkova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of production technologies and expertise of products from vegetable raw materials, Samara State Agrarian University, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0929-4805, avvolkova76@rambler.ru

Anna O. Spitsyna, candidate of philosophical sciences, associate professor of the department of humanities and socio-economic disciplines, Kursk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7857-7238, SPIN-code: 8342-7787, spicyna1984@mail.ru

Natalia I. Tkacheva, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of humanities and socio-economic disciplines, Kursk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, https://orcid.org/0009-0005-4580-6627, SPIN-code: 9968-0880, tatanata2009@mail.ru

Natalya A. Bykanova, candidate of sociology sciences, associate professor of the department of foreign economic relations, customs affairs and customs law, Kursk Academy of State and Municipal Service, ORCID: https://orcid.org/0009-0008-0103-3783, bik046@mail.ru

✉ **petao@yandex.ru**

Научная статья
УДК 338.43:004.8
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1021

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ: РАСХОЖДЕНИЕ МЕЖДУ РОСТОМ ЗАТРАТ И СНИЖЕНИЕМ ДОЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

М.С. Оборин[1], Н.В. Новикова[2], И.А. Страхов[3]

[1]Пермский институт(филиал) Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, Пермь, Россия
[1]Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, Россия
[2]Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия
[3]Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. Цель исследования состоит в раскрытии содержания расхождения между ростом затрат сельскохозяйственных организаций России на цифровые технологии и снижением доли пользователей технологий искусственного интеллекта за 2021–2024 годы на основе впервые опубликованных Росстатом данных по виду деятельности «растениеводство и животноводство». Применены группировка технологий по трём слоям (инфраструктурный, слой данных и аналитики, слой производственной автоматизации), структурный анализ затрат по направлениям и источникам финансирования, сравнение с итогами федерального статистического наблюдения по экономике в целом. Установлено, что затраты выросли с 6,84 до 9,40 млрд руб., или на 37%, тогда как доля пользователей технологий искусственного интеллекта снизилась с 3,1 до 1,9%, а на сопоставимом по методике отрезке 2023–2024 годов с 2,2 до 1,9%, доля пользователей технологий больших данных с 22,9 до 7,2%, интернета вещей с 15,2 до 11,3%, при этом геоинформационные системы и цифровые платформы расширили охват с 16,2 до 24,3% и с 10,1 до 19,7% соответственно. Внешние затраты выросли в 2,7 раза, вложения в «сквозные» цифровые технологии сократились с 72,6 до 9,4 млн руб., бюджетное финансирование с 1029,4 до 98,8 млн руб., доля собственных средств во внутренних затратах поднялась с 81,7 до 97,5%. Отставание отрасли от экономики в целом по доле пользователей технологий искусственного интеллекта увеличилось с 1,6 до 2,2 раза. Расхождение объясняется сервисно-инфраструктурным характером цифровизации, при котором растущие расходы обслуживают каналы обмена информацией и не создают слои аналитической и производственной автоматизации. Предложены восстановление целевого финансирования «сквозных» технологий и введение в программу федерального наблюдения показателей глубины применения искусственного интеллекта в производственных процессах.

Ключевые слова: пользователи технологий искусственного интеллекта, затраты на цифровые технологии, большие данные, бюджетное финансирование, федеральное статистическое наблюдение

Original article

DIGITALIZATION OF RUSSIAN FEDERATION AGRICULTURE: THE DEVERGENCE BETWEEN GROWING EXPENDITURE AND THE DECLINING SHARE OF USERS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

M.S. Oborin[1], N.V. Novikova[2], I.A. Strakhov[3]

[1]Perm Institute (branch) of the Plekhanov Russian Federation University of Economics, Perm, Russia
[1]Perm State Agro-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia
[2]Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia
[3]Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. The aim of the study is to reveal the substance of the divergence between the growth of digital technology expenditure of Russian Federation agricultural organizations and the decline in the share of users of artificial intelligence technologies over 2021–2024, drawing on the first Rosstat data for the economic activity «crop and animal production». The methods include grouping of technologies into three layers (infrastructure, data and analytics, production automation), structural analysis of expenditure by purpose and source of financing, and comparison with the economy-wide results of the federal statistical observation. Expenditure grew from 6.84 to 9.40 billion rubles, or by 37%, whereas the share of users of artificial intelligence technologies declined from 3.1 to 1.9%, and from 2.2 to 1.9% over the methodologically comparable period 2023–2024, the share of users of big data technologies from 22.9 to 7.2% and of the Internet of things from 15.2 to 11.3%, while geographic information systems and digital platforms expanded from 16.2 to 24.3% and from 10.1 to 19.7% respectively. External expenditure grew 2.7 times, investment in cross-cutting digital technologies dropped from 72.6 to 9.4 million rubles, budget financing from 1,029.4 to 98.8 million rubles, and the share of own funds in internal expenditure rose from 81.7 to 97.5%. The sector's lag behind the economy as a whole in the share of users of artificial intelligence technologies widened from 1.6 to 2.2 times. The divergence is explained by the service-and-infrastructure character of digitalization, in which growing outlays serve information exchange channels and do not create the layer of analytical and production automation. The restoration of targeted financing of cross-cutting technologies and the introduction of indicators of the depth of artificial intelligence use in production processes into the program of federal observation are proposed.

***Keywords*:** users of artificial intelligence technologies, digital technology expenditure, big data, budget financing, federal statistical observation

Введение. Цифровая трансформация сельского хозяйства заявлена в числе приоритетов Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года [1], а ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» связывал с ней рост производительности труда и снижение издержек [2]. В научной литературе цифровое сельское хозяйство

© Оборин М.С., Новикова Н.В., Страхов И.А., 2026
Международный сельскохозяйственный журнал, 2026, том 69, № 7 (416), с. 1021-1027.

рассматривается как переход от отдельных информационных систем к управлению производством на основе данных, где искусственный интеллект замыкает цепочку от датчика до агротехнологического решения [3, 4]. Обзоры прикладных исследований свидетельствуют, что машинное обучение уже применяется для прогнозирования урожайности, распознавания болезней растений, управления стадом и точного земледелия [5, 6], однако распространение этих решений среди производителей идёт медленнее, чем предполагали ранние оценки [7]. Доклад Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций связывает медленное освоение с неравномерностью инфраструктуры и компетенций между городом и селом [8], а работы по сельским территориям фиксируют разрыв в использовании цифровых технологий, сохраняющийся даже при выравнивании доступа к связи [9, 10].

По оценке Национального центра развития искусственного интеллекта, готовность сельского хозяйства к внедрению технологии остаётся одной из самых низких среди приоритетных отраслей [11], и региональные исследования подтверждают, что технология распространяется вслед за накопленной цифровой базой территорий [12, 13]. Дополнительный мотив для отрасли создаёт дефицит рабочей силы, который измеряется сотнями тысяч работников и не восполняется миграцией [14], отчего автоматизация на основе искусственного интеллекта рассматривается как один из немногих способов его компенсации.

Российская статистика до последнего времени не позволяла измерить, как именно цифровизация происходит в самом сельском хозяйстве, поскольку итоги наблюдения по форме № 3-информ публиковались без выделения этого вида деятельности. Сборник Росстата «Сельское хозяйство в России. 2025» впервые содержит сведения об использовании цифровых технологий и затратах на них по виду деятельности «растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» за 2021–2024 годы [15]. Первое же прочтение этих данных обнаруживает расхождение двух динамик. Затраты организаций отрасли на цифровые технологии за четыре года выросли более чем на треть, а доля пользователей технологий искусственного интеллекта за то же время не увеличилась и по сопоставимым данным последних двух лет снизилась.

Работа ставит целью раскрыть содержание расхождения между ростом затрат сельского хозяйства России на цифровые технологии и снижением доли пользователей технологий искусственного интеллекта в 2021–2024 годах. Достижение цели потребовало сгруппировать применяемые технологии по слоям с разной глубиной воздействия на производство, проследить динамику каждого слоя, разложить затраты по направлениям и источникам финансирования и сопоставить отраслевые показатели с показателями экономики в целом.

Методы исследования. Технологии, учитываемые наблюдением, сгруппированы по трём слоям в зависимости от того, что именно они меняют в организации. Инфраструктурный слой образуют персональные компьютеры, серверы, фиксированный и мобильный Интернет, веб-сайт, электронный обмен данными, аккаунт в социальной сети, геоинформационные системы и цифровые платформы, то есть средства связи и передачи информации. Слой данных и аналитики составляют большие данные, «облачные» сервисы, интернет вещей, радиочастотная идентификация и искусственный интеллект, поскольку эти решения создают, накапливают и обрабатывают сведения о производственном процессе. Слой производственной автоматизации представлен промышленными роботами и автоматизированными линиями, «цифровыми двойниками» и аддитивными технологиями, которые непосредственно изменяют способ изготовления продукции. Для каждого слоя динамика измерена изменением доли применяющих организаций в процентных пунктах за 2021–2024 годы.

По направлениям (машины и оборудование, программное обеспечение, услуги связи, обучение, внешние услуги) и по источникам финансирования (собственные средства, бюджеты всех уровней, прочие) разложены затраты на цифровые технологии. Структурные сдвиги оценены изменением долей, а масштаб соотнесён с инвестициями в основной капитал отрасли. Отставание отрасли от экономики измерено отношением долей организаций-пользователей соответствующей технологии среди организаций, использовавших цифровые технологии, в экономике и в сельском хозяйстве, что снимает различие в общем охвате цифровизацией. Расхождение между стоимостной и технологической сторонами процесса измерено сопоставлением темпа роста затрат с изменением доли пользователей технологий искусственного интеллекта, взятым в процентных пунктах и в относительном выражении. Все стоимостные показатели приведены в фактически действовавших ценах, что оговорено при интерпретации.

Экспериментальная база и ход исследования. Источником сведений о цифровизации отрасли служат таблицы 7.1–7.3 сборника «Сельское хозяйство в России. 2025», сформированные по итогам федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ и охватывающие организации вида деятельности «растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» без субъектов малого предпринимательства [15]. Общероссийский фон задан итогами того же наблюдения за 2021–2025 годы, а также сборником «Индикаторы цифровой экономики: 2026» [16]. Производственный контекст восстановлен по таблицам сборника об индексах производства, инвестициях и продуктивности скота.

Ход исследования включал четыре шага. Сначала семнадцать позиций таблицы 7.1 сборника распределены по трём слоям, и для каждого слоя рассчитаны средняя доля применяющих организаций и её изменение за 2021–2024 годы. Затем таблицы 7.2 и 7.3 приведены к единой структуре по направлениям и источникам финансирования, и по каждой позиции вычислены темпы роста и доли, что позволило соотнести рост затрат с движением доли пользователей технологий искусственного интеллекта. На третьем шаге отраслевые показатели сведены с общероссийскими по итогам той же формы за 2021–2025 годы и по сборнику «Индикаторы цифровой экономики: 2026», причём сравнение выполнено на двух основах, по доле от организаций с цифровыми технологиями и по доле от общего числа обследованных организаций [16]. Замыкал ход исследования производственный контекст, для которого привлечены индексы производства, инвестиции в основной капитал, продуктивность скота и сведения о численности работников отрасли.

Результаты и обсуждение. Распространение цифровых технологий среди сельскохозяйственных организаций за четыре года изменилось разнонаправленно, и это видно из таблицы 1.

Общий охват организаций цифровыми технологиями почти не изменился, 72,6% в 2021 году и 73,0% в 2024 году, однако внутри него произошла перестройка. Инфраструктурный слой расширился за счёт геоинформационных систем, прибавивших 8,1 процентного пункта, цифровых платформ с приростом в 9,6 пункта и веб-сайтов, тогда как электронный обмен данными с внешними системами сократился на 8,5 пункта. Слой данных и аналитики снизился по всем позициям. Технологии больших данных потеряли 15,7 пункта и охватывают лишь 7,2% организаций, интернет вещей опустился до 11,3%, «облачные» сервисы до 15,9%, а доля пользователей технологий искусственного интеллекта после кратковременного подъёма 2022 года до 4,6% сократилась до 1,9%, то есть ниже исходной отметки. Практически без изменений и на крайне низкой отметке остался слой производственной автоматизации, где промышленные роботы и автоматизированные линии применяют 5,6% организаций, «цифровые двойники» 0,9%, аддитивные технологии 1,0 процента. В сводном виде динамику трёх слоёв показывает рисунок 1.

Неоднородны изменения и внутри инфраструктурного слоя. Базовые средства, персональные компьютеры, серверы и фиксированный Интернет, остались в пределах 42–71% и не росли, поскольку их охват среди организаций отрасли близок к насыщению при существующей структуре хозяйств. Рост пришёлся на средства взаимодействия с внешней средой, а именно на цифровые платформы, вебсайты и геоинформационные системы, причём подъём последних с 15,9 до 24,3% за один 2024 год совпадает с введением обязательного учёта земель сельскохозяйственного назначения и посевов в федеральных информационных системах. Такой прирост отражает не столько добровольный переход к управлению на основе пространственных данных, сколько выполнение требований отчётности, и этим инфраструктурный слой отличается от аналитического, где применение технологий определяется собственным решением организации. Снижение электронного обмена данными с 51,3 до 42,8% при расширении платформ указывает на замещение прямого обмена между информационными системами взаимодействием через посредников, что также характерно для сервисной модели.

Средний по слою удельный вес применяющих организаций подтверждает разнонаправленность. По девяти технологиям инфраструктурного слоя он вырос с 39,0 до 40,1%, по пяти позициям слоя данных и аналитики снизился с 14,4 до 9,4%, по трём позициям производственной автоматизации с 3,1 до 2,5 процента.

Таблица 1. **Удельный вес сельскохозяйственных организаций, использовавших цифровые технологии, в 2021–2024 годах, %**
Table 1. **The share of agricultural organizations using digital technologies in 2021-2024, %**

Технология	Слой	2021	2022	2023	2024	Изменение, п. п.
Цифровые технологии, всего	—	72,6	69,3	70,2	73,0	+0,4
Персональные компьютеры	инфраструктурный	72,6	69,2	69,1	71,3	−1,3
Серверы	инфраструктурный	43,5	42,9	41,5	42,1	−1,4
Фиксированный Интернет	инфраструктурный	68,7	66,4	66,7	68,0	−0,7
Мобильный Интернет	инфраструктурный	43,0	42,3	42,2	39,9	−3,1
Веб-сайт	инфраструктурный	25,4	25,0	25,9	29,9	+4,5
Электронный обмен данными	инфраструктурный	51,3	48,1	51,1	42,8	−8,5
Аккаунт в социальной сети	инфраструктурный	20,3	20,2	17,8	22,5	+2,2
Геоинформационные системы	инфраструктурный	16,2	15,6	15,9	24,3	+8,1
Цифровые платформы	инфраструктурный	10,1	9,3	12,0	19,7	+9,6
«Облачные» сервисы	данные и аналитика	20,0	23,9	22,1	15,9	−4,1
Технологии больших данных	данные и аналитика	22,9	24,6	11,7	7,2	−15,7
Интернет вещей	данные и аналитика	15,2	12,6	13,2	11,3	−3,9
Радиочастотная идентификация	данные и аналитика	10,8	10,4	11,2	10,6	−0,2
Технологии искусственного интеллекта	данные и аналитика	3,1	4,6	2,2	1,9	−1,2
Промышленные роботы, автоматизированные линии	производственная автоматизация	6,3	5,7	5,9	5,6	−0,7
«Цифровой двойник»	производственная автоматизация	1,5	1,0	1,3	0,9	−0,6
Аддитивные технологии	производственная автоматизация	1,5	0,8	1,5	1,0	−0,5

Источник: составлено авторами по данным сборника «Сельское хозяйство в России. 2025», табл. 7.1 [15].

Пик 2022 года по большим данным и искусственному интеллекту требует осторожной трактовки. В экономике в целом доля пользователей искусственного интеллекта среди организаций с цифровыми технологиями в том же году также поднималась до 8,3% и в 2023 году опустилась до 6,2%, что связано с изменением структуры вопросов формы № 3-информ, и потому сопоставимым для отрасли следует считать отрезок 2023–2024 годов. На нём доля пользователей технологий искусственного интеллекта снизилась с 2,2 до 1,9%, больших данных с 11,7 до 7,2%, «облачных» сервисов с 22,1 до 15,9%, интернета вещей с 13,2 до 11,3%, то есть сжатие аналитического слоя подтверждается и на сопоставимых данных, хотя его глубина за четыре года завышена методическим разрывом. Сравнение с экономикой за тот же отрезок дополняет картину, поскольку там число организаций с технологиями больших данных выросло на 9%, а доля пользователей искусственного интеллекта среди организаций с цифровыми технологиями снизилась лишь с 6,2 до 5,8%, тогда как в отрасли снижение составило 14% относительного уровня.

Расширение инфраструктуры при сжатии аналитического слоя означает, что отрасль наращивает каналы обмена информацией с внешней средой, а не способность извлекать из данных производственные решения. Геоинформационные системы и цифровые платформы связаны с требованиями внешних контрагентов, включая государственные информационные системы учёта земель и продукции, тогда как большие данные, интернет вещей и искусственный интеллект требуют собственных датчиков, хранилищ и компетенций, которых у большинства организаций нет. Именно здесь коренится расхождение между стоимостной и технологической сторонами цифровизации, поскольку растущие расходы направляются в слой, не затрагивающий производственный процесс. Структура затрат на цифровые технологии за те же годы представлена в таблице 2.

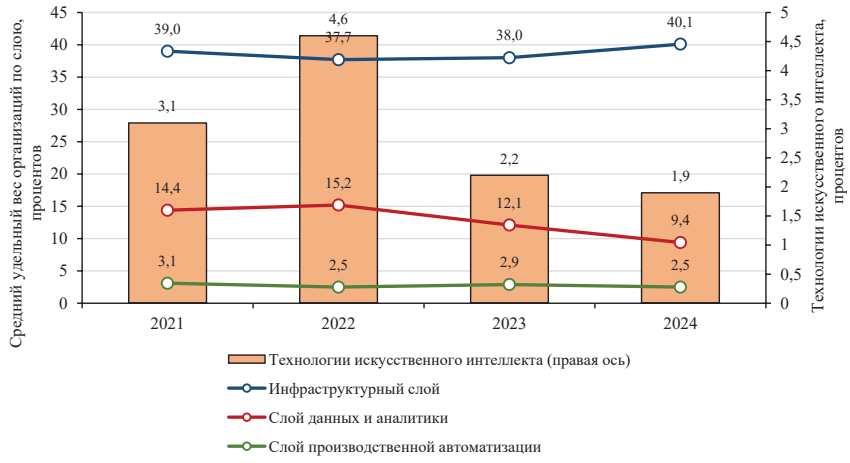


Рисунок 1. **Динамика удельного веса сельскохозяйственных организаций, применявших технологии трёх слоёв цифровизации, в 2021–2024 годах, %**
Figure 1. **Dynamics of the share of agricultural organizations that used technologies of three layers of digitalization in 2021–2024, %**

Источник: составлено авторами по данным сборника «Сельское хозяйство в России. 2025» [15].

Масштаб затрат отрасли на цифровые технологии полезно соотнести с её размерами. В 2024 году продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий составила 9361,1 млрд руб. [15], и затраты в 9,4 млрд руб. равны одной десятой процента этой величины, тогда как в расчёте на одну организацию, использовавшую цифровые технологии, они измеряются единицами миллионов рублей, чего достаточно для оплаты связи, оргтехники и учётных программ, но недостаточно для построения систем сбора и анализа производственных данных.

Рост затрат на 37% в фактических ценах обеспечен внешними вложениями, увеличившимися в 2,7 раза, тогда как внутренние прибавили лишь 14% и в 2022 году падали. Внутри внешних затрат расходы на разработку, аренду и доработку стороннего программного обеспечения выросли в четыре раза, причём заказная разработка увеличилась с 21,2 до 729,7 млн руб., а аренда с 42,9 до 345,2 млн руб. Отрасль перешла от владения программными продуктами к их сервисному потреблению. Одновременно вложения в «сквозные» цифровые технологии, к которым Росстат относит искусственный интеллект, робототехнику, интернет вещей и большие данные, сократились с 72,6 до 9,4 млн руб. и составили в 2024 году одну десятую процента всех затрат. Расходы на обучение сотрудников остались на уровне 11–13 млн руб., то есть менее 0,2% общей суммы, что не согласуется с задачей освоения технологий, требующих новых компетенций.

Таблица 2. **Затраты сельскохозяйственных организаций на внедрение и использование цифровых технологий в 2021–2024 годах, млн руб.**
Table 2. **Expenditures of agricultural organizations on the implementation and use of digital technologies in 2021–2024, millions of rubles**

Направление затрат	2021	2022	2023	2024	2024 к 2021, раз
Затраты, всего	6 841,8	6 409,7	7 395,1	9 395,9	1,37
Внутренние затраты	5 818,1	4 799,4	5 046,9	6 631,4	1,14
в том числе на машины и оборудование	2 034,3	1 682,6	1 703,4	2 711,5	1,33
из них на производственные машины и оборудование	119,2	110,5	116,9	262,5	2,20
на приобретение и адаптацию программного обеспечения	648,7	445,3	593,0	860,5	1,33
из них на российское программное обеспечение	364,9	249,6	305,2	398,9	1,09
на обучение сотрудников	12,8	25,4	13,6	11,5	0,90
на оплату услуг электросвязи	2 183,2	1 428,3	1 930,6	1 710,0	0,78
Внешние затраты	1 023,6	1 610,3	2 348,2	2 764,5	2,70
в том числе на разработку, аренду и доработку программного обеспечения	508,0	973,9	1 417,7	2 048,8	4,03
из них на разработку программного обеспечения	21,2	262,8	491,9	729,7	34,40
на аренду программного обеспечения	42,9	290,0	369,5	345,2	8,05
Затраты на «сквозные» цифровые технологии	72,6	9,0	21,3	9,4	0,13
Затраты на информационную безопасность	177,7	232,0	274,0	273,5	1,54
Средства бюджетов всех уровней во внутренних затратах	1 029,4	333,3	142,9	98,8	0,10
из них федерального бюджета	1 008,8	295,6	111,9	64,4	0,06

Источник: составлено авторами по данным сборника «Сельское хозяйство в России. 2025», табл. 7.2 и 7.3 [15].

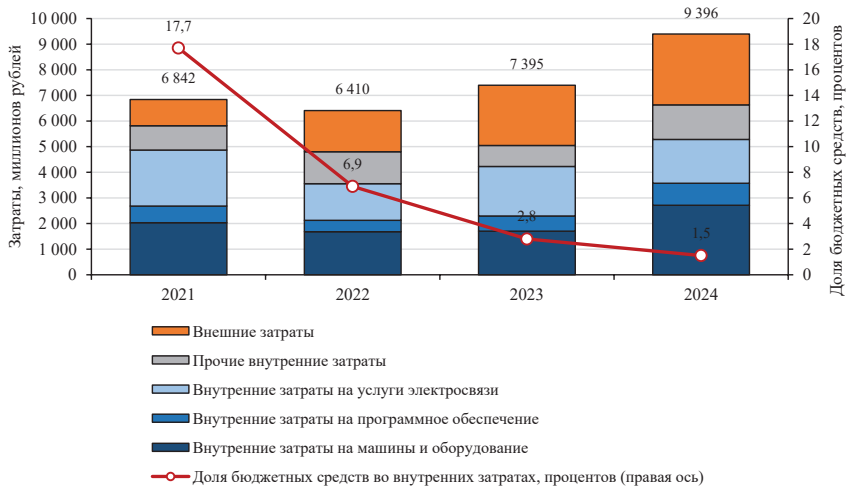


Рисунок 2. **Структура затрат сельскохозяйственных организаций на цифровые технологии по направлениям и доля бюджетных средств во внутренних затратах в 2021–2024 годах**
Figure 2. **The structure of expenditures by agricultural organizations on digital technologies by area and the share of budget funds in total expenditures in 2021–2024**.

Источник: составлено авторами по данным сборника «Сельское хозяйство в России. 2025» [15].

Источники финансирования изменились ещё резче. Во внутренних затратах средства бюджетов всех уровней сократились с 1029,4 до 98,8 млн руб., а федерального бюджета с 1008,8 до 64,4 млн руб., отчего доля собственных средств поднялась с 81,7 до 97,5 процента. По времени сжатие бюджетной поддержки совпадает с завершением активной фазы ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» и с падением доли пользователей больших данных и искусственного интеллекта, что позволяет рассматривать бюджетное финансирование 2021 года как источник кратковременного подъёма аналитического слоя, не закрепившегося после его прекращения. Структуру источников и направлений затрат показывает рисунок 2.

Отраслевые уровни приобретают смысл при вынесении их на общероссийский фон. Доли организаций-пользователей четырёх технологий слоя данных и аналитики в сельском хозяйстве и в экономике в целом сведены в таблице 3.

По технологиям искусственного интеллекта отставание сельского хозяйства от экономики в целом увеличилось с 1,6 до 2,2 раза, поскольку в экономике доля пользователей среди организаций с цифровыми технологиями снизилась с 6,9 до 5,8%, а в отрасли с 4,3 до 2,6 процента. Уровень выше общероссийского отрасль удерживает по интернету вещей благодаря датчикам в животноводстве и на технике, а по большим данным в 2021 году превосходила экономику почти вчетверо, после чего утратила преимущество и сравнялась с ней. Бюджетная составляющая внутренних затрат в экономике держится на уровне 18%, а в сельском хозяйстве она опустилась до 1,5 процента, и это двенадцатикратное различие объясняет, почему отраслевой аналитический слой остался без опоры. Стоимостная сторона расхождения видна из сопоставления абсолютных сумм, которые приведены в таблице 4.

Затраты отрасли на цифровые технологии растут медленнее общероссийских, 37 против 49% за четыре года, и составляют менее двух десятых процента общей суммы по стране. Цифровая ёмкость аграрных вложений остаётся низкой, поскольку отношение цифровых затрат к инвестициям в основной капитал отрасли равно 1,3% в 2021 году и 1,5% в 2024 году, тогда как по экономике в целом оно достигает 13,3%, ведь 5,24 трлн руб. цифровых расходов соотносятся с 39,5 трлн руб. инвестиций. Различие на порядок означает, что обновление производственного аппарата сельского хозяйства идёт преимущественно в форме техники, зданий и поголовья, а не в форме систем сбора и обработки данных.

Внутри самих затрат доля «сквозных» технологий разводит отрасль и экономику ещё заметнее. По стране цифровые расходы достигли в 2025 году 5,86 трлн руб., из них на «сквозные» технологии пришлось 19,2 млрд руб., или 0,33 процента, а в сельском хозяйстве соответствующая доля втрое ниже, 0,10%. Этот показатель точнее любого другого характеризует отставание отрасли по глубине цифровизации при сравнительно небольшом отставании по её широте. Сборник «Индикаторы цифровой экономики: 2026» даёт сравнение на единой основе доли от общего числа обследованных организаций за 2024 год, и по нему отрасль уступает экономике по технологиям искусственного интеллекта в 2,5 раза (1,9% против 4,8%), по цифровым платформам и «облачным» сервисам незначительно (19,8% против 21,8% и 16,4% против 19,5%), а по интернету вещей опережает (10,3% против 8,7%) [16].

Функциональный профиль немногочисленных пользователей уточняет характер применения технологии. По данным того же сборника, среди организаций-пользователей отрасли преобладает обработка визуальных данных, которую применяют 40,8%, за ней следуют обработка и генерация текста с 31,7%, повышение эффективности деятельности с 25,4%, распознавание речи и интеллектуальная поддержка принятия решений по 24,6%. Иначе говоря, искусственный интеллект привлекается преимущественно ради распознавания состояния посевов, животных и техники, а не ради управленческих задач.

Таблица 3. **Удельный вес пользователей отдельных технологий слоя данных и аналитики в сельском хозяйстве и экономике Российской Федерации, % от организаций с цифровыми технологиями**
Table 3. **The share of users of individual data layer and analytics technologies in agriculture and the economy of the Russian Federation, % of organizations using digital technologies**

Технология	Сельское хозяйство, 2021	Сельское хозяйство, 2024	Экономика в целом, 2021	Экономика в целом, 2024	Отношение экономики к отрасли в 2024 году, раз
Технологии искусственного интеллекта	4,3	2,6	6,9	5,8	2,2
Технологии больших данных	31,5	9,9	8,3	10,4	1,1
Интернет вещей	20,9	15,5	10,8	10,6	0,7
«Облачные» сервисы	27,5	21,8	33,1	25,3	1,2

Источник: рассчитано авторами по данным сборника «Сельское хозяйство в России. 2025» [15] и итогам федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ по Российской Федерации. Для «облачных» сервисов по экономике в целом приведено значение 2025 года ввиду отсутствия данных за 2024 год.

Производственный контекст не даёт оснований связывать сжатие аналитического слоя с упадком отрасли. Индекс производства продукции сельского хозяйства в организациях за 2022–2024 годы составил 112,9% к 2021 году, надой молока на одну корову вырос с 7007 до 8290 кг, вклад организованного сектора в производство молока увеличился с 56,2 до 60,9%, а инвестиции в основной капитал отрасли поднялись с 520,9 до 626,6 млрд руб. [15]. Прирост продуктивности обеспечивался вложениями в генетику, оборудование и корма, а не в технологии работы с данными, и цифровизация шла параллельно этому приросту, не образуя его источника.

Полученная картина соответствует представлению о технологиях общего назначения, отдача от которых требует взаимодополняющих вложений в организацию, компетенции и данные [17, 18]. Выявленная последовательность освоения согласуется с представлением о диффузии нововведений, при которой первыми распространяются решения с низкими требованиями к перестройке организации, а решения, требующие новых компетенций и данных, осваиваются лишь после накопления опыта. Инфраструктурный слой сельского хозяйства прошёл стадию раннего большинства ещё в 2010-е годы, тогда как аналитический слой находится на стадии новаторов и ранних последователей, и его сжатие означает, что часть ранних последователей отказалась от технологии после первых опытов. Прекращение бюджетной поддержки ускорило этот отказ, поскольку для стадии ранних последователей характерна высокая чувствительность к издержкам освоения.

Задачный подход объясняет, почему инфраструктурные технологии распространяются быстрее аналитических. Они автоматизируют информационные задачи взаимодействия с внешней средой, тогда как искусственный интеллект вторгается в производственные задачи, где требуется перестройка технологического процесса [19]. Сдержанная оценка скорости эффекта искусственного интеллекта на макроуровне [20] находит в аграрных данных прямое подтверждение. Региональные работы свидетельствуют, что распространение искусственного интеллекта следует за накопленной цифровой базой территорий [13, 21, 22], и сельские территории с их узкой базой оказываются в невыгодном положении по определению.

Особенность российского случая состоит в замещении собственных программных разработок сервисным потреблением. Рост расходов

Таблица 4. **Затраты на цифровые технологии и инвестиции в основной капитал в 2021 и 2024 годах, млрд руб.**
Table 4. **Costs of digital technologies and investments in fixed capital in 2021 and 2024, billion rubles**

Показатель	2021	2024	2024 к 2021, раз
Затраты на цифровые технологии, сельское хозяйство	6,84	9,40	1,37
Затраты на цифровые технологии, экономика в целом	3 515,80	5 244,10	1,49
Инвестиции в основной капитал, сельское хозяйство	520,90	626,60	1,20

Источник: рассчитано авторами по данным сборника «Сельское хозяйство в России. 2025» [15] и итогам федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ по Российской Федерации.

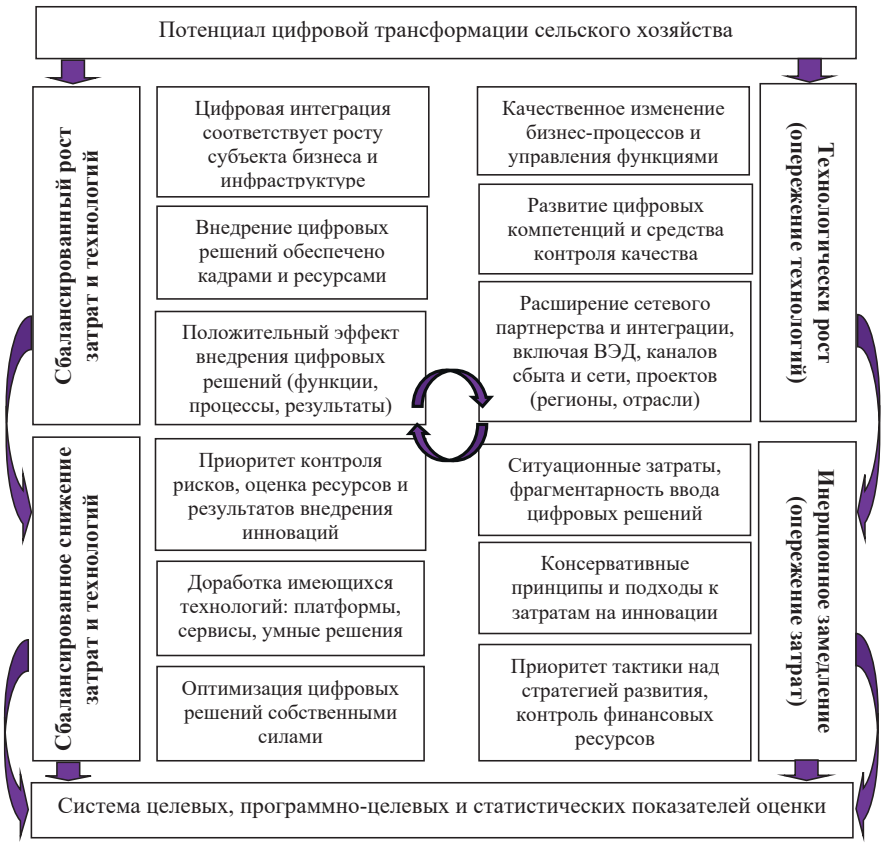


Рисунок 3**. Возможные сценарии цифровой трансформации сельского хозяйства на основе баланса «затраты — технологии ИИ»**
Figure 3. **Possible scenarios for the digital transformation of agriculture based on the «costs — AI technologies» balance**

Источник: составлено авторами

на заказную разработку и аренду программного обеспечения при снижении доли российских продуктов в покупках с 56,3 до 46,4% и одновременном увеличении затрат на аренду российского программного обеспечения с 15,0 до 139,8 млн руб. говорит о том, что отрасль встраивается в готовые отраслевые платформы и учётные системы, а не строит собственную аналитику. Такой путь даёт быстрый прирост охвата платформами и геоинформационными системами, что и наблюдается, но оставляет производственные данные вне контура организации. Проведённое ранее обследование информационных технологий в отрасли уже

фиксировало преобладание учётных задач над производственными [23], и новые данные показывают, что за три года перевес не сократился.

Дефицит рабочей силы придаёт слою производственной автоматизации особое значение. Пока численность работников отрасли сокращается, замещение труда роботизированными линиями и системами машинного зрения затрагивает 5,6% организаций, то есть автоматизация не компенсирует убыль кадров, и прирост продуктивности достигается интенсификацией традиционных факторов. Обзор российского рынка искусственного интеллекта показывает, что отраслевые решения для сельского хозяйства сосредоточены у нескольких крупных агрохолдингов и разработчиков, а основная масса организаций получает доступ к технологии через отраслевые платформы и сервисы [24], что согласуется с выявленным ростом расходов на аренду программного обеспечения.

Что касается ограничений работы, наблюдение охватывает организации без субъектов малого предпринимательства, а крестьянские хозяйства и хозяйства населения, производящие значительную часть картофеля, овощей и молока, остаются вне поля зрения. Стоимостные показатели даны в фактических ценах, поэтому рост затрат на 37% за 2021–2024 годы в реальном выражении близок к нулю, отчего расхождение между стоимостной и технологической сторонами цифровизации выглядит ещё резче. Кроме того, форма № 3-информ фиксирует факт применения технологии, но не глубину её встраивания в производственный процесс, и организация, использующая искусственный интеллект в одной учётной операции, учитывается наравне с организацией, управляющей стадом на основе моделей машинного обучения.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о наличии нескольких возможных сценариев цифровой трансформации сельского хозяйства на основе баланса двух ключевых параметров «затраты» (рис. 3).

Приведенные возможные сценарии цифровой трансформации сельского хозяйства не охватывают всего множества результатов развития и сосредоточены на четырех соотношениях затрат и инноваций на основе ИИ.

Сбалансированный рост затрат и технологий является результатом научно обоснованных управленческих альтернатив, когда развитие бизнеса закономерно сопровождается решениями на основе ИИ с прогнозируемыми финансово-экономическими результатами и ресурсным обеспечением цифровой трансформации. Описанный сценарий соответствует стабильно работающим крупным предприятиям и организациям в сфере сельского хозяйства, которые наращивают прибыль и обороты.

Технологический рост характерен для крупных агрохолдингов и интегрированных субъектов крупной производственно-сбытовой сети, имеющей штат ИТ-специалистов, которые могут разрабатывать и адаптировать ПО для оптимизации бизнес-процессов, системы управления и отдельных участков производства.

Сбалансированное снижение может быть объективно обоснованным этапом завершения цифровой трансформации, когда значительные расходы уже не требуются, хозяйственный субъект ввел в производство необходимые мощности, расширил штат и инфраструктуру. В этом случае реализация подобного сценария является экономически оправданной и рациональной, свидетельствует о взвешенном подходе руководства к использованию ИИ, балансе целей контроля и развития.

Инерционное замедление является негативным сценарием для субъекта, отрасли и экономики региона в целом. Превышение затрат над внедряемыми технологиями может свидетельствовать в первую очередь о нестабильном организационном финансово-экономическом положении, когда финансирование осуществляется по ситуационному принципу вследствие нехватки денежных средств. Неэффективные затраты на решение, внедрение которых показало отрицательный результат являются следствием некомпетентности сотрудников, умышленных действий, нецелевого использования средств и др.

Объективность и точность оценки состояния цифровизации, ее успешности в субъектном разрезе, а также глубины технологической трансформации предполагает широкое применение системы показателей, их внедрение на уровне статистического обследования.

Область применения результатов. Результаты применимы при разработке отраслевых и региональных программ цифровой трансформации агропромышленного комплекса, при формировании критериев государственной поддержки внедрения «сквозных» цифровых технологий, при совершенствовании федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ в части показателей глубины использования искусственного интеллекта, а также в учебных курсах для специалистов аграрного профиля, где выявленный дефицит расходов на обучение указывает на востребованность целевой подготовки.

Практическую ценность имеют три вывода. Органам управления агропромышленным комплексом целесообразно различать в программах цифровизации инфраструктурные и аналитические технологии и устанавливать целевые показатели по второй группе отдельно, поскольку общий охват цифровыми технологиями уже близок к насыщению и не отражает продвижения к управлению производством на основе данных. Органам государственной статистики стоит дополнить форму № 3-информ признаком встраивания технологий искусственного интеллекта в производственные процессы, что позволит отделить учётное применение от производственного. Образовательным организациям аграрного профиля результаты дают ориентир для программ подготовки, поскольку затраты организаций отрасли на обучение сотрудников цифровым технологиям не превышают 0,2% всех цифровых расходов и не могут служить источником компетенций для аналитического слоя.

Выводы. Расхождение между ростом затрат сельского хозяйства России на цифровые технологии и снижением доли пользователей технологий искусственного интеллекта получило в проведённом анализе содержательное объяснение. Цифровизация отрасли в 2021–2024 годах приобрела сервисно-инфраструктурный характер. Расширился охват геоинформационными системами, цифровыми платформами и вебсайтами, расходы на программное обеспечение переведены в форму аренды и заказной разработки, общая сумма затрат увеличилась на 37%, однако слой данных и аналитики, к которому относятся технологии искусственного интеллекта, большие данные и интернет вещей, сократился по всем позициям, а слой производственной автоматизации не вышел за пределы 5–6% организаций. До 1,9% снизилась доля пользователей технологий искусственного интеллекта, и отставание от экономики в целом по этому показателю выросло до 2,2 раза.

Растущие суммы обслуживают каналы обмена информацией с внешней средой, а не производственный процесс, отчего увеличение расходов не сопровождается расширением круга пользователей технологий искусственного интеллекта. По времени сжатие аналитического слоя совпало с прекращением бюджетного финансирования, которое сократилось с 1029,4 до 98,8 млн руб., и с падением вложений в «сквозные» технологии до одной десятой процента всех расходов. Международный опыт подтверждает, что распространение аналитических технологий в сельском хозяйстве требует длительной поддержки. По оценкам, приведённым в обзоре освоения точного земледелия, навигационные системы и автопилоты, не требующие изменения агротехнологии, за два десятилетия охватили большинство крупных хозяйств, тогда как дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений, требующее анализа данных, остаётся уделом меньшинства [7]. Российские данные повторяют эту закономерность в сжатом виде.

Отсюда следуют два направления корректировки государственной политики. Целесообразным выглядит восстановление целевого финансирования именно «сквозных» технологий и связанного с ними обучения, поскольку самостоятельно организации отрасли финансируют инфраструктуру, а не аналитику. Не менее важно дополнить федеральное статистическое наблюдение показателями глубины применения технологий искусственного интеллекта в производственных процессах, без которых оценка цифровизации отрасли по общему охвату систематически завышает её продвижение и скрывает описанное расхождение.

Список источников

1. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р. http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209140002.

2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: Росинформагротех, 2019. 48 с.

3. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming: A review // Agricultural Systems. 2017. Vol. 153. P. 69-80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.

4. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda // NJAS — Wageningen Journal of Life Sciences. 2019. Vol. 90–91. Art. 100315. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315.

5. Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. Machine Learning in Agriculture: A Review // Sensors. 2018. Vol. 18, no. 8. Art. 2674. DOI: 10.3390/s18082674.

6. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F.X. Deep learning in agriculture: A survey // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 147. P. 70-90. DOI: 10.1016/j.compag.2018.02.016.

7. Lowenberg-DeBoer J., Erickson B. Setting the Record Straight on Precision Agriculture Adoption // Agronomy Journal. 2019. Vol. 111, No. 4. P. 1552–1569. DOI: 10.2134/agronj2018.12.0779.

8. Trendov N.M., Varas S., Zeng M. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas: Status Report. Rome: FAO, 2019. 152 p.

9. Salemink K., Strijker D., Bosworth G. Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas // Journal of Rural Studies. 2017. Vol. 54. P. 360-371. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2015.09.001.

10. Cowie P., Townsend L., Salemink K. Smart rural futures: Will rural areas be left behind in the 4th industrial revolution? // Journal of Rural Studies. 2020. Vol. 79. P. 169-176. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.042.

11. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта, 2024. Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации. М., 2024. 85 с.

12. Земцов С.П. Потенциал создания и внедрения технологий искусственного интеллекта в регионах России // Региональные исследования. 2024. № 1 (83). С. 34-47.

13. Земцов С.П. Цифровое неравенство и региональное развитие России в условиях распространения технологий искусственного интеллекта // Журнал Новой экономической ассоциации. 2025. № 2 (67). С. 225-233. DOI: 10.31737/22212264_2025_2_225-233.

14. Потапова А.А. Нехватка работников в сельском хозяйстве России: есть ли потенциал для восполнения? // ЭКО. 2024. Т. 54, № 2. С. 146–168. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2024-2-146-168.

15. Сельское хозяйство в России. 2025: статистический сборник. Росстат. М., 2025. 80 с. http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226.

16. Индикаторы цифровой экономики 2026: статистический сборник. В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, М.Я. Бочаров, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2026. 304 с.

17. Bresnahan T.F., Trajtenberg M. General purpose technologies «Engines of growth»? // Journal of Econometrics. 1995. Vol. 65, No. 1. P. 83-108. DOI: 10.1016/0304-4076(94)01598-T.

18. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies // American Economic Journal: Macroeconomics. 2021. Vol. 13, No. 1. P. 333-372. DOI: 10.1257/mac.20180386.

19. Acemoglu D., Restrepo P. Artificial Intelligence, Automation and Work: NBER Working Paper No. 24196. Cambridge, MA: NBER, 2018. DOI: 10.3386/w24196.

20. Капелюшников Р.И. Искусственный интеллект и проблема сингулярности в экономике // Вопросы экономики. 2025. № 5. С. 5-45. DOI: 10.32609/0042-8736-2025-5-5-45.

21. Варламова Ю.А., Корнейченко Е.Н. Искусственный интеллект в российских регионах // Russian Federation Journal of Economics and Law. 2024. Т. 18, № 3. С. 641-662. DOI: 10.21202/2782-2923.2024.3.641-662.

22. Распространение искусственного интеллекта в регионах: информационно-аналитический материал. Серия «Искусственный интеллект», № 20 / ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. М., 2025. . http://issek.hse.ru/news/1094832000.html.

23. Шарапова Н.В., Шарапова В.М., Шарапов Ю.В. Применение информационных технологий в сельском хозяйстве // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64, № 5 (383). С. 32-35.

24. Искусственный интеллект в России: тренды и перспективы / «Яков и Партнёры», «Яндекс». М., 2025. http://yakovpartners.ru/publications/ai-2025.

References

1. On approval of the Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period up to 2030: Order of the Government of the Russian Federation of 8 September 2022 No. 2567-r. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209140002 (accessed 24.08.2026).

2. Departmental project «Digital Agriculture»: official edition. Moscow: *Rosinformagrotekh*, 2019. 48 p.

3. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming: A review. Agricultural Systems. 2017; 153: 69-80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.

4. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. NJAS — Wageningen Journal of Life Sciences. 2019; 90-91: 100315. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315.

5. Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. Machine Learning in Agriculture: A Review. Sensors. 2018; 18(8): 2674. DOI: 10.3390/s18082674.

6. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F.X. Deep learning in agriculture: A survey. Computers and Electronics in Agriculture. 2018; 147: 70-90. DOI: 10.1016/j.compag.2018.02.016.

7. Lowenberg-DeBoer J., Erickson B. Setting the Record Straight on Precision Agriculture Adoption. Agronomy Journal. 2019; 111(4): 1552-1569. DOI: 10.2134/agronj2018.12.0779.

8. Trendov N.M., Varas S., Zeng M. (2019). Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas: Status Report. Rome: FAO, 152 p.

9. Salemink K., Strijker D., Bosworth G. Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas. Journal of Rural Studies. 2017; 54: 360-371. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2015.09.001.

10. Cowie P., Townsend L., Salemink K. (2020). Smart rural futures: Will rural areas be left behind in the 4th industrial revolution? Journal of Rural Studies, 79: 169-176. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.042.

11. Readiness index of priority sectors of the Russian Federation economy for the implementation of artificial intelligence, 2024. Moscow: National Centre for Artificial Intelligence Development under the Government of the Russian Federation, 2024. 85 p.

12. Zemtsov S.P. (2024). Potential for creating and implementing artificial intelligence technologies in Russian Federation regions. *Regional'nye Issledov*aniya, (1), 34-47.

13. Zemtsov S.P. (2025). Digital inequality and regional development of Russian Federation under the diffusion of artificial intelligence technologies. *Zhurnal Novoi Ekonomicheskoi Assotsiatsii*, (2), 225-233. DOI: 10.31737/22212264_2025_2_225-233.

14. Potapova A.A. (2024). Labour shortage in Russian Federation agriculture: is there potential for replenishment? EKO, 54(2), 146-168. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2024-2-146-168.

15. Agriculture in Russian Federation. 2025: statistical yearbook. Moscow: Rosstat, 2025. 80 p. URL: http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226 (accessed 24.08.2026).

16. Abashkin V.L., Abdrakhmanova G.I., Bocharov M.Ya., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. et al. Indicators of the Digital Economy: 2026: statistical yearbook, Moscow, HSE ISSEK, 2026. 304 p.

17. Bresnahan T.F., Trajtenberg M. (1995). General purpose technologies «Engines of growth»? Journal of Econometrics, 65(1), 83-108. DOI: 10.1016/0304-4076(94)01598-T.

18. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. (2021). The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. American Economic Journal: Macroeconomics, 13(1), 333-372. DOI: 10.1257/mac.20180386.

19. Acemoglu D., Restrepo P. (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work: NBER Working Paper No. 24196. Cambridge, MA: NBER, 2018. DOI: 10.3386/w24196.

20. Kapeliushnikov R.I. (2025). Artificial intelligence and the problem of singularity in economics. Voprosy Ekonomiki, (5), 5-45. DOI: 10.32609/0042-8736-2025-5-5-45.

21. Varlamova Yu.A., Korneychenko E.N. (2024). Artificial intelligence in Russian Federationn regions. Russian Federation Journal of Economics and Law, 18(3), 641-662. DOI: 10.21202/2782-2923.2024.3.641-662.

22. Diffusion of artificial intelligence in the regions: information and analytical material. Artificial Intelligence Series, no. 20, Moscow, ISSEK HSE, 2025. URL: http://issek.hse.ru/news/1094832000.html (accessed 24.08.2026).

23. Sharapova N.V., Sharapova V.M., Sharapov Yu.V. (2021). Application of information technologies in agriculture. *Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal*, 64(5), 32-35.

24. Artificial intelligence in Russian Federation: trends and prospects. Moscow: Yakov and Partners, Yandex, 2025. URL: https://yakovpartners.ru/publications/ai-2025/ (accessed 24.08.2026).

Информация об авторах:

Оборин Матвей Сергеевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономического анализа и статистики, Пермский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, профессор кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории, Пермский государственный национальный исследовательский университет, профессор кафедры менеджмента, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4281-8615, recreachin@rambler.ru

Новикова Наталья Валерьевна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления, Уральский государственный экономический университет, ORCID: http://orcid.org/0009-0001-7488-8730, AuthorID РИНЦ 397153, novikova@usue.ru

Страхов Иван Андреевич, преподаватель кафедры логистики, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-7277-9910, AuthorID РИНЦ 1077579, 9154007013@mail.ru

Information about the authors:

Matvey S. Oborin, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of economic analysis and professor of the department of world and regional economics, economic theory, Perm State National Research University, professor of the department of management, Perm State Agro-Technological University named after the academician D.N. Pryanishnikov, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4281-8615, recreachin@rambler.ru

Natalya V. Novikova, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of regional, municipal economics and management, Ural State University of Economics, ORCID: http://orcid.org/0009-0001-7488-8730, novikova@usue.ru

Ivan A. Strakhov, lecturer, department of logistics, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: http://orcid.org/0009-0008-7277-9910, 9154007013@mail.ru

✉ **recreachin@rambler.ru**

Научная статья
УДК 338.43:630
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1028

РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННИХ РЫНКОВ ПРОДУКЦИИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ НУЖД АПК

С.О. Медведев
Лесосибирский филиал Сибирского государственного университета
науки и технологии им. академика М.Ф. Решетнёва, Лесосибирск, Россия

Аннотация. Развитие современных отраслей экономики страны невозможно без взаимодействия с множеством других промышленных комплексов. Межотраслевое взаимодействие ведет к сбалансированному развитию и получению множества эффектов различной направленности. В статье представлены результаты исследования особенностей взаимосвязей лесного комплекса и сельского хозяйства. В результате работы разработана функциональная классификация продукции лесного комплекса по направлениям ее использования в агропромышленном комплексе и выполнена оценка ее экономической значимости. Проведена систематизация факторов развития внутреннего рынка. В результате выявлено, что ключевыми ограничениями являются институциональные и технологические барьеры, преодоление которых требует развития межотраслевой кооперации, модернизации производств и совершенствования механизмов государственной поддержки. Важнейшим результатом исследования стала разработка концептуальной модели межотраслевого взаимодействия лесного и агропромышленного комплексов, рассматривающая внутренний рынок продукции лесного комплекса как инструмент достижения целей импортозамещения, повышения эффективности использования природных ресурсов и декарбонизации экономики. Поддержание и развитие комплексных взаимосвязей и взаимного использования результатов деятельности каждой из исследуемых отраслей способствует их системному и сбалансированному развитию в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: сельское хозяйство, классификация, продукция, рынок, межотраслевое взаимодействие

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-18-20024, https://rscf.ru/project/26-18-20024/, за счет целевого финансирования (гранта) Красноярского краевого фонда науки.

Original article

DEVELOPMENT OF DOMESTIC MARKETS FOR FORESTRY PRODUCTS FOR THE NEEDS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

S.O. Medvedev
Lesosibirsk branch of Reshetnev Siberian State University
of Science and Technology, Lesosibirsk, Russia

Abstract. The development of modern sectors of the country's economy is impossible without interaction with many other industrial complexes. Intersectoral cooperation leads to balanced development and the receipt of many effects of various directions. The article presents the results of a study of the interrelationships of the forest complex and agriculture. As a result of the work, a functional classification of forest products has been developed in terms of their use in the agro-industrial complex and an assessment of their economic significance has been carried out. The systematization of the factors of the domestic market development has been carried out. As a result, it has been revealed that the key constraints are institutional and technological barriers, the overcoming of which requires the development of intersectoral cooperation, modernization of production facilities and improvement of state support mechanisms. The most important result of the research was the development of a conceptual model of intersectoral interaction between forestry and agro-industrial complexes, which considers the domestic market of forestry products as a tool for achieving the goals of import substitution, increasing the efficiency of natural resource use and decarbonization of the economy. The maintenance and development of complex interrelations and mutual use of the results of the activities of each of the studied industries contributes to their systematic and balanced development in the long term.

Keywords: agriculture, classification, products, market, inter-industry interaction

Acknowledgments: The research was carried out at the expense of the Russian Science Foundation grant No. 26-18-20024, https://rscf.ru/en/project/26-18-20024/, at the expense of targeted financing (grant) of the Krasnoyarsk Regional Fund of Science.

Введение. Современный этап развития российской экономики характеризуется возрастающей ролью внутренних рынков как основы обеспечения устойчивости производственных систем, повышения технологической независимости и формирования долгосрочных конкурентных преимуществ отраслей. Важнейшим, но не единственным фактором такой ситуации является комплекс внешних (санкционных) ограничений. В этих условиях особое значение приобретает развитие межотраслевого взаимодействия, обеспечивающего эффективное использование природно-ресурсного потенциала, создание новых цепочек добавленной стоимости и расширение внутреннего спроса на продукцию отечественных производителей [1]. Одним из перспективных направлений такого взаимодействия является интеграция лесного и агропромышленного комплексов, обладающих значительным потенциалом взаимодополняющего развития [2, 3].

В отечественной и зарубежной научной литературе вопросы развития лесного комплекса рассматриваются с позиций рационального использования лесных ресурсов, повышения эффективности лесопромышленного производства, развития глубокой переработки древесины, биоэкономики и устойчивого лесопользования [4, 5]. Исследования в области аграрной экономики в значительной степени сосредоточены на технологической модернизации сельского хозяйства, развитии производственной инфраструктуры, обеспечении технологического суверенитета, импортозамещении и внедрении принципов устойчивого развития [6, 7]. Отдельное направление исследований, пусть и достаточно слабо развитое, связано с развитием межотраслевых взаимодействий и биоэкономических систем, основанных на комплексном использовании возобновляемых природных ресурсов, в рамках которых лесной комплекс рассматривается как поставщик строительных материалов, биоэнергетических ресурсов, упаковочной продукции и других видов продукции, востребованных агропромышленным комплексом [8, 9].

Проведенный анализ показывает, что несмотря на значительное количество исследований, вопросы комплексного развития внутреннего рынка продукции лесного комплекса для обеспечения потребностей агропромышленного комплекса остаются недостаточно разработанными. Также можно отметить, что отсутствует единый методический подход к оценке

© Медведев С.О., 2026

экономической значимости различных групп продукции; недостаточно исследованы факторы, определяющие развитие внутреннего рынка, а также механизмы формирования эффективного межотраслевого взаимодействия, учитывающего современные требования импортозамещения, устойчивого развития и декарбонизации экономики. Именно данные три аспекта, по авторскому мнению, выступают одними из актуальных в настоящее время.

В этой связи целью исследования является разработка концептуальных положений развития внутреннего рынка продукции лесного комплекса для обеспечения потребностей агропромышленного комплекса на основе функциональной классификации продукции, оценки ее экономической значимости, систематизации факторов, определяющих развитие внутреннего рынка, и формирования модели межотраслевого взаимодействия, ориентированной на достижение целей импортозамещения, устойчивого развития и декарбонизации экономики.

Материалы и методы. Методологическая основа исследования состоит из положений теории отраслевых рынков, концепции биоэкономики, устойчивого развития и межотраслевого взаимодействия. Информационной базой исследования послужили нормативно-правовые документы, аналитические материалы и научные публикации, посвященные вопросам развития лесного и агропромышленного комплексов, импортозамещения и декарбонизации экономики.

В ходе исследования использовались методы анализа, синтеза, обобщения и классификации научной информации. Для систематизации продукции лесного комплекса применен функциональный подход, основанный на группировке продукции по направлениям ее использования в агропромышленном комплексе (АПК). Систематизация факторов развития внутреннего рынка и разработка концептуальной модели межотраслевого взаимодействия осуществлялись с использованием системного и структурно-функционального подходов.

Результаты. В ходе исследования на первоначальном этапе была проведена работа по классификации продукции лесного комплекса по направлениям использования в АПК. Здесь, по авторскому мнению, более целесообразно отказаться от традиционного подхода (лесоматериалы, пиломатериалы, целлюлоза и т.д.) и использовать функционально-экономический подход, ориентированный на потребности сельского хозяйства. Это позволяет оценивать взаимосвязи двух исследуемых отраслей и формирует более целостную картину. В таблице 1 представлена разработанная классификация.

Необходимо отметить, что в отличие от традиционного отраслевого деления по видам продукции или стадиям переработки древесины, предложенная автором классификация учитывает экономическое назначение продукции в системе сельскохозяйственного производства. Это позволяет наглядно продемонстрировать особенности взаимодействия исследуемых отраслей, детализировать их связи.

Предлагаемая классификация (табл. 1) включает для каждой группы продукции направление использования в АПК, уровень экономического потенциала, возможности импортозамещения и экологический эффект. Детальный анализ указанных критериев может быть использован для систематизации характеристик продукции лесного комплекса. Что также важно благодаря данным сведениям можно оценить перспективность ее применения в контексте развития внутреннего рынка, повышения технологической независимости агропромышленного комплекса и достижения целей устойчивого развития. В конечном итоге, предложенная классификация представляет собой методическую основу для последующей оценки приоритетных направлений развития внутреннего рынка продукции лесного комплекса и формирования механизмов межотраслевого взаимодействия лесного и агропромышленного комплексов.

По авторскому мнению, функциональная классификация продукции должна быть дополнена оценкой ее экономической значимости, позволяющей определить приоритетные направления развития внутреннего рынка и рационального распределения инвестиционных и организационных ресурсов. В ходе исследования разработана матрица экономической значимости продукции лесного комплекса для обеспечения потребностей АПК (табл. 2). Она основана на комплексной оценке вклада отдельных групп продукции в развитие сельскохозяйственного производства. Использование данной разработки позволяет перейти от простой отраслевой классификации продукции к определению приоритетов развития внутреннего рынка с учетом современных экономических и экологических вызовов.

Таблица 1. **Классификация продукции лесного комплекса по направлениям использования в агропромышленном комплексе**
Table 1. **Classification of forest products by areas of use in the agro-industrial complex**

Группа продукции (сфера применения)	Основные виды продукции	Направления использования в АПК	Экономический потенциал	Потенциал импортозамещения	Экологический эффект
Строительная	Пиломатериалы, CLT-панели, LVL-брус, фанера	Фермы, склады, ангары, зернохранилища, теплицы	Высокий	Высокий	Высокий
Логистическая	Поддоны, тара, контейнеры, упаковка	Транспортировка и упаковка продукции	Высокий	Высокий	Средний
Энергетическая	Щепа, пеллеты, брикеты, дрова	Отопление теплиц, сушильных комплексов, ферм	Высокий	Высокий	Очень высокий
Технологическая	Древесные плиты, композиты	Оборудование, перегородки, технологические конструкции	Средний	Средний	Высокий
Биохимическая	Целлюлоза, лигнин, древесные экстракты, мука	Биоматериалы, биоудобрения, сорбенты	Средний	Высокий	Очень высокий
Экологическая	Посадочный материал, лесомелиоративные насаждения	Защитные лесополосы, рекультивация, агролесоводство	Высокий	Не определяется	Очень высокий

Таблица 2. **Матрица экономической значимости продукции лесного комплекса для обеспечения потребностей АПК**
Table 2. **The matrix of economic importance of the products of the forestry complex to meet the needs of the agro-industrial complex**

Уровень экономической значимости	Группа продукции	Основные направления использования	Основной экономический эффект	Приоритет развития
I. Стратегическая продукция	Строительные материалы	Фермы, склады, тепличные комплексы, зернохранилища	Снижение капитальных затрат, импортозамещение	Очень высокий
	Энергетическая продукция	Отопление теплиц, сушильных комплексов	Снижение энергетических затрат	Очень высокий
	Лесомелиоративная продукция	Защитные лесополосы, агролесоводство	Повышение устойчивости сельхозпроизводства	Очень высокий
II. Обеспечивающая продукция	Тара и упаковка	Хранение и транспортировка продукции	Снижение логистических издержек	Высокий
	Технологические материалы	Плиты, композиты, перегородки	повышение технологичности производства	Средний
III. Перспективная инновационная продукция	Биохимическая продукция	Биоудобрения, сорбенты, биополимеры	Формирование новых рынков	Перспективный
	Новые древесные материалы	Композиты, биоразлагаемая упаковка	Высокая добавленная стоимость	Перспективный

Таблица 3. **Система факторов, ограничивающих развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса для обеспечения потребностей АПК**
Table 3. **The system of factors limiting the development of the domestic market of forestry products to meet the needs of the agro-industrial complex**

Группа факторов	Основные проявления	Влияние на развитие внутреннего рынка	Возможные направления преодоления
Институциональные	Недостаточная кооперация лесного комплекса и АПК; несовершенство механизмов государственной поддержки; отсутствие специализированных платформ взаимодействия	Низкая эффективность межотраслевого сотрудничества; слабое развитие долгосрочных цепочек поставок	Развитие отраслевой кооперации; совершенствование нормативно-правовой базы; создание межотраслевых кластеров
Технологические	Недостаточная глубина переработки древесины; высокий износ оборудования; ограниченное внедрение инновационных технологий	Снижение добавленной стоимости продукции; ограниченный выпуск высокотехнологичной продукции	Модернизация предприятий; развитие глубокой переработки; внедрение ресурсосберегающих технологий
Экономические	Высокие транспортные издержки; недостаток инвестиций; ограниченный внутренний спрос; высокая капиталоемкость производства	Снижение конкурентоспособности продукции; замедление модернизации производств; ограничение расширения ассортимента	Государственная поддержка и инвестиции; развитие логистики; стимулирование внутреннего спроса
Экологические	Требования устойчивого лесопользования; углеродное регулирование; экологическая сертификация продукции; климатические риски	Рост издержек при несоответствии экологическим требованиям; ограничение доступа к отдельным рынкам	Развитие климатических проектов; внедрение ESG-практик; сертификация продукции; развитие циркулярной экономики

Результаты, представленные в таблице 2, свидетельствуют о неоднородности экономической значимости различных групп продукции лесного комплекса для АПК. Наибольшим потенциалом обладают направления, обеспечивающие создание или модернизацию производственной инфраструктуры сельского хозяйства, а также повышение его энергетической автономности и экологической устойчивости. Именно эти группы продукции оказывают комплексное воздействие одновременно на снижение капитальных и эксплуатационных затрат, расширение внутреннего спроса и достижение целей импортозамещения.

Вместе с тем проведенная оценка показывает, что отдельные группы продукции не следует рассматривать изолированно. Их экономическая эффективность существенно возрастает при формировании взаимосвязанных цепочек создания стоимости, в рамках которых строительные материалы, энергетическая продукция, упаковка, биохимические продукты и лесомелиоративные решения дополняют друг друга на различных этапах сельскохозяйственного производства. Следовательно, развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса должно быть ориентировано не столько на увеличение объемов выпуска отдельных видов продукции, сколько на формирование интегрированных межотраслевых решений, обеспечивающих максимальный совокупный экономический, экологический и социальный эффект [10].

Важно понимать, что практическая реализация выявленного потенциала определяется не только наличием ресурсной базы и производственных возможностей предприятий лесного комплекса, но и совокупностью факторов, влияющих на внутренние рынки. Даже при наличии высокого спроса со стороны АПК развитие отдельных продуктовых ниш может существенно ограничиваться комплексом барьеров и ограничений. С целью систематизации факторов, определяющих (ограничивающих) развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса, предложена их классификация по четырем взаимосвязанным группам (табл. 3).

Представленная классификация показывает, что развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса ограничивается совокупностью факторов различной природы, среди которых определяющую роль играют институциональные и технологические ограничения. Именно они формируют базовые условия функционирования отрасли, оказывая непосредственное влияние на инвестиционную активность, ассортимент выпускаемой продукции и возможности формирования устойчивых кооперационных связей между предприятиями лесного комплекса и АПК.

Фактор экономических ограничений во многом обусловлен совокупностью сложившихся условий функционирования отрасли. Так, недостаточный уровень развития кооперационных механизмов, ограничения в сфере привлечения капитала и зарубежных технологий оказывают значительное влияние на себестоимость продукции, а также конкурентоспособность компаний. Это ведет к ориентации на выпуск традиционной продукции вместо требовательной во многих аспектах глубокой переработки древесного сырья.

Как показывает авторское исследование, особое значение (в том числе в рамках общемировых тенденций) в последние годы приобретают экологические факторы. Современные требования к рациональному использованию лесных ресурсов, сокращению углеродного следа и внедрению экологических стандартов объективно повышают требования к организации производства. При этом соблюдение комплекса таких мер может позволить производить продукцию с более высокой добавленной стоимостью. Несмотря на объективное сокращение возможностей выхода на новые рынки за счет сертификации, данный аспект по-прежнему остается крайне важен для отечественных предприятий.

Представленные в таблице 3 факторы целесообразно рассматривать не изолированно, а как взаимосвязанные элементы единой системы. Институциональные условия определяют инвестиционный климат и возможности государственной поддержки, что непосредственно отражается на темпах технологической модернизации предприятий. Последние, в свою очередь, определяют ассортимент и качество выпускаемой продукции, а также соответствие потребностям АПК. Очевидно, что изменения в одном из представленных элементов системы ведут к изменениям в остальных. Комплексные изменения, в свою очередь, приводят к синергетическому эффекту в рамках развития исследуемых отраслей.

Для наглядного представления выявленных взаимосвязей разработана иерархическая модель (рис. 1), отражающая последовательность влияния основных групп факторов на развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса. Предлагаемая схема показывает, что достижение целей импортозамещения, повышения устойчивости агропромышленного комплекса и декарбонизации невозможно обеспечить посредством воздействия только на один из факторов.

Представленная на рисунке 1 модель показывает, что развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса определяется не отдельными факторами, а их сочетанием и взаимным влиянием. Проведенный анализ позволяет утверждать, что институциональные условия во многом задают общие параметры функционирования отрасли: именно они определяют доступность мер государственной поддержки, инвестиционную привлекательность проектов и возможности долгосрочного планирования. От этого напрямую зависят масштабы технологического обновления предприятий, развитие глубокой переработки древесины и расширение ассортимента продукции, востребованной агропромышленным комплексом.

Следует отметить, что экологическая составляющая не выступает самостоятельным элементом модели, а интегрируется во все этапы межотраслевого взаимодействия. Повышение требований к рациональному использованию лесных ресурсов и снижению углеродоемкости производства требует внедрения современных технологий и более эффективного использования древесного сырья. Одновременно это создает предпосылки для расширения производства продукции с высокой добавленной стоимостью и повышения ее конкурентоспособности на внутреннем рынке.

Таким образом, результаты исследования показывают, что потенциал внутреннего рынка продукции лесного комплекса не может быть реализован за счет решения отдельных локальных задач. Развитие глубокой переработки древесины, расширение внутреннего спроса и выпуск новых видов продукции требуют согласованных изменений в институциональной, экономической, технологической и экологической сферах. Особое значение при этом приобретает формирование устойчивых кооперационных связей между предприятиями лесного и агропромышленного комплексов, обеспечивающих долгосрочное взаимодействие участников рынка.

Полученные результаты стали основой для разработки концептуальной модели межотраслевого взаимодействия лесного и агропромышленного комплексов (рис. 2). Авторская модель предлагает рассматривать внутренний рынок как систему взаимосвязанных экономических отношений. В этой системе продукция лесного комплекса выступает не только объектом купли-продажи, но и фактором развития сельскохозяйственного производства, обеспечивая создание новых цепочек добавленной стоимости, повышение эффективности использования природных ресурсов и укрепление технологической устойчивости двух исследуемых отраслей.



Рисунок 1. **Иерархическая модель влияния факторов на развитие внутреннего рынка продукции лесного комплекса**
Figure 1. **Hierarchical model of the influence of factors on the development of the domestic market of forest products**

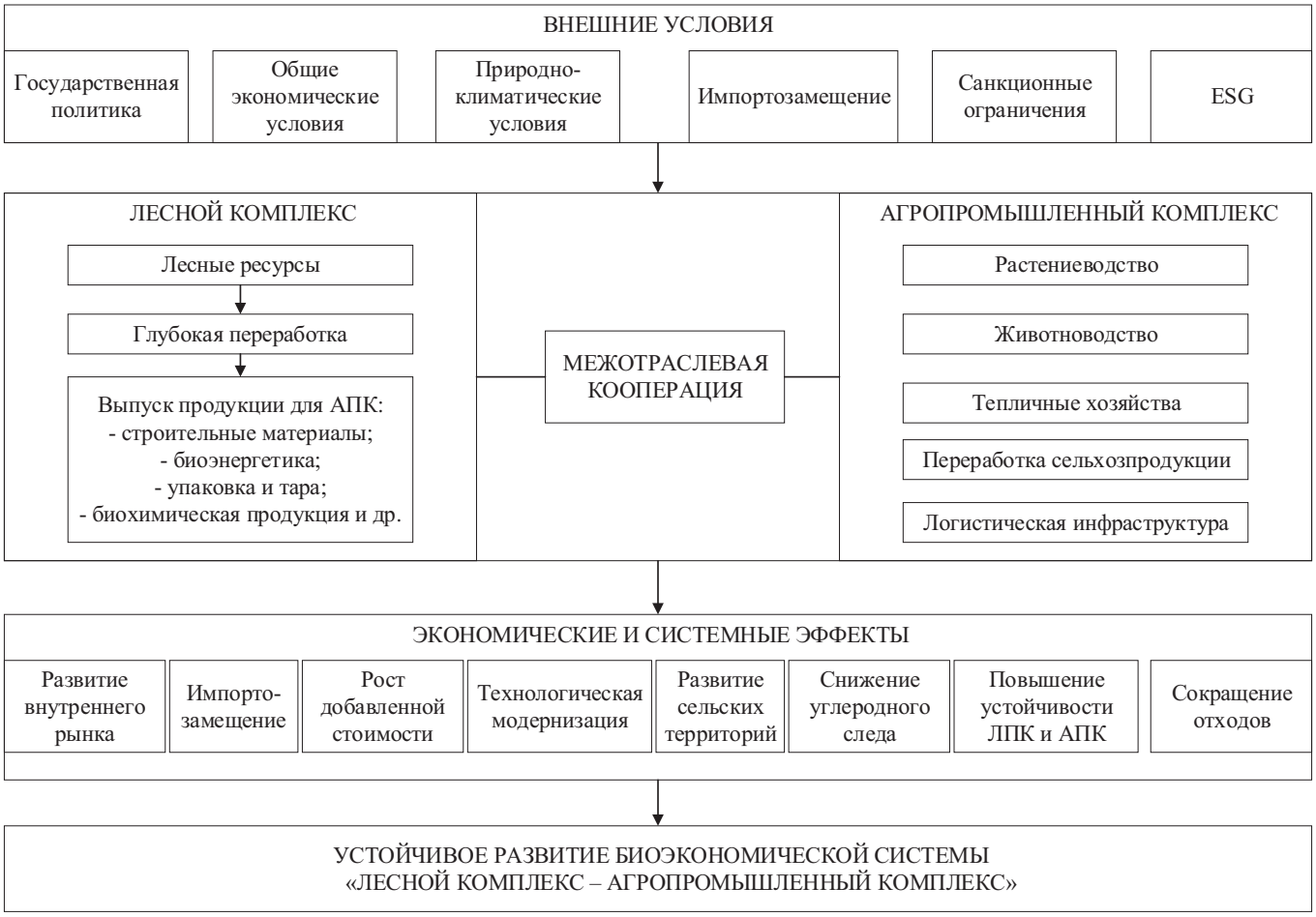


Рисунок 2. **Концептуальная модель межотраслевого взаимодействия лесного и агропромышленного комплексов**
Figure 2. **The conceptual model of intersectoral interaction between forestry and agro-industrial complexes**

Представленная на рисунке 2 модель демонстрирует особенности межотраслевой кооперации лесного и агропромышленного комплексов. Их деятельность во многом опирается (зависит) на систему внешних условий. При этом комплексное взаимодействие ведет к разнообразным экономическим и системным эффектам, актуальным как для данных отраслей, так и государства в целом. Опираясь на наиболее актуальные теоретические и прикладные научные разработки, можно сказать, что такое межотраслевое взаимодействие ведет к устойчивому развитию. При этой сами отрасли можно рассматривать как биоэкономическую систему.

Государственная поддержка инвестиционных проектов (в том числе приоритетных), развитие нормативно-правовой базы, стимулирование глубокой переработки древесины (в целом биологического/растительного сырья) и адаптация предприятий к современным экологическим требованиям формируют институциональную основу развития внутреннего рынка продукции исследуемых отраслей. Важным выводом из данного тезиса, является то, что при отсутствии данных условий даже высокий ресурсный потенциал лесного комплекса не обеспечивает устойчивого расширения его присутствия в агропромышленном секторе. При этом, по авторскому мнению, именно межотраслевые связи, расширение присутствия в различных секторах экономики может и должно выступать одним из важнейших элементов лесного комплекса.

Полученные результаты показывают, что использование продукции лесного комплекса в агропромышленном производстве не ограничивается решением отдельных хозяйственных задач. Так, применение древесных строительных материалов при создании производственной инфраструктуры, использование биотоплива на сельскохозяйственных объектах и расширение выпуска продукции глубокой переработки древесины оказывают влияние сразу по нескольким направлениям. Наряду со снижением зависимости от импортных материалов и технологий создаются предпосылки для более полного использования древесного сырья, вовлечения отходов переработки в хозяйственный оборот и повышения экономической отдачи от использования лесных ресурсов.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что эффективность взаимодействия лесного и агропромышленного комплексов определяется не столько объемами поставок продукции, сколько качеством сложившихся кооперационных связей между участниками рынка. Именно наличие устойчивых производственных и организационных отношений обеспечивает возможность согласования интересов предприятий, расширения внутреннего спроса и реализации мер государственной поддержки. В этих условиях внутренний рынок продукции лесного комплекса выступает не самостоятельной целью развития, а организационной основой, обеспечивающей взаимосвязь ресурсного потенциала лесного комплекса с потребностями сельского хозяйства и стратегическими направлениями государственной экономической политики.

Заключение. В результате проведенного исследования определено, что расширение рынка продукции лесного комплекса является одной из важных составляющих развития АПК. Их межотраслевая кооперация ведет к важным экономическим и системным эффектам. При этом данное взаимодействие затрагивает и другие аспекты их функционирования: технологические, экологические, институциональные и т.д.

Основой работы является функциональная классификация продукции лесного комплекса по направлениям ее использования в АПК. Показанные эффекты наглядно демонстрируют особенности использования различных продуктов, полученных из древесного сырья, в агропромышленном комплексе. Среди наиболее важных можно отметить такие продукты как строительные материалы, биоэнергетическая продукция и лесомелиоративные решения. Однако и другие товары могут и должны быть использованы в отрасли. Существенные перспективы, например, имеют продукты глубокой переработки древесного сырья. В частности, они могут использоваться в качестве удобрений для различных растительных культур.

Разработанная концептуальная модель межотраслевого взаимодействия обобщает результаты проведенного исследования и показывает возможности интеграции лесного и агропромышленного комплексов на основе развития внутреннего рынка первого из них. Практическое применение предложенного подхода может быть связано с подготовкой отраслевых и региональных программ, направленных на развитие глубокой переработки древесины, расширение межотраслевой кооперации и повышение устойчивости агропромышленного комплекса.

Список источников

1. Амирханова П.М. Проблемы санкционных ограничений России. Пути преодоления // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2022. № 2. С. 3-8.
2. Ebrahimi, S. R., Rönnqvist, M., Ouhimmou M., Stuart, P. (2025). A systematic literature review of the logistics planning for sustainable bioenergy based on Forestry, Agricultural, and municipal solid waste value chains. Energy Conversion and Management: X, no. 27. DOI: 10.1016/j.ecmx.2025.101105.
3. Медведев С.О. Повышение конкурентоспособности российских предприятий (на примере лесной промышленности и сельского хозяйства) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 5 (407). С. 577-580.
4. Senko, S., Pykäläinen, J. (2020). Exploring the views of forest industry companies on the long-term forestry development in Russia: A case study in Republic of Karelia. Forest Policy and Economics, no. 120, DOI: 10.1016/j.forpol.2020.102311.
5. Осипова Е.А. Оценка тенденций развития лесного комплекса региона в контексте требований устойчивого развития // Власть и управление на Востоке России. 2016. № 4 (77). С. 149-157.
6. Sun, X. Wang, Z. (2026). Advancing sustainable bioeconomy: Integrative biorefinery pathways for circular valorization of agro-industrial residues. Industrial Crops and Products, no. 243. DOI: 10.1016/j.indcrop.2026.123038.
7. Богачев А.И. Инновационная деятельность в сельском хозяйстве России: современные тенденции и вызовы // Вестник НГИЭИ. 2019. № 5 (96). С. 95-106.
8. Шестаков Р.Б., Козлова Т.А., Полякова А.А., Докальская В.К. Мониторинг межотраслевого взаимодействия в АПК на основе VEC-модели // Вестник аграрной науки. 2025. № 1 (112). С. 90-99.
9. Sell, L.G., Simioni, F.J., Soares, J.F., Bertol, E., Coelho, L.M. (2026). Industrial symbiosis and circular economy: Contributions to the development of forest biomass industrial clusters. Forest Policy and Economics, no. 188. DOI: 10.1016/j.forpol.2026.103813.
10. Романенко М.И. Межотраслевая кластеризация как эффективный инструмент поддержки и развития территорий // Московский экономический журнал. 2024. Т. 9. № 5. С. 419-438.

References

1. Amirkhanova, P.M. (2022). *Problemy sanktsionnykh ogranichenii Rossii. Puti preodoleniya* [Problems of Russia's sanctions restrictions. Ways of overcoming]. *UEHPS: upravlenie, ehkonomika, politika, sotsiologiya* [UES: management, economics, politics, sociology], no. 2, pp. 3-8.
2. Ebrahimi, S. R., Rönnqvist, M., Ouhimmou M., Stuart, P. (2025). A systematic literature review of the logistics planning for sustainable bioenergy based on Forestry, Agricultural, and municipal solid waste value chains. Energy Conversion and Management: X, no. 27. DOI: 10.1016/j.ecmx.2025.101105.
3. Medvedev, S.O. (2025). *Povyshenie konkurentosposobnosti rossiiskikh predpriyatii (na primere lesnoi promyshlennosti i sel'skogo khozyaistva)* [Improving the competitiveness of Russian enterprises (on the example of the forest industry and agriculture)]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], no.5 (407), pp. 577-580.
4. Senko, S., Pykäläinen, J. (2020). Exploring the views of forest industry companies on the long-term forestry development in Russia: A case study in Republic of Karelia. Forest Policy and Economics, no. 120. DOI: 10.1016/j.forpol.2020.102311.
5. Osipova, E.A. (2016). *Otsenka tendentsii razvitiya lesnogo kompleksa regiona v kontekste trebovanii ustoichivogo razvitiya* [Assessment of trends in the development of the forest complex of the region in the context of the requirements of sustainable development]. *Vlast' i upravlenie na Vostoke Rossii* [Power and management in the East of Russia], no. 4 (77), pp.149-157.
6. Sun, X. Wang, Z. (2026). Advancing sustainable bioeconomy: Integrative biorefinery pathways for circular valorization of agro-industrial residues. Industrial Crops and Products, no. 243. DOI: 10.1016/j.indcrop.2026.123038.
7. Bogachev, A.I. (2019). *Innovatsionnaya deyatel'nost' v sel'skom khozyaistve Rossii: sovremennye tendentsii i vyzovy* [Innovative activity in agriculture of Russia: current trends and challenges]. *Vestnik NGIEHI* [Bulletin of the NGIEI], no. 5 (96), pp. 95-106.
8. Shestakov, R.B., Kozlova, T.A., Polyakova, A.A., Dokal'skaya, V.K. (2025). *Monitoring mezhotraslevogo vzaimodeistviya v APK na osnove VEC-modeli* [Monitoring of intersectoral cooperation in agriculture based on the VEC model]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of Agrarian Science], no. 1 (112), pp. 90-99.
9. Sell, L.G., Simioni, F.J., Soares, J.F., Bertol, E., Coelho, L.M. (2026). Industrial symbiosis and circular economy: Contributions to the development of forest biomass industrial clusters. Forest Policy and Economics, no. 188, doi: 10.1016/j.forpol.2026.103813.
10. Romanenko, M.I. (2024). *Mezhotraslevaya klasterizatsiya kak ehffektivnyi instrument podderzhki i razvitiya territorii* [Intersectoral clustering as an effective tool for supporting and developing territories]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], no. 5, pp. 419-438.

Информация об авторе:

Медведев Сергей Олегович, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7459-3150, medvedev_serega@mail.ru

Information about the author:

Sergey O. Medvedev, candidate of economic sciences, senior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-7459-3150, medvedev_serega@mail.ru

✉ **medvedev_serega@mail.ru**

Научная статья
УДК 332.14
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1033

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОСТРАНСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ РАЗВИТИЯ МАЛОГО АГРОБИЗНЕСА

Н.В. Решетникова

Саратовский научный центр Российской академии наук, Саратов, Россия

Аннотация: Всестороннее развитие агропродовольственного комплекса, экономики и социальной сферы сельских территорий предполагает создание аграрных экосистем, включающих развитие инфраструктуры, внедрение цифровых решений и технологий искусственного интеллекта, а также налаживание прямых связей между производителями и потребителями. Значимость достижения национальных целей развития обуславливает важность активного вовлечения всех экономических субъектов агропродовольственного комплекса. Пространственное развитие малого бизнеса должно быть согласовано с многоуровневой экономической системой АПК и нуждается в укреплении институциональной структуры для раскрытия территориального потенциала малых агропредприятий. В исследовании акцентируется внимание на важности совершенствования методологического инструментария пространственного анализа и территориального планирования при размещении предприятий АПК различных масштабов. Подчеркивается недостаточная изученность вопроса о гармоничном сочетании сельскохозяйственных предприятий различных масштабов при их размещении. Проведен анализ актуальной нормативно-правовой базы государственной социально-экономической и технологической политики в отношении пространственного развития агропродовольственного комплекса. Отмечена важность приспособления к биоклиматическому и ресурсному потенциалу сельских территорий. Выявлены предпосылки децентрализации в рамках пространственного развития страны, что создает преимущества для развития малого агробизнеса. Осуществлен ретроспективный анализ теоретических концепций пространственного развития малого агробизнеса. Описан широкий круг исследовательских задач, который способен решить пространственный анализ. Представлен подход к государственной поддержке малого агробизнеса на основе учета дифференциации уровня развития территорий. Обеспечение баланса между сельскохозяйственными производствами разного масштаба является задачей государственной аграрной политики, что может быть достигнуто посредством государственного регулирования, основанного на научно-обоснованных подходах к территориальному размещению предприятий АПК, с целью обеспечения продовольственной безопасности страны и комплексного развития сельских территорий. Предполагается, что одним из результатов пространственного развития малого агробизнеса станет улучшение показателей эффективности функционирования агропродовольственного комплекса благодаря научно обоснованной региональной политике, направленной на развитие малых предприятий агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: государственное регулирование, агропродовольственный комплекс, пространственный анализ, Data Science, крестьянские (фермерские) хозяйства

Original article

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO SPATIAL ANALYSIS OF SMALL AGRIBUSINESS DEVELOPMENT

N.V. Reshetnikova

Federal Research Center, Saratov, Russia

***Abstract*:** Comprehensive development of the agro-food complex, economy and social sphere of rural areas involves the creation of agricultural ecosystems, including infrastructure development, implementation of digital solutions and artificial intelligence technologies, as well as establishment of direct links between producers and consumers. The importance of achieving national development goals determines the importance of active involvement of all economic entities of the agro-food complex. Spatial development of small businesses should be consistent with the multi-level economic system of the agro-industrial complex and requires strengthening the institutional structure to reveal the territorial potential of small agricultural enterprises. The study focuses on the importance of improving the methodological tools for spatial analysis and territorial planning when placing agro-industrial enterprises of various scales. Insufficient study of the issue of harmonious combination of agricultural enterprises of various scales when placing them is emphasized. An analysis of the current regulatory framework of the state socio-economic and technological policy in relation to the spatial development of the agro-food complex is carried out. The importance of adaptation to the bioclimatic and resource potential of rural areas is noted. The prerequisites for decentralization within the framework of the country's spatial development are identified, which creates advantages for the development of small agribusiness. A retrospective analysis of theoretical concepts of the spatial development of small agribusiness is carried out. A wide range of research problems that can be solved by spatial analysis is described. An approach to state support for small agribusiness is presented based on taking into account the differentiation of the level of development of territories. Ensuring a balance between agricultural production of different scales is the task of the state agrarian policy, which can be achieved through state regulation based on scientifically based approaches to the territorial placement of agricultural enterprises in order to ensure food security of the country and the integrated development of rural areas. It is assumed that one of the results of the spatial development of small agribusiness will be an improvement in the performance indicators of the agro-food complex due to a scientifically based regional policy aimed at developing small enterprises of the agro-industrial complex.

***Keywords*:** government regulation, agri-food complex, spatial analysis, Data Science, peasant (farm) households

Введение. Вопросы территориального размещения сельскохозяйственных производств различных форм и масштабов являются важным направлением пространственного развития страны. В их основе находятся характеристики внутреннего ресурсного и производственного потенциала агропродовольственного комплекса регионов. Начиная с XIX столетия, как в мировой, так и в российской науке, используется широкий перечень методик районирования (зонирования) территорий, в основе которых заложены различные показатели. Первоначальными критериями выступали характеристики развития агропродовольственного комплекса на изучаемой территории. Изучение вопросов пространственного анализа территориального размещения производительных сил агропродовольственного комплекса не только сохраняет свою значимость в настоящих условиях, но и является необходимым условием для гармоничного развития сельских территорий. Усиление внимания к пространственной экономике сопряжено с важностью устойчивого социально-экономического развития страны в условиях санкционного давления.

Контур институциональной системы государственного регулирования пространственного развития страны составляет нормативно-правовая база, включающая Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» и Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года, утвержденный 9 января 2025 года. Данные документы регламентируют подходы

© Решетникова Н.В., 2026
Международный сельскохозяйственный журнал, 2026, том 69, № 7 (416), с. 1033-1036.

к устойчивому и сбалансированному функционированию агропродовольственного комплекса, ориентированным на сглаживание межрегиональной дифференциации в экономической, социальной сферах и качестве жизни населения, наращивании экономического развития и обеспечения продовольственной безопасности страны. [1] Единый план носит рамочный характер, при этом он ориентирован на сохранение трендов санкционного давления на экономику России и направлен на адаптацию экономики к текущим условиям. Стратегия развития значительно отличается от предыдущей. На современном этапе в основе пространственного развития закладывается сетевой принцип с опорными населёнными пунктами, которые выступают в качестве централизованных стратегических узлов с «ребрами» между ними. Концепция «ребер» применяется в моделях пространственного анализа и связана с математическим понятием «граф». В экономическом пространстве «ребра» описывают связи между локальными точками. Развитие стратегических узлов предполагается за счет инвестиций на местах, а «ребер» за счет финансирования государства. Происходит переход к концепции деконцентрации населения и изменения миграционных потоков. Агломерации должны стать новыми технологическими драйверами. Согласно актуальной нормативно-правовой базе в государственной политике происходит отказ от модели государства как платформы для коммуникации институтов и людей, что направлено на возвращение к отраслевому принципу и идикативному планированию. Неоспорима важность учета биоклиматических региональных различий, что дает возможность сформировать условия для устойчивого и сбалансированного развития агропродовольственного комплекса, реализуя ресурсный потенциал с наибольшей отдачей. [2] В условиях политики децентрализации в большей мере раскрываются преимущества института малого бизнеса, для которого открываются новые перспективы развития. Пространственный потенциал малых предприятий неразрывно связан с общим экономическим пространственным потенциалом региона и страны в целом.

Методы или методология проведения исследования. Теоретическую основу исследования составили научные положения, представленные в трудах российских и зарубежных ученых в области пространственного анализа. В процессе работы применялись следующие методы: монографический, структурно-аналитический, системный с использованием диалектического (развитие и взаимосвязь явлений) подхода. Анализ нормативно-правовой документации позволил выявить ключевые положения законодательства, регулирующие пространственное развитие государства.

Результаты. Исследование развития малого бизнеса с учетом пространственного фактора — важное и современное направление в науке. Применению этого подхода к развитию малых предприятий пока не свойственна комплексность и системность. Как подчеркивают многие исследователи, например, В.Ю. Буров [3], изучение развития малого бизнеса в контексте пространственной экономики остается недостаточно проработанным в экономической науке, даже при частом использовании соответствующей терминологии.

Вопросы, связанные с развитием малого бизнеса в России, входят в зону интересов ученых на протяжении длительного времени. В период с начала 90-х годов и до середины 2000-х основной научно-практический интерес представляли исследования механизма формирования института малого предпринимательства, анализа его уникальных черт в западной экономической модели. Среди множества исследователей, работавших в этот период, особого внимания заслуживают труды В.А. Рубе, В.И. Лапенкова, М.И. Балашевича, М.Г. и В.Н. Лапусты, А.Н. Асаула, В.Я. Горфинкеля. К середине 2000-х годов научные исследования концентрировались на вопросах распространения малого предпринимательства, наращивания его численности как в целом по экономике, так и по отдельным отраслям. Также большое внимание исследователей уделялось к проблеме государственной поддержки и совершенствования институциональной структуры агропродовольственного комплекса. [4] Стоит отметить, что при сопоставлении показателей деятельности малых предприятий с зарубежными мало отражено наличие национальных особенностей российского малого агробизнеса. Это обуславливает важность критического подхода при сравнении малого предпринимательства различных стран. [5]

Взгляды на классификацию теоретических подходов к изучению экономического пространства приводятся в трудах А.Г. Каримова и Э.Р. Чувашаевой [6], М.С. Астапенко [7], а также в исследованиях и аналитических материалах Института социально-экономических исследований Уфимского научного центра Российской академии наук. [8] Анализ данной проблематики также представлен в работах, рассматривающих эволюцию подходов к теориям пространственной экономики, на основе которых выделяют информационный подход (Р. Капелло, Р. Шулер и Г. Шибусава), процессный подход (О.А. Бияков) [9], ресурсный подход (А. Венейблс, М. Фуджита и П. Кругман), территориальный подход (Е.А. Михуринская и А.Г. Гранберг)[10].

Многие исследователи используют комплексный подход при разработке теорий экономического пространства. А.Н. Демьяненко и П.А. Минакир анализируют пространства, не имеющие четко выраженных границ, такие как приграничные зоны, природные зоны, депрессивные регионы, особое внимание уделяя проблемам пространственного взаимодействия и неравномерного распределения ресурсов и населения. [11] П.А. Минакир и А.Н. Демьяненко выделяют пространственное развитие в качестве дополнительной характеристики внутренней организации территории, изменениями в размещении, институциональной плотностью, а также оптимизацией инфраструктурных связей. [11] Согласно данным научным взглядам, акцент сделан не столько на иерархическом подчинении понятий, сколько на взаимодополняемости регионального и пространственного развития, где пространственное развитие выступает как инструмент, обеспечивающий эффективность региональной политики. М.С. Астапенко предлагает разделение подходов на реальные теории, исследующие физические объекты, и абстрактные теории, изучающие концепции и идеи. [7] А.Г. Гранберг акцентировал внимание на важности пространственного развития и подчёркивал его интеграционный характер, включающий в себя не только территориальный аспект, но и сложные взаимосвязи между различными элементами системы. Он рассматривал пространственную науку как высокоинтегрированную дисциплину, изучающую комплексное взаимодействие географических, экономических и социальных факторов. [10] При этом имеют место и альтернативные точки зрения. А.В. Суворова, опираясь на исследования Е.Г. Анимицы и В.Н. Лаженцева, сформулировала следующую концепцию. По ее мнению, региональное развитие является более широким понятием, включающим в себя пространственное развитие как один из его элементов, фокусирующийся на внутритерриториальном размещении объектов и ресурсов. При этом развитие территории, согласно данной концепции, представляет собой еще более узкий аспект, связанный исключительно с изменением ее физических границ. Таким образом, в рамках данного подхода, пространственное развитие рассматривается как оптимизация использования существующей территории, в то время как развитие территории означает изменение ее границ. [12]

По мнению П.А. Минакира, региональная экономическая политика является обязательной составляющей государственной стратегии развития и экономической политики, которая реализуется как на федеральном, так и на региональном уровнях управления. Механизмы экономического регулирования представляют собой методы реализации экономической политики. При этом еще не сформировалось единое понимание содержания категории «экономические инструменты». По мнению А.Н. Демьяненко и П.А. Минакира, инструментарий государственной экономической политики включает целевые программы, создание территорий опережающего развития, инновационных кластеров и свободных экономических зон. Е.М. Бухвальд и О.Б. Иванов выделяют важность малого бизнеса в экономическом и пространственном развитии территорий. А.А. Урунов отмечает значимость совершенствования административно-территориального устройства, стимулирования инвестиций, фискальных и управленческих решений. Б.В. Мелентьев подчеркивает, что перечень инструментов региональной экономической политики не является окончательным и нуждается в регулярном обновлении, что открывает перспективы для использования пространственных возможностей малых предприятий в этой сфере.

В итоге можно сказать, что понимание пространственного потенциала малых предприятий требует учета различных подходов. Важно проводить всесторонний анализ, включающий изучение внешних факторов (региональная политика, инфраструктура) и внутренних (организация производства, расположение, взаимодействие с другими предприятиями). Выбор оптимальной модели зависит от конкретных целей исследования и особенностей рассматриваемой территории. Игнорирование пространственного аспекта при анализе деятельности малых предприятий приводит к неполной картине их вклада в экономику. Подобный подход отражен и Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» и Едином плане по достижению национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года, утвержденном 9 января 2025 года, где пространственное развитие подразумевает создание центров роста, развитие инфраструктуры, управление

размещением населения, направленных на сглаживание диспропорций.

Реализация национальных целей развития требует максимального вовлечения всего спектра экономических агентов агропродовольственного комплекса и соблюдения принципа конкурентоспособности. Достижение высоких конечных результатов пространственного развития является стратегическим вектором государственной аграрной политики, ориентированным на эффективное использование производственных активов внутри региона. Вместе с тем, недостаточное практическое распространение научно-обоснованных подходов в контексте пространственной локализации предприятий агропродовольственного комплекса различных масштабов негативно отражается на реализации целей развития отрасли и ее локальных возможностях. Развитие существующего методологического инструментария пространственного анализа и территориального планирования размещения предприятий различных масштабов агропродовольственного комплекса проявляются в поиске ключевых направлений эффективного использования ресурсного потенциала, что в долгосрочной перспективе снижает темп достижения стратегических целей развития.

Малоизученной является проблема сбалансированного сочетания при размещении сельскохозяйственных предприятий различных масштабов. Тем не менее, данный вопрос актуален с точки зрения наиболее полного раскрытия преимуществ каждой организационно-правовой формы, а также в контексте стратегии обеспечения продовольственной безопасности приграничных территорий. Пространственный потенциал малого агробизнеса является малоизученным вопросом в отечественной экономической науке и должен быть ориентирован целенаправленно воздействовать на широкий спектр экономических агентов агропродовольственного комплекса в целях обеспечения всестороннего развития сельских территорий и максимальной реализации их потенциала, включая социально-экономическую, ресурсно-технологическую и инновационную сферы. [13] Осуществление пространственного развития малого агробизнеса представляет собой совмещение государственной поддержки в таких направлениях, как обеспечение расширенного воспроизводства, повышение технологичности производств и социальное развитие.[14]

Отсутствие баланса размещения предприятий агропродовольственного комплекса различного масштаба обусловлено упущениями данного аспекта как в теоретическом, так и практическом поле. Обеспечить оптимальную структуру агропродовольственного комплекса не только в отраслевом разрезе, но и с точки зрения баланса предприятий различных масштабов способно оказать положительное влияние на повышение эффективности АПК за счет совершенствования его структуры. Достижение баланса сельскохозяйственных производств различного масштаба находится в компетенции государственной аграрной политики и реализуемо посредством государственного регулирования на основе научно-обоснованных подходов к территориальному размещению предприятий различного масштаба агропродовольственного комплекса, направленных на обеспечение продовольственной безопасности страны и комплексного развития сельских территорий.

Научные подходы к исследованию пространственного размещения малого агробизнеса включают анализ по таким характеристикам как ресурсный потенциал; конкурентные преимущества; природно-климатические условия; близость к макрорегионам и агломерациям; территориально-отраслевое разделение труда. Данные направления всесторонне раскрывают проблемы пространственного размещения предприятий агропродовольственного комплекса. Тем не менее, открытыми остаются вопросы комплексного подхода к пространственному размещению с точки зрения баланса малых и крупных форм аграрного производства. Это обосновывает потребность в разработке теоретико-методологических подходов к исследованию сбалансированного размещения малого агробизнеса.

Активное развитие производственных технологий и формирование новых территориальных реалий, создание агропромышленных кластеров и территорий развития аграрного производства, а также основополагающие факторы развития аграрной сферы, в частности, природно-климатические условия, обуславливают важность выбора организационно-производственных форм предприятий в соответствии с их конкурентными преимуществами и особенностями местности. [15] Анализ условий территориального размещения должен включать показатели концентрации, специализации, урожайности (эффективности), рентабельности, уровня технологической оснащенности.

В научной литературе имеются различные определения пространственного анализа. Наиболее исчерпывающее определение пространственного анализа было предложено Гудчайлдом «пространственный анализ (данных) представляет собой комплекс методов, предназначенных для выявления закономерностей, обнаружения отклонений от нормы, а также для проверки гипотез и теорий на основе пространственных данных». [16]

Формирование методологии пространственного анализа первоначально происходило на основе методов картографии и геодезии и заложило основы для развития геоинформационных технологий. В дальнейшем посредством синтеза пространственного и математического анализа, а также статистических методов и цифровых технологий анализа больших данных значительно расширился как спектр методов, так и диапазон задач, которые могут решаться данными методами. [16] На современном этапе пространственный анализ активно развивается во взаимосвязи с Data Science. Возникновение большого объема геопространственных данных и активное развитие цифровых технологий способствует интеграции методологии геоинформационных технологий и Data Science, что создает новые перспективы для различных секторов экономики и научных направлений. [16] Таким образом, современный пространственный анализ находится на пересечении Data Science и геоинформационных технологий.

Развитие Data Science в сфере пространственного анализа способствовало появлению такого направления, как Spatial Data Science. По определению одного из основоположников Spatial Data Science Люка Анселина ключевой особенностью данного направления науки является глубокое изучение значимости местоположения, что позволяет открыть новые грани пространственного анализа. В то время как Data Science трактует географические данные как дополнительную переменную, Spatial Data Science акцентирует внимание на местоположении, расстоянии и пространственной взаимосвязи как на ключевых свойствах информации. [16] Spatial Data Science акцентирует внимание на факторе локализации и анализирует пространственные зависимости и вариативность. Это дает возможность установить, какие именно факторы и в какой степени оказали воздействие на значение анализируемого параметра. [16] Важнейшей задачей Spatial Data Science является создание нового поколения пространственных методов, которые будут развивать предшествующие подходы и предлагают инновационные методы моделирования геопространственных больших данных. Применение возможностей Spatial Data Science открывает перспективы для построения цифровых моделей, воспроизводящих реальные пространственные процессы. Данные модели позволяют прогнозировать функционирование систем в реальном мире. Пространственные модели имеют преимущества в точности и глубине анализа данных по сравнению с классическими моделями, которые не способны в таком объеме учитывать пространственный аспект. Пространственный анализ включает в себя обширный диапазон методов и инструментов: специализированные ГИС-системы, а также инструменты для аналитики, визуализации, моделирования и интерпретации пространственных данных.

Пространственный анализ актуален для следующих исследовательских задач. Он направлен на поиск и определение территориальных закономерностей, выявление ключевых территорий, «горячих точек». Также он помогает определять причины, влияющие на расположение тех или иных событий. Кроме того, он позволяет выявлять и исследовать взаимосвязи между событиями и их местоположением, а также окружающей средой. Еще одна задача — поиск оптимального местоположения объектов и событий. Анализ пространственных отношений позволяет определять зоны влияния объектов, выявлять потенциальные конфликты, оптимизировать маршруты и решать другие задачи. [16]

Заключение. Ключевым фактором современной системы территориального планирования в агропродовольственном комплексе является максимальное приспособление к биоклиматическому и ресурсному потенциалу. Пространственное развитие подразумевает рациональную оптимизацию и специализацию размещения в соответствии со структурой агропродовольственного комплекса и доли малого бизнеса. Комплексное развитие агропродовольственного комплекса, экономики и социальной сферы сельских территорий нуждается в создании аграрных экосистем, которые подразумевают единовременное развитие инфраструктуры, внедрения цифровых технологий и искусственного интеллекта, формирование прямого взаимодействия производителей и потребителей. Территориальное планирование на основе пространственного размещения для малых агропредприятий требует соблюдения принципов, учитывающих доступность ресурсов, баланс интересов субъектов агропродовольственной системы, устойчивое развитие и наличие конкурентных преимуществ. Региональное распределение государственной поддержки, основанное на пространственном подходе, должно определять ключевые стратегические решения в управлении аграрной сферой. Внедрение

данного механизма позволит обеспечить сбалансированное и эффективное развитие сельских территорий с точки зрения пространственной организации.

Пространственное развитие малого бизнеса должно происходить в согласовании с многоуровневой экономической системой агропродовольственного комплекса, с целью улучшения институциональной базы для раскрытия пространственного потенциала малых агропредприятий. Государственная аграрная политика должна придерживаться многовариантного подхода к пространственному размещению агропромышленных предприятий различного масштаба. Это, в свою очередь, предполагает реформирование существующих институтов, особенно механизма предоставления финансовой помощи сельскохозяйственным производителям. Предлагаемый подход подразумевает, что региональная господдержка ориентируется на сбалансированное развитие регионов, учитывая и используя уникальные конкурентные возможности каждого. Применение такого подхода к распределению господдержки на региональном уровне позволит формировать привлекательные условия для инвестиций в регионах с низким уровнем развития, способствуя раскрытию их возможностей. В регионах со средним уровнем развития акцент будет сделан на перенаправление инвестиций в создание специализированных высокотехнологичных кластеров, где в будущем сосредоточится производство сельскохозяйственного сырья, предназначенного для последующей переработки и увеличения его добавленной стоимости. В развитых регионах благоприятное географическое положение и существующий производственный потенциал способствует преобладанию инвестиций в основной капитал. Данный подход к сегментации государственной поддержки будет способствовать согласованию целей развития регионального агропродовольственного комплекса с федеральными проектами.

Ценность исследования для практики состоит в возможности использования предложений и выводов при создании и уточнении стратегических документов планирования на региональном и муниципальном уровнях. Предложенные решения дадут возможность эффективно осуществить развитие пространственного потенциала малых предприятий, рассматривая его как инструмент экономической политики региона. Одним из прогнозируемых результатов является улучшение конечных результатов за счет научной обоснованности региональной политики, направленной на развитие малых предприятий агропромышленного комплекса.

Список источников

1. Кузнецов В.В., Холодова М.А. Пространственное размещение аграрного производства на конкурентно-преимущественной платформе // АПК: Экономика, управление. 2022. № 6. С. 46-58.

2. Вяльшина А.А., Кадомцева М.Е. Особенности восприятия климатических изменений малыми хозяйствами в АПК (опыт Саратовской области) // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 3. С. 22-32.

3. Буров В.Ю. Малое предпринимательство в пространственном развитии региона // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. № 2–1. С. 78-83.

4. Виленский А.В. Парадокс поддержки малого бизнеса: предварительные итоги кризиса // Вопросы экономики. 2011. № 6. С. 149-155. DOI: 10.32609/0042-8736-2011-6-149-155.

5. Михайлова О.П. Дискуссионные критерии отнесения предприятий к малому бизнесу // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2009. № 2 (10). С. 108-116.

6. Каримов А.Г., Чувашаева Э.Р. К уточнению сущности и содержания категории «экономическое пространство» // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10–2. С. 62-67.

7. Астапенко М.С. Теории и концепции пространственной экономики: сущностные аспекты и эволюция подходов // Вестник Евразийской науки. 2018. Т. 10, № 1.

8. Структуризация экономического пространства региона: сущность, факторы, проектирование: монография / Гатауллин Р.Ф., Исянбаев М.Н., Сафиуллин Р.Г. и т.д./ под общ. ред. Р.Ф. Гатауллина. Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. 216 с.

9. Бияков О.А. Экономическое пространство: сущность, функции, свойства // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2004. № 2 (39). С. 101-108.

10. Гранберг А.Г. О программе фундаментальных исследований пространственного развития России // Регион: экономика и социология. 2009. № 2. С. 166-178.

11. Минакир П.А., Демьяненко А.Н. Очерки по пространственной экономике. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2014. 272 с.

12. Суворова А.В. Пространственное развитие: содержание и особенности // Известия Уральского государственного экономического университета. 2019. Т. 20, № 3. С. 51-64. DOI: 10.29141/2658-5081-2019-20-3-4.

13. Бессонов И.С., Королева Е.Н. Пространственный потенциал малых предприятий: сущность и методические основы реализации // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2020. № 5 (187). С. 27-36. DOI: 10.46554/1993-0453-2020-5-187-27-36.

14. Бессонов И.С. Рекомендации по реализации пространственного потенциала малых предприятий как инструмента региональной экономической политики // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021 Т. 12, № 3 С. 16-30. DOI: 10.18287/2542-0461-2021-12-3-16-30.

15. Кадомцева М.Е., Вяльшина А.А. Оценка влияния изменения климата на сельскохозяйственных производителей, занятых в отрасли животноводства (на примере Саратовской области) // АПК: экономика, управление. 2025. № 4. С. 97-107.

16. Павлов Ю.В., Королёва Е.Н. Пространственные взаимодействия: оценка на основе локального и глобального индексов Морана // Пространственная экономика. 2014. № 3. С. 95-109.

References:

1. Kuznecov, V.V. & Holodova, M.A. (2022). *Prostranstvennoe razmeshchenie agrarnogo proizvodstva na konkurentnopreimushchestvennoj platforme* [Spatial placement of agricultural production on a competitive advantage platform]. *APK:* Ekonomika, upravlenie, no. 6, pp. 46-58.

2. Vyal'shina, A.A. & Kadomceva, M.E. (2025). *Osobennosti vospriyatiya klimaticheskih izmenenij malymi hozyajstvami v APK (opyt Saratovskoj oblasti)* [Peculiarities of perception of climate change by small farms in the agro-industrial complex (experience of the Saratov region)]. *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii*, no. 3, pp. 22-32.

3. Burov, V.Yu. (2015). *Maloe predprinimatel'stvo v prostranstvennom razvitii regiona* [Small business in the spatial development of the region]. Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta, no. 2–1, pp. 78-83.

4. Vilenskij, A.V. (2011). *Paradoks podderzhki malogo biznesa: predvaritel'nye itogi krizisa* [The Paradox of Small Business Support: Preliminary Results of the Crisis]. Voprosy ekonomiki, no. 6. pp. 149-155. DOI: 10.32609/0042-8736-2011-6-149-155.

5. Mihajlova, O.P. (2009). *Diskussionnye kriterii otneseniya predpriyatij k malomu biznesu* [Controversial criteria for classifying enterprises as small businesses]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Obshchestvennye nauki,* no. 2 (10), pp. 108-116.

6. Karimov, A.G. & Chuvashaeva, E.R. (2014). *K utochneniyu sushchnosti i soderzhaniya kategorii «ekonomicheskoe prostranstvo»* [Towards a clarification of the essence and content of the category «economic space»]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*, no. 10–2, pp. 62-67.

7. Astapenko, M.S. (2018). *Teorii i koncepcii prostranstvennoj ekonomiki: sushchnostnye aspekty i evolyuciya podhodov* [Theories and concepts of spatial economics: essential aspects and evolution of approaches]. *Vestnik Evrazijskoj nauki*, no. 1 (10), pp. 1-15.

8. Gataullin, R.F. & Isyanbaev, M.N. & Safiullin, R.G. (2016). *Strukturizaciya ekonomicheskogo prostranstva regiona: sushchnost', faktory, proektirovanie: monografiya* [Structuring the economic space of the region: essence, factors, design]*, Ufa, ISEI UNC RAN*.

9. Biyakov, O.A. (2004). *Ekonomicheskoe prostranstvo: sushchnost', funkcii, svojstva* [Economic space: essence, functions, properties]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, no. (39). pp. 101-108.

10. Granberg, A.G. (2009). *O programme fundamental'nyh issledovanij prostranstvennogo razvitiya Rossii* [About the program of fundamental research into the spatial development of Russia]. *Region: ekonomika i sociologiya,* no. 2, pp. 166-178.

11. Minakir, P.A. & Dem'yanenko, A.N. *Ocherki po prostranstvennoj ekonomike* [Essays on Spatial Economics], *Habarovsk, IEI DVO RAN*.

12. Suvorova, A.V. (2019). *Prostranstvennoe razvitie: soderzhanie i osobennosti* [Spatial development: content and features]. Izvestiya *Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, no. 3 (20), pp. 51-64. DOI: 10.29141/2658-5081-2019-20-3-4.

13. Bessonov, I.S. & Koroleva, E.N. (2020). *Prostranstvennyj potencial malyh predpriyatij: sushchnost' i metodicheskie osnovy realizacii* [Spatial potential of small enterprises: essence and methodological basis for implementation]. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta, no. 5 (187). pp. 27-36. DOI: 10.46554/1993-0453-2020-5-187-27-36.

14. Bessonov, I.S. (2021). *Rekomendacii po realizacii prostranstvennogo potenciala malyh predpriyatij kak instrumenta regional'noj ekonomicheskoj politiki* [Recommendations for the implementation of the spatial potential of small enterprises as an instrument of regional economic policy]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, no. 3 (12), pp. 16-30. DOI: 10.18287/2542-0461-2021-12-3-16-30.

15. Kadomceva, M.E. & Vyal'shina, A.A. (2025). *Ocenka vliyaniya izmeneniya klimata na sel'skohozyajstvennyh proizvoditelej, zanyatyh v otrasli zhivotnovodstva (na primere Saratovskoj oblasti)* [Assessing the impact of climate change on agricultural producers engaged in the livestock sector (using the Saratov region as an example)]. *APK: ekonomika, upravlenie,* no. 4, pp. 97-107.

16. Pavlov, Yu.V. & Korolyova, E.N. (2014). *Prostranstvennye vzaimodejstviya: ocenka na osnove lokal'nogo i global'nogo indeksov Morana* [Spatial interactions: assessment based on local and global Moran's indices]. *Prostranstvennaya ekonomika*, no. 3. pp. 95-109.

Информация об авторе:

Решетникова Наталия Владимировна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9290-3861, natalia.resh@mail.ru

Information about the author:

Natalia V. Reshetnikova, candidate of economic sciences, senior researcher,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9290-3861, natalia.resh@mail.ru

✉ **natalia.resh@mail.ru**

Научная статья
УДК 911.2+504.064.2
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1037

ОЦЕНКА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА «КУЧАК»

Э.А. Кузнецова[1], В.П. Кузнецова[2]

[1]Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
[2]Нижневартовский государственный университет,
Нижневартовск, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследований комплексного анализа неблагоприятных эколого-географических процессов на территории карбонового полигона «Кучак» (Тюменская область) с использованием ландшафтной карты и методики балльной оценки. В ходе исследования были выявлены ключевые природные факторы, оказывающие негативное воздействие на экосистему полигона, такие как выровненность рельефа и низкая самоочищающая способность почв. Антропогенное воздействие на территорию полигона проявляется через транспортную инфраструктуру, гидромелиоративные мероприятия и миграцию воздушных и водных масс, поступающих из Свердловской области. Особое внимание в исследовании уделено анализу пространственного распределения неблагоприятных воздействий, где выявлено, что пойменные территории характеризуются наименьшим уровнем негативных изменений. Это обусловлено их гидрологическими особенностями и способностью к саморегуляции. Для эффективного управления эколого-географическими процессами на карбоновом полигоне «Кучак» необходимо разработать комплексную систему мониторинга, включающую создание базы данных, и внедрение методов ландшафтного мониторинга, направленных на комплексное изучение природно-антропогенных взаимодействий.

Ключевые слова: озеро Кучаково, Тюменская область, загрязнение ландшафтов, антропогенный фактор, балльная оценка

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Тюменский карбоновый полигон» (FEWZ 2024-0016).

Original article

ASSESSMENT OF ADVERSE GEO-ENVIRONMENTAL PROCESSES AT THE KUCHAK CARBON

E.A. Kuznetsova[1], V.P. Kuznetsova[2],

[1]Tyumen State University, Tyumen, Russia
[2]Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia

Abstract. The article presents the results of a comprehensive analysis of adverse ecological-geographical processes within the Kuchak carbon (Tyumen Region), utilizing a landscape map and a point-based scoring method. The study identified key natural factors negatively affecting the region's ecosystem, such as the flatness of the terrain and the low self-purification capacity of the soils. Anthropogenic impact on the site manifests through transport infrastructure, land reclamation activities, and the migration of air and water masses originating from the Sverdlovsk Region. The study places particular emphasis on analyzing the spatial distribution of adverse impacts, revealing that floodplain areas exhibit the lowest levels of negative change. This is attributed to their hydrological characteristics and capacity for self-regulation. To effectively manage the ecological and geographical processes at the Kuchak carbon, it is essential to develop a comprehensive monitoring system that includes the creation of a database and the implementation of landscape monitoring methods aimed at a holistic study of natural-anthropogenic interactions.

Keywords: lake Kuchak, Tyumen region, landscape pollution, anthropogenic factor, scoring assessment

Acknowledgments: the research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Tyumen Carbon Landfill project (FEWZ-2024-0016).

Введение. В современном мире вопросы экологии и охраны окружающей среды становятся все более актуальными. Одним из ключевых направлений в этой области является изучение и оценка неблагоприятных эколого-географических процессов, которые могут оказывать негативное влияние на природные экосистемы и жизнь человека [3, 7, 9, 10]. На сегодняшний день оценка неблагоприятных эколого-географических процессов в рамках ландшафтно-географического анализа является важнейшим вектором изучения природно-экологического потенциала территории, который рассматривает структурные и функционально-динамические особенности природных комплексов различного таксономического ранга [4].

Тюменский карбоновый полигон «Кучак» создан в границах государственного природного заказника «Гузенеево» (общая площадь — 10 801 га (108 км^2), расположенного в Нижнетавдинском и Тюменском районах (рис. 1). Основной задачей полигона является оценка углеродного баланса в хвойных и мелколиственных лесах, которые находятся в подтаежной подзоне юга Западной Сибири и имеют среднюю степень антропогенного воздействия. Оценка неблагоприятных эколого-географических процессов на этой территории является важной задачей, которая позволит выявить потенциальные угрозы для окружающей среды и разработать меры по их минимизации.

В контексте комплексного анализа ландшафтно-экологической обстановки исследуемой территории, необходимо обратить внимание на антропогенное загрязнение отдельных компонентов ландшафтных комплексов и избыточное увлажнение, что приводит к значительным трансформациям экосистем. Эти процессы наиболее отчетливо проявляются в климатической, гидрологической и почвенной динамике ландшафтов, которые являются критически важными в контексте биогеохимических циклов и взаимодействия между различными ландшафтными структурами.

© Кузнецова Э.А., Кузнецова В.П., 2026



Рисунок 1. **Территория исследования [2]**
Figure 1. **Study area [2]**

Методы проведения исследования. Целью данного исследования является анализ неблагоприятных эколого-географических процессов на территории карбонового полигона «Кучак», а также разработка рекомендаций по их мониторингу и управлению.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ данных о состоянии окружающей среды на территории полигона; выявить основные факторы, влияющие на формирование и развитие неблагоприятных процессов.

Объект исследования — территория карбонового полигона «Кучак». Оценка неблагоприятных эколого-географических процессов выполнена по методике В.Б. Михно и др. [5]. Также для анализа использовалась ландшафтная карта полигона, составленная Москвиной Н.Н. и др. [6].

В ходе анализа негативных экологических и географических явлений изучались такие параметры, как среднее многолетнее загрязнение поверхностных вод различными источниками. Оценивалось содержание гумуса в почвах, их способность к самоочищению, а также другие значимые факторы, основанные на картографических и полевых данных. Антропогенные воздействия, такие как эмиссия загрязняющих веществ от автотранспортных средств, деградация гумусового слоя почв и снижение их самоочищающей способности, оказывают существенное негативное влияние на абиотические и биокосные компоненты экосистем. Эти компоненты, выполняя критически важные функции в обеспечении устойчивости природных систем, играют ключевую роль в поддержании биогеохимических циклов и ресурсной базы ландшафтов. Каждый параметр оценивался в 5 баллов, где 1 балл соответствует наихудшему состоянию компонентов ландшафтов.

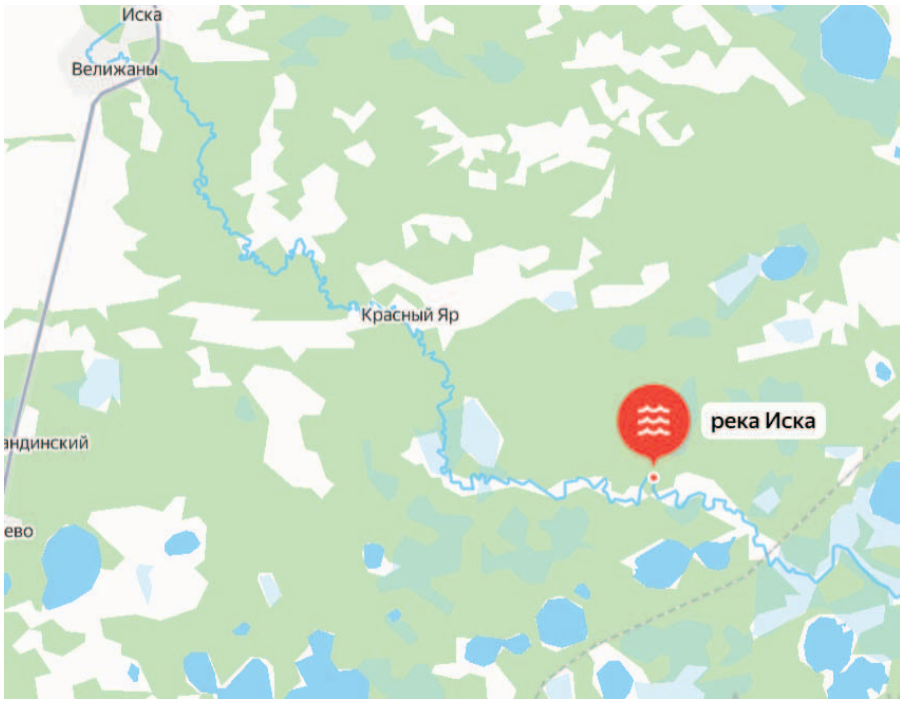


Рисунок 2. **Река Иска [8]**
Figure 2. **Iska river [8]**

Экспериментальная база, ход исследования. Наибольшее воздействие на экосистему исследуемой территории оказывает хозяйственная деятельность населения и транспортная инфраструктура. Кроме того, негативное влияние на окружающую среду оказывает соседний регион — Свердловская область. Это воздействие распространяется через атмосферные и водные потоки, включая реку Иска (рис. 2). Значительное влияние на качество водных ресурсов оказывают хозяйственно-бытовые стоки. По результатам мониторинга, осуществляемого ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [1] в 2024 г. по сравнению с 2023 годом, произошло изменение уровня загрязненности воды в следующем створе (незначительное ухудшение качества воды с изменением разряда в пределах одного и того же класса) — р. Иска — с. Велижаны (рис. 2). Характерными загрязняющими элементами являлись легкоокисляемые органические вещества, азот, аммоний, соединения железа, меди, марганца, нефтепродукты, фенолы.

Кроме этого, в пределах Нижнетавдинского района в 1967 г. был проведен ряд подземных ядерных взрывов. Все взрывы были камуфлетными, т. е. продукты ядерного взрыва не выходили во внешнюю среду и не оказывали неблагоприятного воздействия на население и окружающую среду.

Наличие автодорог и оценка их воздействия на окружающую среду в баллах представлено в таблице 1 (знаком «+» показано количество автодорог). Анализ данных позволяет констатировать, что максимальная степень загрязнения наблюдается в антропогенных ландшафтах. Данный феномен объясняется наличием здесь

населенных пунктов и развитой сети автомобильных дорог, что способствует значительному увеличению уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В таблице 2 представлено среднее содержание гумуса в почвах исследуемой территории, что является ключевым параметром для оценки их плодородия и экологического состояния. Гумус, как органическое вещество, играет фундаментальную роль в формировании агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы, обеспечивая ее структурную устойчивость, водоудерживающую способность и питательный режим.

В целом почвы полигона слабо — (менее 3%) и малогумусные (3-6%). Наибольшее содержание гумуса наблюдается в пойменных и заболоченных ландшафтах. На содержание гумуса в пойменных почвах влияют такие факторы, как поступление аллювиальных отложений с талыми водами, характер растительности, динамика отложения наносов и гидрологический режим. В заболоченных ландшафтах (например, в торфяных болотах) также происходит накопление гумуса, но его состав и количество зависят от типа болота, степени увлажнения и других условий.

Способность почв к естественному очищению от вредных веществ представлена в таблице 3. Плосковолнистый автоморфный (междуречный) тип местности имеет среднюю потенциальную активность самоочищения почв из-за промывного водного режима (табл. 3).

Шкала для оценки способности почв к самоочищению от загрязняющих веществ: крайне низкая (1 балл) — низкая (2 балла) — средняя (3 балла) — высокая (4 балла) — очень высокая (5 баллов).

В качестве индикаторов природно-антропогенных деструктивных экзогенных процессов выступают такие параметры рельефа, как степень его расчлененности и крутизна склонов. Эти характеристики являются ключевыми факторами, определяющими уязвимость ландшафтов к эрозионным процессам, обусловленными как естественными, так и антропогенными факторами. Максимальные превышения водоразделов над урезами рек и озер не превышает 5 метров для всех рассматриваемых типов местности и оценено в 5 баллов. Это указывает на относительно плавный и неглубоко расчленённый рельеф исследуемой территории. Такой рельеф свидетельствует о слабой эрозионной активности на рассматриваемой территории. Также низкие значения превышений влияют на распределение водных потоков, формирование ландшафтов и экосистем в регионе.

Таблица 1. **Наличие автодорог и оценка их воздействия на окружающую среду**
Table 1. **Presence of roads and assessment of their environmental impact**

Тип местности	Наличие автодорог	Балл оценки
Плосковолнистый автоморфный (междуречный)	+++	2
Плоскобугристый полугидроморфный (заболоченный)	++	3
Плоскозападинный полугидроморфный (пойменный)	+	4
Антропогенный	++++	1

Таблица 2. **Среднее содержание гумуса в почвах**
Table 2. **Average humus content in soils**

Тип местности	Среднее содержание гумуса, %	Балл оценки
Плосковолнистый автоморфный (междуречный)	0,4-2	2
Плоскобугристый полугидроморфный (заболоченный)	3-5	3
Плоскозападинный полугидроморфный (пойменный)	2-6	3
Антропогенный	1	1

Таблица 3. **Способность почв к естественному очищению от вредных веществ**
Table 3. **The capacity of soils for natural purification from harmful substances**

Тип местности	Способность почв к естественному очищению от вредных веществ	Балл оценки
Плосковолнистый автоморфный (междуречный)	низкая	2
Плоскобугристый полугидроморфный (заболоченный)	крайне низкая	1
Плоскозападинный полугидроморфный (пойменный)	крайне низкая	1
Антропогенный	крайне низкая	1

Таблица 4. **Угол наклона местности**
Table 4. **Terrain slope angle**

Тип местности	Угол наклона местности (в градусах)	Баллы
Плосковолнистый автоморфный (междуречный)	<0,5	5
Плоскобугристый полугидроморфный (заболоченный)	0,6-1,5	3
Плоскозападинный полугидроморфный (пойменный)	<0,5	5
Антропогенный	<0,5	5

На рассматриваемой территории наблюдается отсутствие значительного разнообразия в превышениях водоразделов над урезом воды рек и озер. Глубина расчленения рельефа остается стабильной на всем протяжении участка, при этом отсутствуют выраженные высотные контрасты.

В таблице 4 представлены данные, характеризующие угол наклона местности, что позволяет детально оценить его морфологические особенности.

Оценочная шкала угла наклона местности:

1. Более 6 (соответствует наибольшему углу наклона местности) — 1 балл,
2. 1,5-6 — 2 балла,
3. 0,6-1,5 — 3 балла,
4. 0-0,5 — 4 балла,
5. Менее 0,5 (соответствует наименьшему углу наклона местности) — 5 баллов.

Из таблицы 4 можно сделать вывод, что территория всех участков имеет небольшой показатель крутизны склона и меняется от 0 до 1,5°.

Результаты и обсуждение. Общая оценка неблагоприятных эколого-географических процессов в баллах представлена в таблице 5.

Таблица 5 демонстрирует относительно гомогенную оценку неблагоприятных эколого-географических процессов на полигоне. Однако, наименьший уровень неблагоприятных воздействий характерен для пойменных территорий, которые, благодаря своим уникальным природным характеристикам, менее подвержены негативным эколого-географическим воздействиям, особенно антропогенного происхождения.

Техногенная нагрузка на данном полигоне определяется рядом ключевых факторов. Среди них выделяются единичные водозаборы, предназначенные для извлечения пресных вод, используемых в хозяйственно-питьевых целях. Также следует отметить полигон подземного ядерного взрыва «Тавда», который может иметь отложенный эффект и проявиться в будущем. Важную роль в формировании техногенной нагрузки играют автомобильные и железнодорожные транспортные магистрали, а также участки проведения гидромелиоративных мероприятий, направленных на улучшение водных ресурсов и сельскохозяйственных угодий.

Область применения результатов. Полученные данные помогут отслеживать изменения в экосистеме, оценивать воздействие антропогенных факторов (автомобильные дороги, железнодорожные пути, оросительные системы, а также территории садоводческих и огороднических объединений) и разрабатывать меры по минимизации негативного влияния на природу, ее сохранению и восстановлению.

Выводы. Среди неблагоприятных эколого-географических процессов на территории карбонового полигона «Кучак» выделяются естественные и антропогенные факторы. Среди естественных процессов выделяется выровненность территории, приводящая к застою водных масс и ухудшению условий их естественного дренажа. Низкая способность почв к самоочищению от загрязняющих веществ, обусловленная климатическими условиями и преобладанием хвойных лесов, характеризующихся низкой биологической активностью и химической устойчивостью почв.

Таблица 5. **Общая оценка неблагоприятных эколого-географических процессов**
Table 5. **General assessment of adverse ecological-geographical processes**

Тип местности	Наличие автодорог и оценка их воздействия, балл	Среднее содержание гумуса, балл	Способность почв к естественному очищению от вредных веществ, балл	Максимальные превышения водоразделов над урезами рек и озер, балл	Угол наклона местности, балл	Средняя балльная оценка
Плосковолнистый автоморфный (междуречный)	2	2	2	5	5	3,2
Плоскобугристый полугидроморфный (заболоченный)	3	3	1	5	3	3
Плоскозападинный полугидроморфный (пойменный)	4	3	1	5	5	3,6
Антропогенный	1	1	1	5	5	2,6

Антропогенные факторы усугубляют ситуацию, проявляясь в виде загрязнения воздуха вдоль транспортных коридоров и переноса загрязняющих веществ гидрологическими системами, соседствующими со Свердловской областью. Хозяйственная деятельность человека также оказывает значительное влияние на экосистему полигона, включая сельскохозяйственные и промышленные процессы.

Для эффективного управления эколого-географическими процессами на карбоновом полигоне «Кучак» необходимо разработать комплексную систему мониторинга, включающую создание базы данных. Также требуется внедрение методов ландшафтного мониторинга, направленных на комплексное изучение природно-антропогенных взаимодействий и разработку стратегий по минимизации негативного воздействия на экосистемы.

Список источников

1. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2024 году. Тюмень, 2025. http://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=12183256@cmsArticle.

2. Кадастр ООПТ: заказники регионального значения. http://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/nation_territory/more.htm?id=11529010@cmsArticle.

3. Коломыц Э.Г. Иерархическая организация и устойчивость географических пространств: эколого-географический анализ // География и природные ресурсы. 2025. № 3. 5-18. DOI: 10.15372/GIPR20250301.

4. Кузнецова Э.А., Кичикова М.А. Ландшафтно-экологический анализ территории Сургутского района ХМАО-Югры // Известия Русского географического общества. 2023. Т. 155. № 3-4. С. 89-99.

5. Михно В.Б., Бевз В.Н., Горбунов А.С., Быковская О.П. Ландшафтно-экологический анализ территорий муниципальных образований // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2014. № 3. 40-48.

6. Москвина Н.Н., Идрисов И.Р., Маршинин А.В., Сиренко П.А., Храпаль М.М. 2026. Особенности ландшафтной структуры карбонового полигона «Кучак» // Региональные геосистемы. 50(1). 5-17. DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-0-1. EDN: ADZOAC.

7. Николаев А.А. Эколого-географическая оценка устойчивости ландшафтов особо охраняемых природных территорий на примере ресурсного резервата «Куолума-Чаппанда» // Успехи современного естествознания. 2023. № 11. 89-94.

8. Река Иск. http://yandex.ru/maps/11176/tyumen-oblast/geo/reka_iska/143531537/?ll=66.143507%2C57.544221&z=9.

9. Liu, Yanxu & Han, Yu & Wu, Jincheng & Wang, Chenxu & Fu, Bo-Jie. (2023). The response of geographical processes to landscape restoration: China's research progress. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, no. 47, pp. 792-807. DOI: 10.1177/0309133323 1175805.

10. Kuznetsova V.P., Kuznetsova E.A., Kushanova A.U., Isupov V.A. Geo-information analysis of zones with special conditions for territory use for sustainable development: a case of Nizhnevartovsk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Online Conference on Environmental Transformation and Sustainable Development in Asian Region, EnTransAsia 2020. IOP Publishing Ltd, 2021. P. 012041.

References

1. *Doklad ob ehkologicheskoi situatsii v Tyumenskoi oblasti v 2024 godu. Tyumen'*, 2025. http://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=12183256@cmsArticle.

2. Kadastr OOPT: zakazniki regional'nogo znacheniya. http://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/nation_territory/more.htm?id=11529010@cmsArticle

3. Kolomyts E.G. (2025). Hierarchical organization and stability of geographical spaces: ecological-geographical analysis. *Geografiya i prirodnye resursy*, vol. 46, no. 3, pp. 5-18. DOI: 10.15372/GIPR20250301.

4. Kuznetsova Eh.A., Kichikova M.A. (2023). *Landshaftno-ehkologicheskii analiz territorii Surgutskogo raiona KHMAO-Yugry*. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva,*vol. 155, no. 3-4, pp. 89-99.

5. Mihno V.B., Bevz V.N., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. (2014). *Landshaftno-ekologicheskij analiz territorij municipal'nyh obrazovanij.Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, no. 3, pp. 40-48.

6. Moskvina N.N., Idrisov I.R., Marshinin A.V., Sirenko P.A., Khrapal M.M. (2026). Features of the Kuchak Carbon Landfill Landscape Structure. Regional Geosystems, no. 50(1), pp. 5-17. DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-0-1. EDN: ADZOAC.

7. Nikolaev A.A. (2023). *Ehkologo-geograficheskaya otsenka ustoichivosti landshaftov osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii na primere resursnogo rezervata «Kuoluma-Chappanda». Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, no. 11, pp. 89-94.

8. *Reka Iska* http://yandex.ru/maps/11176/tyumen-oblast/geo/reka_iska/143531537/?ll=66.143507%2C57.544221&z=9.

9. Liu, Yanxu & Han, Yu & Wu, Jincheng & Wang, Chenxu & Fu, Bo-Jie. (2023). The response of geographical processes to landscape restoration: China's research progress. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, no. 47. pp. 792-807. DOI: 10.1177/03091333231175805.

10. Kuznetsova V.P., Kuznetsova E.A., Kushanova A.U., Isupov V.A. Geo-information analysis of zones with special conditions for territory use for sustainable development: a case of Nizhnevartovsk. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020 International Online Conference on Environmental Transformation and Sustainable Development in Asian Region, EnTransAsia 2020. IOP publishing Ltd, 2021. C. 012041.

Информация об авторах:

Кузнецова Эльза Афанасьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии, Школа естественных наук, Тюменский государственный университет, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6248-9118, elzanv07@yandex.ru

Кузнецова Вера Петровна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, Нижневартовский государственный университет, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2506-4644, ver597@yandex.ru

Information about the authors:

Elza Af. Kuznetsova, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of physical geography and ecology, School of natural sciences, Tyumen State University, ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6248-9118, elzanv07@yandex.ru

Vera P. Kuznetsova, candidate of sciences, associate professor of the department of physical geography, Nizhnevartovsk State University, ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2506-4644, ver597@yandex.ru

✉ **elzanv07@yandex.ru**

Научная статья
УДК 338.001.36
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1041

ЗАРУБЕЖНЫЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНКА БИОТОПЛИВА И ПОТЕНЦИАЛ РОССИИ

С.В. Иванова[1], Н.Д. Леонов[2]

[1]Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия
[2]Сбербанк России, Москва, Россия

Аннотация. Работа нацелена на исследование и классификацию зарубежных моделей формирования рынка биотоплива, оценку возможностей расширения производства биотоплива в Российской Федерации. Россия обладает не только развитым нефтегазовым комплексом, но и аграрным потенциалом, который может быть не только источником продовольствия, но и энергии. В основе логики исследования лежат принципы экономики замкнутого цикла как модели устойчивого развития агробизнеса и сельских территорий. Использован метод сравнительного анализа стран по совокупности экономических показателей: производственно-потребительскому балансу (ППБ) и уровню структурной избыточности (СИ), сальдо внешней торговли и доле фактического вовлечения сырья в производство биотоплива. На основе актуальных данных ОЭСР-ФАО произведено сопоставление стран с крупным агропромышленным потенциалом: США, Бразилия, Европейский союз, Канада, Индия, Китай, Аргентина и Индонезия с возможностями России по фактору наличия зернового, масличного и сахаросодержащего сырья. Определены четыре зарубежные модели формирования рынка биотоплива: профицитно-перерабатывающая (США, Бразилия), профицитно-экспортная (Аргентина, Индонезия), потребительско-регулируемая (Европейский союз, Канада, Индия) и селективно-региональная (Китай). Установлено, что Россия обладает одним из крупнейших сырьевых профицитов, однако вовлекает в производство биотоплива менее 2% сырья по каждой позиции при отсутствии количественных обязательств по смешиванию биотоплива и бензина. Для сценариев Е3 и Е5 рассчитана потребность в зерновом сырье и стоимость его вовлечения двумя способами. Оценка по внутренним ценам производителей составила 460,0-920,0 млн долл., а по мировым ценам ОЭСР-ФАО достигла 710,6-1421,1 млн долл. Показано, что при внутренних ценах производителей стоимость зернового сырья остается ниже референтной цены биоэтанола, тогда как при мировых ценах, отражающих экспортную альтернативу зерна, она превышает эту цену, что делает переработку товарного зерна в биоэтанол невыгодной при сохранении экспортных возможностей.

Ключевые слова: мировой рынок биотоплива, биоэтанол, зерновое сырье, альтернативная стоимость сырья, производственно-потребительский баланс

Original article

FOREIGN MODELS OF BIOFUEL MARKET FORMATION AND THE POTENTIAL OF RUSSIA

S.V. Ivanova[1], N.D. Leonov[2]

[1]Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia
[2]Sberbank of Russia, Moscow, Russia

Abstract. The work is aimed at studying and classifying foreign models for the formation of the biofuel market, as well as assessing the possibilities for expanding biofuel production in the Russian Federation. Feedstock availability alone is not sufficient for biofuel market development, so countries are compared using four indicators: the production-consumption balance (PCB), structural surplus, foreign trade balance, and the share of feedstock actually involved in biofuel production. The article compares countries with the largest agro-industrial potential: the USA, Brazil, the European Union, Canada, India, China, Argentina and Indonesia, with Russia in terms of grain, oilseed and sugar-containing feedstock, based on 2024 OECD-FAO data. For scenarios E3 and E5, the grain feedstock requirement and the cost of its involvement are calculated using two approaches. The estimate based on domestic producer prices amounts to 460.0-920.0 million USD, while the estimate based on OECD-FAO world prices reaches 710.6-1421.1 million USD. The result depends on the price basis used: at domestic producer prices, the unit cost of grain feedstock remains below the reference bioethanol price, while at world prices, reflecting the export alternative for grain, it exceeds this price, making bioethanol production from commodity grain unprofitable as long as export access remains available.

Keywords: global biofuel market, bioethanol, grain feedstock, production and consumption balance, opportunity cost

Введение. Высокая волатильность мировых цен на нефть и газ, сложная инфраструктура и риски её функционирования в условиях геополитической напряженности, спрос на «зеленые» решения, диверсификация сырья и технологий производства «иного» топлива возродили интерес к экономике замкнутого цикла на базе биотоплива. Рециклинг с использованием нереализованных возможностей сельского хозяйства получил широкое развитие в ряде крупных стран.

Различия в развитии национальных рынков биотоплива не могут быть оценены только по объемам выпуска конечного топлива, поскольку исходные возможности его производства зависят от масштабов и структуры вовлечения аграрного сырья. Страны с развитым агропромышленным сектором одновременно направляют сельскохозяйственную продукцию на внутреннее потребление, экспорт и энергетическую переработку, однако соотношение данных направлений существенно различается.

На этом фоне Российская Федерация, несмотря на нефтегазовые возможности, обладает значительным сырьевым потенциалом для производства биотоплива, при этом показатели фактического вовлечения аграрного сырья в энергетическую переработку остаются низкими. В работе устанавливается, чем ограничена реализация имеющегося потенциала. Оценка строится на товарном зерне, имеющем сложившиеся направления сбыта на внутреннем и внешнем рынках.

Методы и методология исследования. Сопоставление зарубежных моделей формирования рынка биотоплива основано на сравнительном анализе стран по совокупности экономических показателей: производственно-потребительскому балансу (ППБ) и уровню структурной избыточности, сальдо внешней торговли и доле фактического вовлечения сырья в производство биотоплива. Совокупность указанных показателей в сочетании с действующими институциональными нормами формирует теоретическую основу для авторской

© Иванова С.В., Леонов Н.Д., 2026

Таблица 1. **Крупнейшие регионы и страны мира по производству сельскохозяйственного сырья на основе данных 2024 года**
Table 1. **Largest world regions and countries by agricultural feedstock production, based on 2024**

Сырье	Регион	Производство, млн т	% от мирового	Место в мире
Пшеница	Китай	138,60	17,32%	1
	ЕС	126,00	15,74%	2
	Индия	113,29	14,15%	3
Кукуруза	США	377,65	30,89%	1
	Китай	293,84	24,04%	2
	Бразилия	119,63	9,79%	3
Прочие крупнозерновые культуры	ЕС	80,15	27,05%	1
	Африка	50,60	17,08%	2
	Россия	26,69	9,01%	3
Растительное масло	Индонезия	54,68	23,49%	1
	Китай	31,23	13,42%	2
	ЕС	15,57	6,69%	3
Патока	Бразилия	17,85	26,57%	1
	Индия	12,82	19,08%	2
	Таиланд	4,4	6,55%	3

Источник: составлено авторами по данным ОЭСР-ФАО [1].

Таблица 2. **Регионы с положительным производственно-потребительским балансом сельскохозяйственного сырья и уровнем структурной избыточности на основе данных 2024 года**
Table 2. **Regions with a positive production-consumption balance of agricultural feedstock and structural surplus level, based on 2024**

Сырье	Регион	Производство, млн т	Потребление, млн т	ППБ, млн т	СИ, %
Пшеница	Россия	82,00	44,26	37,74	46%
	Канада	34,96	9,81	25,14	72%
	США	53,65	30,10	23,56	44%
Кукуруза	США	377,65	323,39	54,27	14%
	Бразилия	119,63	81,66	37,98	32%
	Аргентина	49,92	22,06	27,86	56%
Прочие крупнозерновые культуры	Европейский Союз	80,15	70,71	9,44	12%
	Россия	26,69	21,13	5,57	21%
	Канада	12,07	7,30	4,78	40%
Растительное масло	Индонезия	54,68	25,97	28,71	53%
	Аргентина	8,39	2,79	5,60	67%
	Россия	8,96	3,47	5,49	61%
Патока	Индонезия	1,22	0,67	0,55	45%
	Россия	1,68	1,27	0,41	24%
	Африка	4,04	3,82	0,22	5%

Источник: составлено авторами по данным ОЭСР-ФАО [1].

типологии зарубежных моделей. Для оценки потенциала расширения биотопливного направления в России применяется сценарный подход. При отсутствии национального норматива смешивания расчетный уровень определяется по практике зарубежных стран, впервые вводивших подобные требования, а потребность в сырье и стоимостная оценка его вовлечения рассчитываются раздельно по видам сырья с учетом технологических коэффициентов выхода конечного продукта, внутренних цен производителей и мировых цен.

В процессе обработки выполняли следующие виды работ:

1. Сравнение зарубежных моделей формирования рынка биотоплива.
2. Расчет сценарных показателей по зерновому сырью.

Зарубежные модели формирования рынка биотоплива.

Ход исследования. Сырьевая база производства биотоплива формируется на стыке энергетического и аграрного рынков. Сопоставление стран и регионов проводится по зерновому, масличному и сахаросодержащему сырью. Выбранные позиции охватывают основные группы аграрного сырья, используемые при производстве биотоплива. В 2024 г. на три крупнейших региона мира приходилось 64,71% мирового производства кукурузы, 53,13% прочих крупнозерновых культур, 52,20% патоки, 47,21% пшеницы и 43,59% растительного масла. Наиболее выраженная концентрация сложилась в производстве кукурузы, где США обеспечивали 30,89% мирового выпуска, Китай 24,04%, Бразилия 9,79%. В производстве пшеницы позиции распределены более равномерно между Китаем с долей 17,32%, Европейским союзом с 15,74% и Индией с 14,15% (табл. 1).

География внутреннего потребления частично совпадает с крупнейшими центрами производства, однако соотношение выпуска и внутреннего спроса существенно различается. В 2024 г. США потребили 323,39 млн т кукурузы при производстве 377,65 млн т, а Бразилия 81,66 млн т при выпуске 119,63 млн т. В Китае потребление пшеницы достигло 139,63 млн т при производстве 138,60 млн т, в Индии 112,32 млн т при выпуске 113,29 млн т. Различия более выражены в сегменте растительного масла, где внутренний спрос Китая составил 40,14 млн т при собственном производстве 31,23 млн т, а Индии 29,12 млн т при выпуске 12,20 млн т. [1].

Для оценки обеспеченности сырьем используется производственно-потребительский баланс (ППБ), рассчитываемый как разность между объемами производства и внутреннего потребления. Положительное значение ППБ отражает превышение производства над текущим внутренним использованием, отрицательное — характеризует его недостаточность. Изменение переходящих запасов в расчете не учитывается, поэтому показатель используется для оценки текущего соотношения производства и потребления, а не полного товарного баланса. Сокращение запасов может дополнительно увеличивать объем сырья, направляемого на внешний рынок, вследствие чего внешнеторговое сальдо способно превышать положительный ППБ. Для сопоставления экономик с различными масштабами аграрного производства дополнительно рассчитывается структурная избыточность (СИ) как отношение положительного ППБ к объему производства.

Абсолютный объем превышения производства над потреблением не всегда совпадает с уровнем структурной избыточности. По пшенице максимальный ППБ формирует Россия с 37,74 млн т при СИ 46%, тогда как Канада при меньшем абсолютном значении 25,14 млн т достигает 72%. По кукурузе лидируют США с 54,27 млн т, однако доля превышения у них составляет 14% против 56% в Аргентине при ППБ 27,86 млн т (табл. 2). Для определения направления данного превышения далее рассматривается внешняя торговля. Сальдо рассчитывается как разность между объемами экспорта и импорта: положительное значение отражает превышение экспорта над импортом, отрицательное характеризует зависимость от внешних поставок.

Сочетание положительного ППБ с положительным сальдо наблюдается в России и Канаде по пшенице, в США, Бразилии и Аргентине по кукурузе, в Индонезии по растительному маслу. В регионах с отрицательным балансом внутренний спрос частично обеспечивается внешними поставками, наиболее крупные отрицательные значения складываются в Африке, Китае и Индии (табл. 3). Сопоставление баланса и внешней торговли выделяет регионы с сырьевым профицитом и открывает переход к оценке того, какая его часть вовлекается в производство биотоплива. Для сопоставления регионов с различным масштабом производственной базы используется доля вовлечения, рассчитываемая как отношение объема сырья, направленного на производство биотоплива, к валовому производству соответствующего сырья в регионе.

Наиболее высокие значения складываются по масличному и сахаросодержащему сырью: Европейский союз использует 67,9% производимого растительного масла, США 64,2%, Бразилия 50,3%, а по патоке Индия направляет в переработку 81,3%, Таиланд 78,9%, Бразилия 53,6%. Зерновое сырье вовлекается заметно слабее, исключение образует кукуруза в США с показателем 40,2% и в Канаде с 27,8%. В мировой практике пшеница для производства биотоплива используется крайне редко, при этом ЕС вовлекает в производство биотоплива лишь 3,3% производимой пшеницы (табл. 4).

Сахарный тростник, сахарная свекла и рис вовлекаются ограниченным кругом регионов и рассматриваются отдельно. По тростнику наибольшее вовлечение складывается в Бразилии, где на биотопливо направляется 326,63 из 678,67 млн т, или 48,1%, далее следуют Аргентина с 34,7% и Индия с 11,7%. Сахарную свеклу использует только Европейский союз, в переработку поступает 9,88 из 120,39 млн т, или 8,2%, рис вовлекает единственный регион, Индия направляет 3,34 из 139,81 млн т, или 2,4% [1].

В Российской Федерации значения указанных показателей не превышают двух процентов ни по одной позиции, растительное масло и патока в производство биотоплива не направляются (табл. 4). Не используется и сахарная свекла, валовой сбор которой достигает 45,64 млн т и уступает в рассматриваемой совокупности только Европейскому союзу, США и Африке [1]. Оценка моделей формирования спроса на биотопливо в рассмотренных странах требует обращения к их институциональным нормам (табл. 5).

Сопоставление производственно-потребительского баланса аграрного сырья, внешней

торговли, доли вовлечения в производство биотоплива и действующих норм позволяет выделить четыре зарубежные модели. Профицитно-перерабатывающая модель США и Бразилии сочетает сырьевой профицит с высокой долей энергетической переработки и общенациональными обязательствами [9]. В профицитно-экспортной модели Аргентины и Индонезии значительная часть сырья сохраняет внешнеторговое направление, а нормы смешивания обеспечивают перенаправление отдельной доли сырья на производство биотоплива. Потребительско-регулируемая модель Европейского союза, Канады и Индии характеризуется высоким внутренним использованием отдельных видов сырья и его целевым вовлечением в энергетическую переработку. Селективно-региональная модель Китая сочетает масштабное внутреннее потребление сельскохозяйственной продукции с невысокой долей её переработки в биотопливо и территориально ограниченными программами этанольного бензина. ЮАР не включается в количественную типологию, поскольку в расчётах используется статистика по Африке в целом.

Российский кейс.

Низкая вовлечённость сырья в производство биотоплива в России отчасти объясняется её статусом крупного производителя и экспортёра нефти и природного газа, что снижает институциональную мотивацию к введению количественных обязательств по биотопливу, подобных зарубежным моделям. Вместе с тем императивы экономики замкнутого цикла в сельском хозяйстве формируют самостоятельный стимул к развитию биоэнергетики независимо от конъюнктуры традиционных энергоресурсов (табл. 6).

При отсутствии национального ориентира расчетный уровень определяется по практике стран, впервые вводивших требования к смешиванию. Начальные нормативы находились преимущественно в диапазоне 2-5% (табл. 7). Для России далее рассматриваются два сценария, E3 и E5, как нижняя и верхняя границы этого диапазона.

Объем рынка автомобильного бензина в России составляет 38,8 млн т, что при плотности 0,75 т/куб. м соответствует 51,73 млн куб. м [18]. По данным ОЭСР-ФАО потребление биоэтанола составляет 515,01 млн литров, или 0,515 млн куб. м, что дает 1,00% объема бензинового рынка [1]. Сценарий E3 (3% этанола) требует 1,552 млн куб. м биоэтанола, сценарий E5 требует 2,587 млн куб. м. Относительно текущего уровня потребления дополнительная потребность достигает соответственно 1,04 и 2,07 млн куб. м, что соответствует увеличению эквивалентной доли на 2,00 и 4,00 п.п. Показатель отражает эквивалентную долю в топливном пуле, а не содержание спирта в каждом литре смеси.

Потребность в сырье рассчитывается раздельно по видам зерновых культур с учетом структуры ППБ и различий технологического выхода биоэтанола. Расчет предполагает пропорциональное вовлечение одинаковой доли пшеницы, кукурузы и прочих крупнозерновых культур. Коэффициент выхода принят на уровне 0,30 т биоэтанола на 1 т пшеницы и прочих крупнозерновых культур и 0,32 т на 1 т кукурузы [19]. Доли приняты на минимальном целом уровне, покрывающем расчетную потребность. Вовлечение 6% положительного ППБ обеспечивает 1,08 млн куб. м биоэтанола, 12% — 2,17 млн куб. м (табл. 8).

Таблица 3. **Регионы с наибольшим положительным и отрицательным сальдо внешней торговли сельскохозяйственного сырья на основе данных 2024 года**
Table 3. **Regions with the largest positive and negative agricultural feedstock trade balance, based on 2024**

Сырье	Топ-3 региона с положительным сальдо	Сальдо, млн т	Топ-3 региона с отрицательным сальдо	Сальдо, млн т
Пшеница	Россия	47,81	Африка	-55,36
	Канада	25,31	Индонезия	-11,63
	США	22,96	Китай	-9,7
Кукуруза	США	59,93	Африка	-18,69
	Бразилия	38,13	Китай	-13,63
	Аргентина	28,46	Европейский союз	-13
Прочие крупнозерновые культуры	Европейский союз	8,58	Китай	-19,36
	Россия	6,07	Африка	-5,63
	Канада	5,17	Таиланд	-0,51
Растительное масло	Индонезия	29,06	Индия	-16,34
	Россия	5,49	Африка	-10,25
	Аргентина	5,47	Китай	-7,97
Патока	Индонезия	0,55	США	-0,94
	Россия	0,41	ЕС	-0,92
	Африка	0,22	Канада	-0,11

Источник: составлено авторами по данным ОЭСР-ФАО [1].

Таблица 4. **Использование сельскохозяйственного сырья для производства биотоплива, 2024 г., млн т/ %**
Table 4. **Use of agricultural feedstock for biofuel production, 2024, million t / %**

Регион	Пшеница	Кукуруза	Проч. крупнозерн.	Растительное масло	Патока
Бразилия	0,00 (0,0)	17,02 (14,2)	0,00 (0,0)	6,30 (50,3)	9,56 (53,6)
США	0,00 (0,0)	151,86 (40,2)	0,37 (2,9)	9,82 (64,2)	0,00 (0,0)
Европейский союз	4,14 (3,3)	6,37 (9,8)	1,83 (2,3)	10,57 (67,9)	0,44 (14,1)
Индия	0,77 (0,7)	1,98 (5,2)	0,77 (3,9)	0,04 (0,3)	10,42 (81,3)
Таиланд	-	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	1,67 (36,4)	3,47 (78,9)
Аргентина	0,00 (0,0)	1,85 (3,7)	0,00 (0,0)	1,17 (13,9)	0,23 (44,2)
Индонезия	-	0,00 (0,0)	-	10,60 (19,4)	0,40 (32,8)
Китай	0,41 (0,3)	19,54 (6,6)	0,50 (5,2)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
Канада	0,42 (1,2)	4,27 (27,8)	0,00 (0,0)	0,55 (10,2)	0,00 (0,0)
Россия	0,93 (1,1)	0,23 (1,8)	0,39 (1,5)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
Африка	0,00 (0,0)	0,03 (0,0)	0,03 (0,1)	0,00 (0,0)	0,86 (21,3)
Мир	8,33 (1,0)	205,23 (16,8)	4,34 (1,5)	44,02 (18,9)	30,47 (45,4)

Примечание: приведен объем сырья, направленного на производство биотоплива; в скобках — доля вовлечения в процентах от валового производства. Прочерк означает отсутствие производства культуры в регионе. Мировые значения приведены по данным ОЭСР-ФАО в целом и не являются суммой представленных регионов.

Источник: составлено авторами по данным ОЭСР-ФАО [1].

Таблица 5. **Институциональные условия формирования спроса на биотопливо.**
Table 5. **Institutional conditions shaping biofuel demand**

Регион	Механизм регулирования	Норматив по действующему акту
США	Renewable Fuel Standard	EPA ежегодно устанавливает обязательные объемы и процентные стандарты RFS [3].
Канада	Clean Fuel Regulations	Не менее 5% бензинового и 2% дизельного пула замещается возобновляемым топливом; Предусмотрено снижение углеродной интенсивности бензина и дизельного топлива на 14 г CO2-экв./МДж к 2030 г. относительно уровня 2016 г.[2].
Европейский союз	Renewable Energy Directive (RED III)	К 2030 г. не менее 29% ВИЭ в транспорте либо снижение углеродной интенсивности на 14,5%. Для авиационного топлива минимальная доля SAF составляет 2% с 2025 г. и 6% к 2030 г. [5, 8].
Бразилия	Обязательное смешивание и RenovaBio	E32 действует с 01.08.2026; B15 действует с 01.08.2025 [6].
Аргентина	Ley de Biocombustibles	Обязательное смешивание: E12 и B7,5 [7].
Индонезия	Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources	Обязательное смешивание B50 [4].
Индия	Ethanol Blended Petrol Programme	Целевой уровень E20; индикативный ориентир B5 к 2030 г [7].
Китай	Региональные программы топливного этанола	GB 18351-2025 — обязательный стандарт качества этанольного бензина; действует с 01.07.2026.[7]
ЮАР	Regulations regarding the Mandatory Blending of Biofuels with Petrol and Diesel	Обязательное смешивание: B5 и E2-E10; с 12.08.2025 действует регулируемая цена биотоплива [7].

Источник: составлено авторами [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]

Таблица 6. **Инструменты государственного регулирования, влияющие на развитие производства биотоплива в Российской Федерации**
Table 6. **Government regulatory instruments affecting biofuel production development in the Russian Federation**

Механизм регулирования	Норматив по действующему акту
Технический регламент ТР ТС 013/2011	Этанол в бензине классов К3–К5 не более 5% объема, метиловые эфиры жирных кислот в дизельном топливе не более 7% объема [10]
Госпрограмма развития сельского хозяйства, ПП РФ № 717, приложение 14	Ставка на 1 т реализованного зерна собственного производства. На 2026 г. предусмотрено 10 млрд руб. [12, 13]
Акцизный вычет при использовании денатурированного этилового спирта (ст. 179.2, 200, 201 НК РФ)	Действует с 2026 г. Свидетельство по подп. 8 п. 1 ст. 179.2 НК РФ, введенному Федеральным законом от 28.11.2025 № 425-ФЗ, выдается при наличии свидетельства переработчика нефтяного сырья. Вычет применяется при использовании спирта для производства продукции, указанной в свидетельстве [11, 14, 15]

Источник: составлено авторами [10, 12, 13, 11, 14, 15].

Таблица 7. **Первоначальные уровни регулируемого вовлечения биотоплива на отдельных зарубежных рынках**
Table 7. **Initial levels of mandated biofuel blending in selected foreign markets**

Страна	Акт	Год	Начальный уровень
ЕС	Directive 2003/30/EC on Biofuels for Transport	2005	2% с повышением до 5,75% к 2010 г.
Япония	Ethanol E3 Production Demonstration	2007	3%
Индия	Ethanol Blended Petrol Programme	2003	5%

Источник: составлено авторами [7].

Таблица 8. **Требуемый объем зернового сырья и выпуск биоэтанола по сценариям Е3 и Е5**
Table 8. **Required grain feedstock volume and bioethanol output under scenarios E3 and E5**

Сырье	ППБ, млн т	Е3: сырье, млн т	Е5: сырье, млн т	Выход этанола, т/т	Е3: этанол, млн т	Е5: этанол, млн т	Е3: млн куб. м	Е5: млн куб. м
Пшеница	37,74	2,26	4,53	0,3	0,68	1,36	0,86	1,72
Кукуруза	3,95	0,24	0,47	0,32	0,08	0,15	0,096	0,192
Проч. крупнозерн.	5,57	0,33	0,67	0,3	0,10	0,20	0,128	0,254
Всего	47,26	2,83	5,67		0,86	1,71	1,08	2,17

Источник: составлено авторами по данным ОЭСР-ФАО [1, 19].

Экономическая оценка стоимости зернового сырья проводится двумя способами. Первый способ основан на средней цене производителей зерновых культур в Российской Федерации, которая в I квартале 2026 г. составляла 11 900,50 руб. за тонну по данным ФСГС(Росстата) [20]. При среднем курсе доллара США, установленном Банком России, на уровне 77,70 руб. цена зерна соответствует 153,15 долл. за тонну [21]. Вовлечение 6% положительного производственно-потребительского баланса дает стоимость сырья 460,01 млн долл., а вовлечение 12% дает 920,03 млн долл., что соответствует около 402 долл. на 1 куб. м биоэтанола в обоих сценариях. Показатель характеризует только стоимость зерна без учета транспортировки, переработки, капитальных вложений и реализации готового топлива.

Второй способ основан на альтернативной стоимости зерна по мировым ценам ОЭСР-ФАО за 2025 г. При цене пшеницы 238,76 долл./т, кукурузы 199,51 долл./т и прочих крупнозерновых культур 227,21 долл./т вовлечение 6% положительного баланса дает стоимость сырья 710,57 млн долл., а вовлечение 12% дает 1 421,14 млн долл., из которых около 88,8% приходится на пшеницу. В расчете на дополнительный выпуск это составляет приблизительно 621 долл. на 1 куб. м биоэтанола [1].

Обе оценки сопоставляются с референтной ценой биоэтанола ОЭСР-ФАО на рынке Омахи, равной 502 долл. за куб. м [22]. При внутренних ценах производителей стоимость зернового сырья остается ниже референтной цены примерно на 100 долл. за куб. м, оставляя пространство для покрытия затрат на переработку, капитальные вложения и реализацию. При мировых ценах, отражающих экспортную альтернативу зерна, стоимость одного только сырья уже превышает референтную цену примерно на 119 долл. за куб. м. Котировка Омахи отражает условия рынка США и не является российской ценой, однако сопоставление показывает, что экономическая целесообразность производства биоэтанола из товарного зерна напрямую зависит от того, реализуется ли зерно на внутреннем рынке или обладает экспортной альтернативой по мировым ценам. Если по каким-либо причинам возможность реализации зерна на экспортном рынке окажется ограниченной, его альтернативная стоимость снижается, и вовлечение такого сырья в производство биоэтанола становится перспективным направлением расширения переработки.

Результаты и обсуждение. Сопоставление национальных моделей формирования рынка биотоплива показывает, что рынок биотоплива нигде не возник как результат одного лишь сырьевого изобилия. Во всех рассмотренных странах государственное регулирование формирует гарантированный спрос на биотопливо, снижая для производителей риски реализации продукции и повышая предсказуемость инвестиционных решений. Россия обладает одним из крупнейших сырьевых профицитов и при этом вовлекает в энергетическую переработку менее 2% производимого сырья по каждой позиции. Количественного обязательства по потреблению биотоплива не установлено, а действующие меры поддержки адресованы смежным звеньям цепочки. Ограниченное развитие рынка связано, прежде всего, с институциональными условиями, при которых реализация сырья сохраняет более высокую экономическую привлекательность по сравнению с переработкой в биотопливо.

Расчет по двум методам показывает, что результат сопоставления зависит от базы сравнения цен. Возникающий разрыв фактически измеряет альтернативную стоимость зерна, то есть доход, который производитель получает при реализации сырья, а не при его переработке в биотопливо. Пока экспортный канал остается доступным, эта альтернативная стоимость удерживает удельные затраты на сырье выше референтной цены биоэтанола и снижает экономическую привлекательность переработки. Ограничение доступа к экспортному рынку способно изменить данное соотношение и сделать вовлечение зерна в производство биотоплива более обоснованным.

Выводы. Экономическая целесообразность производства биоэтанола из зернового сырья в Российской Федерации зависит от базы сравнения цен. При внутренних ценах производителей стоимость сырья остается ниже цены готового биоэтанола, тогда как при мировых ценах, отражающих экспортную альтернативу зерна, она превышает ее, что делает переработку товарного зерна невыгодной при сохранении открытого экспортного канала.

Наиболее обоснованным направлением в текущих условиях выступает вовлечение некондиционного зерна, не пригодного для продовольственного, кормового и спиртового использования и не имеющего сопоставимой альтернативной стоимости. Такой вариант исключает риски снижения продовольственной безопасности.

Если возможность реализации товарного зерна на экспортном рынке окажется ограниченной, его альтернативная стоимость снизится, то вовлечение такого сырья в производство биоэтанола может стать самостоятельным направлением расширения его переработки без дополнительных мер государственной поддержки. Расширение российского рынка биотоплива при сохранении экспортных возможностей требует введения количественного обязательства по вовлечению зернового сырья в производство биотоплива и государственной поддержки, компенсирующей сохраняющийся ценовой разрыв.

Область применения результатов. Полученные результаты могут быть использованы при оценке перспектив расширения производства биотоплива в Российской Федерации и регионах со схожим ресурсным профилем, в частности при обосновании сценариев вовлечения зернового сырья в энергетический оборот, расчете экономической целесообразности профильных проектов и разработке мер государственной поддержки биотопливного направления.

Список источников

1. OECD-FAO Data Explorer (database) [Электронный ресурс]. URL: http://data-explorer.oecd.org/ (дата обращения: 14.08.2026).

2. Clean Fuel Regulations (SOR/2022-140) [Электронный ресурс]. URL: http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2022-140/FullText.html (дата обращения: 14.08.2026).

3. Code of Federal Regulations. Title 40. Part 80. Subpart M. Renewable Fuel Standard [Электронный ресурс]. URL: http://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-80/subpart-M/section-80.1405 (дата обращения: 14.08.2026).

4. Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources concerning the Obligation to Mix Biodiesel with Diesel Fuel by 50% within the Financing Framework by the Plantation Fund Management Agency [Электронный ресурс]. — URL: http://ebtke.esdm.go.id/artikel/pengumuman/keputusan-menteri-esdm-tentang-kewajiban-pencampuran-bahan-bakar-nabati-jenis-biodiesel-dengan-bahan-bakar-minyak-berupa-minyak-solar-sebesar-50-dalam-kerangka-pembiayaan-oleh-badan-pengelola-dana-perkebunan (дата обращения: 14.08.2026).

5. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council (RED III) [Электронный ресурс]. URL: http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj (дата обращения: 14.08.2026).

6. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brazil's Short-Term Fuel Market Outlook. June 2026 [Электронный ресурс]. URL: http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-228/topico-214/Brazil%E2%80%99s%20Short-Term%20Fuel%20Market%20Outlook_2026-06.pdf (дата обращения: 14.08.2026).

7. IEA Policies (database) [Электронный ресурс]. URL: https://www.iea.org/policies (дата обращения: 14.08.2026).

8. IEA Renewable 2025 [Электронный ресурс]. URL: https://www.iea.org/reports/renewables-2025 (дата обращения: 26.01.2026).

9. Иванова, С. В. Бразилия на мировом рынке биотоплива / С.В. Иванова, Н.Д. Леонов // Валютное регулирование. Валютный контроль. 2023. № 3. С. 50-56.

10. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» [Электронный ресурс]. URL: http://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/4ae/P_826_1.pdf (дата обращения: 14.08.2026).

11. Налоговый Кодекс Российской Федерации Статья 179.2. Свидетельства о регистрации организации, совершающей операции с этиловым спиртом [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/bc439e21e132fd9bf4dd48dd510ee531b6261bc2 (дата обращения: 14.08.2026).

12. Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 № 717, приложение № 14 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/977287ce9a655f47fd8e3716574b99865800b2f4 (дата обращения: 14.08.2026).

13. Федеральный закон от 28.11.2025 № 426-ФЗ «О федеральном бюджете на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов»: [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_520057/675cd136a284f13182e2ae965e53528c8d6bab61 (дата обращения: 14.08.2026).

14. Налоговый Кодекс Российской Федерации Статья 200. Налоговые вычеты [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ad62eb9727ec32a8089809a28add34550082d271/ (дата обращения: 14.08.2026).

15. Налоговый Кодекс Российской Федерации Статья 201. Порядок применения налоговых вычетов [Электронный ресурс]. URL: http://nalog.garant.ru/fns/nk/1efa800d5f474b5131ebc599024686d7 (дата обращения: 14.08.2026).

16. Федеральный закон Российской Федерации от 14.07.2022 № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421776 (дата обращения: 14.08.2026).

17. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла». [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/activity/environmental_well-being/federalnyy-proekt-ekonomika-zamknutogo-tsikla (дата обращения: 14.08.2026).

18. Министерство энергетики Российской Федерации. Стратегическое развитие топливно-энергетического комплекса: ключевые ориентиры и образ будущего [Электронный ресурс]. URL: https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/24f/w5di5x0ijq6p6wjy4haccvptagofymwr/Prezentatsia_Kollegia_Minenergo.pdf (дата обращения: 14.08.2026).

19. Edwards R., O'Connell A., Padella M., Giuntoli J., Koeble R., Bulgheroni C., Marelli L., Lonza L. Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation. EUR 28349 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. DOI: 10.2760/69179. [Электронный ресурс] URL: http://setis.ec.europa.eu/definition-input-data-assess-ghg-default-emissions-biofuels-eu-legislation_en (дата обращения: 14.08.2026).

20. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) Средние цены производителей сельскохозяйственной продукции, реализованной сельскохозяйственными организациями, с 2010 г. [Электронный ресурс]. URL: http://rosstat.gov.ru/statistics/price# (дата обращения: 14.08.2026).

21. Банк России. Динамика официального курса заданной валюты [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/currency_base/dynamics (дата обращения: 14.08.2026).

22. OECD-FAO (2026), Agricultural Outlook 2026-2035, OECD Agriculture statistics (database) [Электронный ресурс]. URL: http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en (дата обращения: 14.08.2026).

References

1. OECD-FAO Data Explorer (database). Available at: http://data-explorer.oecd.org/ (accessed 14 August 2026).

2. Clean Fuel Regulations (SOR/2022-140). Available at: http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2022-140/FullText.html (accessed 14 August 2026).

3. Code of Federal Regulations. Title 40. Part 80. Subpart M. Renewable Fuel Standard. Available at: http://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-80/subpart-M/section-80.1405 (accessed 14 August 2026).

4. Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources concerning the Obligation to Mix Biodiesel with Diesel Fuel by 50% within the Financing Framework by the Plantation Fund Management Agency. Available at: http://ebtke.esdm.go.id/artikel/pengumuman/keputusan-menteri-esdm-tentang-kewajiban-pencampuran-bahan-bakar-nabati-jenis-biodiesel-dengan-bahan-bakar-minyak-berupa-minyak-solar-sebesar-50-dalam-kerangka-pembiayaan-oleh-badan-pengelola-dana-perkebunan (accessed 14 August 2026).

5. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council (RED III). Available at: http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj (accessed 14 August 2026).

6. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brazil's Short-Term Fuel Market Outlook. Available at: http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-228/topico-214/Brazil%E2%80%99s%20Short-Term%20Fuel%20Market%20Outlook_2026-06.pdf (accessed 14 August 2026).

7. IEA Policies (database) Available at: http://www.iea.org/policies (accessed 14 August 2026).

8. IEA Renewable 2025 [Электронный ресурс]. http://www.iea.org/reports/renewables-2025 (дата обращения: 26.01.2026).

9. Ivanova, S.V. & Leonov, N.D. (2023). *Braziliya na mirovom rynke biotopliva* [Brazil in the global biofuel market]. *Valyutnoe regulirovanie. Valyutnyy kontrol'*, no. 3, pp. 50-56.

10. *Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 013/2011 "O trebovaniyakh k avtomobil'nomu i aviatsionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlya reaktivnykh dvigateley i mazutu"* [Technical Regulation of the Customs Union TR TS 013/2011 "On Requirements for Automobile and Aviation Gasoline, Diesel and Marine Fuel, Jet Fuel and Fuel Oil"]. Available at: http://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/4ae/P_826_1.pdf (accessed 14 August 2026).

11. *Nalogovyy kodeks Rossiyskoy Federatsii. Stat'ya 179.2. Svidetel'stva o registratsii organizatsii, sovershayushchey operatsii s etilovym spirtom* [Tax Code of the Russian Federation. Article 179.2. Certificates of registration of an organization carrying out operations with ethyl alcohol]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/bc439e21e132fd9bf4dd48dd510ee531b6261bc2/ (accessed 14 August 2026).

12. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14.07.2012 No 717, prilozhenie No 14 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 717 of 14 July 2012*, Annex No. 14]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/977287ce9a655f47fd8e3716574b99865800b2f4/ (accessed 14 August 2026).

13. *Nalogovyy kodeks Rossiyskoy Federatsii. Stat'ya 200. Nalogovye vychety* [Tax Code of the Russian Federation. Article 200. Tax deductions]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ad62eb9727ec32a8089809a28add34550082d271/ (accessed 14 August 2026).

14. *Nalogovyy kodeks Rossiyskoy Federatsii. Stat'ya 201. Poryadok primeneniya nalogovykh vychetov* [Tax Code of the Russian Federation. Article 201. Procedure for applying tax deductions]. Available at: https://nalog.garant.ru/fns/nk/1efa800d5f474b5131ebc599024686d7/ (accessed 14 August 2026).

15. *Federal'nyy zakon ot 28.11.2025 No 426-FZ "O federal'nom byudzhete na 2026 god i na planovyy period 2027 i 2028 godov"* [Federal Law No. 426-FZ of 28 November 2025 "On the Federal Budget for 2026 and the Planning Period of 2027 and 2028"]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_520057/675cd136a284f13182e2ae965e53528c8d6bab61/ (accessed 14 August 2026).

16. *Federal'nyy zakon Rossiyskoy Federatsii ot 14.07.2022 No 248-FZ "O pobochnykh produktakh zhivotnovodstva i o vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii"* [Federal Law of the Russian Federation No. 248-FZ of 14 July 2022 "On Livestock By-products and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation"]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421776/ (accessed 14 August 2026).

17. *Federal'nyy proekt "Ekonomika zamknutogo tsikla"* [Federal Project "Circular Economy"]. Available at: https://www.mnr.gov.ru/activity/environmental_well-being/federalnyy-proekt-ekonomika-zamknutogo-tsikla/ (accessed 14 August 2026).

18. *Ministerstvo energetiki Rossiyskoy Federatsii. Strategicheskoe razvitie toplivno-energeticheskogo kompleksa: klyuchevye orientiry i obraz budushchego* [Ministry of Energy of the Russian Federation. Strategic Development of the Fuel and Energy Complex: Key Benchmarks and Future Outlook]. Available at: https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/24f/w5di5x0ijq6p6wjy4haccvptagofymwr/Prezentatsia_Kollegia_Minenergo.pdf (accessed 14 August 2026).

19. Edwards R., O'Connell A., Padella M., Giuntoli J., Koeble R., Bulgheroni C., Marelli L., Lonza L. Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation. EUR 28349 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. DOI: 10.2760/69179. Available at: http://setis.ec.europa.eu/definition-input-data-assess-ghg-default-emissions-biofuels-eu-legislation_en (accessed 14 August 2026).

20. *Federal State Statistics Service (Rosstat). Srednie tseny proizvoditeley sel'skokhozyaystvennoy produktsii, realizovannoy sel'skokhozyaystvennymi organizatsiyami, s 2010 g.* [Average Producer Prices for Agricultural Products Sold by Agricultural Organizations, since 2010]. Available at: http://rosstat.gov.ru/statistics/price# (accessed 14 August 2026).

21. *Bank Rossii. Dinamika ofitsial'nogo kursa zadannoy valyuty* [Bank of Russia. Dynamics of the Official Exchange Rate of a Given Currency]. Available at: http://cbr.ru/currency_base/dynamics (accessed 14 August 2026).

22. OECD-FAO (2026), Agricultural Outlook 2026-2035, OECD Agriculture statistics (database) Available at: http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en (accessed 14 August 2026).

Информация об авторах:

Иванова Светлана Васильевна, доктор экономических наук, профессор, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4759-2934, ivanova.sv.rea@gmail.com

Леонов Никита Дмитриевич, аналитик данных, Сбербанк России, ORCID: http://orcid.org/0009-0001-3679-7870, enotmem@mail.ru

Information about the authors:

Svetlana V. Ivanova, doctor of economic sciences, professor, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4759-2934, ivanova.sv.rea@gmail.com

Nikita D. Leonov, data analyst, Sberbank of Russia, Moscow, ORCID: http://orcid.org/0009-0001-3679-7870, enotmem@mail.ru

✉ **ivanova.sv.rea@gmail.com**

Научная статья
УДК: 339.5:634.2
doi: 10.55186/25876740_2026_69_7_1046

МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ ПЕРСИКАМИ И НЕКТАРИНАМИ: ОБЪЕМЫ, СТРАНЫ, ТЕНДЕНЦИИ

Н.В. Прохорова[1], А.Г. Гамидов[1], В.В. Маслов[1], Н.В. Матчинова[2], О.В. Жирная[2]

[1]Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
[2]Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева (Калужский филиал), Калуга, Россия

Аннотация. В этой научной работе авторы поставили цель проанализировать трансформацию международной торговли персиками и нектаринами. На основе использования данных статистической базы ФАО, определено, что за 2015-2024 гг. глобальный экспорт этих фруктов снизился на 12,87%: с 2245,015 тыс. т до 1956,049 тыс. т, а импорт на 12,76%: с 2206,574 тыс. т до 1924,911 тыс. т. По итогам 2024 г. выбрано по двадцать передовых в этих процессах стран, сформировано два рейтинга. Авторы установили, что первая десятка ведущих в экспорте обозначенной категории плодово-ягодной продукции государств обеспечила 85,46% от его общемирового объема, вторая — 10,98%, что суммарно составило 96,44%. В то же время, аналогичные показатели в глобальном импорте оказались равны 63,35%, 17,12% и 80,48%. Выявлено, что в 2024 г. важнейшими по первому из рассматриваемых направлений международной торговли персиками и нектаринами были следующие десять стран: Испания — 35,32%, Турция — 13,36%, Греция — 6,44%, Италия — 6,03%, Чили — 5,95%, Узбекистан — 5,29%, КНР — 3,97%, США — 3,15%, Иордания — 3,07%, Азербайджан — 2,88%. Тогда как по второму, то есть по импорту: Россия — 18,75%, Германия — 12,32%, Италия — 6,16%, Франция — 6,12%, Польша — 4,94%, Великобритания — 3,72%, Румыния — 3,08%, Португалия — 2,88%, КНР — 2,78%, Нидерланды — 2,58%. Авторы установили, что государства, участвующие в интернациональном обороте исследуемыми фруктами, главным образом представляют Европу и Азию.

Ключевые слова: плодово-ягодная продукция, косточковые, персики и нектарины, рейтинг, экспорт, импорт

Original article

INTERNATIONAL TRADE IN PEACHES AND NECTARINES: VOLUMES, COUNTRIES, TRENDS

N.V. Prokhorova[1], A.G. Gamidov[1], V.V. Maslov[1], N.V. Matchinova[2], O.V. Zhirnaya[2]

[1]Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia
[2]Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (Kaluga branch), Kaluga, Russia

Abstract. In this research, the authors set out to analyze the transformation of international trade in peaches and nectarines. Using data from the FAO statistical database, it was determined that from 2015 to 2024, global exports of these fruits decreased by 12.87%: from 2,245,015 tons to 1,956,049 tons, while imports decreased by 12.76%: from 2,206,574 tons to 1,924,911 tons. Based on the results of 2024, twenty countries were selected as leading in these processes, and two ratings were created. The authors found that the top ten countries in the export of this category of fruit and berry products accounted for 85.46% of the global total, while the second ten accounted for 10.98%, for a total of 96.44%. At the same time, similar indicators in global imports were equal to 63.35%, 17.12% and 80.48%. It was revealed that in 2024, the most important countries in the first of the considered directions of international trade in peaches and nectarines were the following ten countries: Spain — 35.32%, Turkey — 13.36%, Greece — 6.44%, Italy — 6.03%, Chile — 5.95%, Uzbekistan — 5.29%, China — 3.97%, USA — 3.15%, Jordan — 3.07%, Azerbaijan — 2.88%. Whereas for the second, that is, for imports: Russia — 18.75%, Germany — 12.32%, Italy — 6.16%, France — 6.12%, Poland — 4.94%, Great Britain — 3.72%, Romania — 3.08%, Portugal — 2.88%, China — 2.78%, the Netherlands — 2.58%. The authors found that the countries participating in the international trade of the studied fruits mainly represent Europe and Asia.

Keywords: fruit and berry products, stone fruits, peaches and nectarines, ranking, export, import

Введение. Главным объективным фактором размещения садоводства и других направлений растениеводства (в частности, бахчеводства, поскольку в отличии от отечественного подхода, по классификации Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) арбузы и дыни входят в подгруппу «fruits», а не в «vegetables» [1]) в тех или иных регионах мира выступают природно-климатические условия. К тому же, большинство окультуренных видов Флоры, от которых человек получает фрукты и ягоды, требовательны к температуре и влажности, из-за чего в настоящее время основная масса их урожая собирается в странах, находящихся в тропиках и субтропиках [2]. В некоторых из них по причине высокого спроса на подобную продукцию со стороны государств, расположенных в более суровых для теплолюбивых плодово-ягодных растений широтах, в обозначенной отрасли сформировался существенный экспортный потенциал [3]. В последние годы это коснулось даже тех видов. которые в связи с их небольшим объемом производства и международной торговли считались экзотическими [4].

За счет поставок на внешние рынки фруктов, ягод и продуктов их переработки, эти страны обеспечивают себе приток определенного количества валютной выручки [5]. Тогда как импортирующие их государства, с одной стороны, решают проблему физической доступности в свежей плодово-ягодной продукции в течение всего календарного года [6]. С другой стороны, обеспечивают для своего среднестатистического потребителя экономическую возможность приобретать ее по причине не столь сильного ранее выраженного повышения цен в зимне-весенний период [7]. Это в полной степени относится и к России, которая в первом десятилетии XXI века стала наращивать закупки за рубежом многих фруктов и ягод, причем не только тропических и субтропических, но и более традиционных для нее, типа яблок [8].

Однако, не все находящиеся в благоприятных природно-климатических условиях страны смогли создать экспортный потенциал садоводства. Так, из африканских только несколько в крупных объемах направляют на внешние рынки свежую плодово-ягодную продукцию [9].

© Прохорова Н.В., Гамидов А.Г., Маслов В.В., Матчинова Н.В., Жирная О.В., 2026

В то же время в Латинской Америке многие государства играют большую роль в мире по поставкам фруктов и ягод, прежде всего, их тропических видов [10]. Например, в первой двадцатке ведущих по экспорту важнейших из них — бананов представлено девять стран из этого макрорегиона, в том числе четыре в первой пятерке. Научные труды ряда авторов свидетельствуют о том, что в большинстве из них сложился наибольший уровень внешней торгуемости данной категорией плодово-ягодной продукции [11]. Вполне естественно, что именно эти страны характеризуются наибольшими размерами чистой валютной выручки, получаемой от поставок в интернациональный оборот данных фруктов [12].

И если среди тропических культур на первом месте по валовым сборам и объемам международной торговли находились бананы, то семечковых — яблоки, цитрусовых — апельсины, бахчевых — арбузы [13]. Орехи в широком смысле также относятся к плодово-ягодной продукции, но рассматриваются в рамках статистической базы ФАО отдельно от подгруппы «fruits» [14]. Среди косточковых видов наибольшее значение в этих процессах занимают персики и нектарины. В связи с этим в рамках данной статьи авторы поставили цель исследовать изменение параметров глобального интернационального оборота именно этой категории фруктов, в том числе выявить лидирующие в их экспорте и импорте страны.

Материалы и методы исследования. Для достижения обозначенной цели использованы данные ФАО за 2015 г. и 2024 г., то есть анализом охвачен 10-летний период. В статистической базе этой организации в разделе «trade» представлена информация по международной торговле конкретными видами сельскохозяйственных товаров, в том числе объединенных в одну категорию персиков и нектаринов. Авторы по итогам 2024 г. выбрали по двадцать стран, занимающих наибольшее значение в общемировом экспорте и импорте этими косточковыми. За оба сравниваемых года рассчитан удельный вес данных государств в физических объемах глобального интернационального оборота изучаемыми фруктами. Для выявления произошедших изменений по каждой стране найдена разница показателей (фактических и расчетных) за 2015 г. и 2024 г. Сформировано два рейтинга: по экспорту (табл.1) и по импорту (табл.2). В статистике ФАО Гонконг рассматривается отдельно от КНР, поэтому в данной работе авторы придерживались этого же подхода.

Результаты и обсуждение. Охарактеризуем более подробно изменение за 2015-2024 гг. объемов и структуры глобального экспорта персиков и нектаринов (табл.1). В этом рейтинге оказались семь европейских государств, из них четыре в первой десятке. В оба сравниваемых года лидером по поставкам в международную торговлю этой категории плодово-ягодной продукции была Испания, хотя в ней и произошло снижение данного параметра с 851,713 тыс. т до 690,902 тыс. т, в результате чего ее удельный вес в общемировом количестве сократился с 37,94% до 35,32%. Похожая ситуация наблюдалась в Греции, а именно: третье место в оба сопоставляемых года, уменьшение поставок на внешние рынки рассматриваемых косточковых с 148,045 тыс. т до 126,033 тыс. т и доли в глобальном показателе с 6,59% до 6,44%. А вот в Италии относительное снижение экспорта было значительнее: на 56,23% (с 269,251 тыс. т до 117,854 тыс. т), в результате чего она со второй строчки с удельным весом в 11,99% расположилась на четвертой с 6,03%. К тому же данное государство вошло и в рейтинг по импорту персиков и нектаринов (табл.2), который возрос с 112,862 тыс. т (2-ое место в мире) до 118,657 тыс. т (3-е место). Это произошло по причине снижения в нем валовых сборов рассматриваемых косточковых с 1422,856 тыс. т до 1092,160 тыс. т, и Италия из чистого экспортера этих фруктов, стала их чистым импортером.

Еще четыре европейские страны в таблице 1 оказались во второй десятке. При этом, Франция, Нидерланды и Польша тоже вошли в таблицу 2. В первом и третьем из этих государств персики и нектарины выращиваются, (причем во Франции в весьма существенном количестве, составляющем чуть менее одного процента от общемирового урожая), а вот во втором — нет. Тем не менее, все они ввозят на свою территорию этих косточковых больше, чем вывозят с нее, то есть являются их нетто-импортерами, причем в таблице 2 присутствуют в первой пятерке лидирующих стран. В отличии от них Сербия находилась только в рейтинге по экспорту. Однако, в течение озвученного времени исследования поставки из нее на внешние рынки рассматриваемого вида плодово-ягодной продукции сократились с 26,253 тыс. т (13-ое место в мире) до 12,243 тыс. т (18-ое место), равно как и его производство в ней: с 98,119 тыс. т до 35,004 тыс. т.

Таблица 1. **Изменение объемов и структуры (в разрезе основных стран) общемирового экспорта персиков и нектаринов за 2015-2024 гг.**
Table 1. **Changes in the volume and structure (by main countries) of global exports of peaches and nectarines for 2015-2024**

Страны	тыс. т		2024 г. к 2015 г., % (+, -)	доля к миру в целом, %		2024 г. к 2015 г., % (+, -)
	2015 г.	2024 г.		2015 г.	2024 г.	
Испания	851,713	690,902	-18,88	37,94	35,32	-2,62
Турция	50,490	261,376	417,68	2,25	13,36	11,11
Греция	148,045	126,033	-14,87	6,59	6,44	-0,15
Италия	269,251	117,854	-56,23	11,99	6,03	-5,97
Чили	82,107	116,409	41,78	3,66	5,95	2,29
Узбекистан	12,268	103,463	743,34	0,55	5,29	4,74
КНР	82,909	77,593	-6,41	3,69	3,97	0,27
США	77,766	61,527	-20,88	3,46	3,15	-0,32
Иордания	58,271	60,000	2,97	2,60	3,07	0,47
Азербайджан	1,107	56,404	4995,23	0,05	2,88	2,83
Франция	46,721	37,463	-19,81	2,08	1,92	-0,17
Гонконг	5,871	34,955	495,39	0,26	1,79	1,53
ЮАР	11,716	33,924	189,56	0,52	1,73	1,21
Нидерланды	24,137	24,116	-0,09	1,08	1,23	0,16
Грузия	2,813	23,885	749,06	0,13	1,22	1,10
Египет	10,200	14,296	40,15	0,45	0,73	0,28
Австралия	9,498	13,852	45,84	0,42	0,71	0,29
Сербия	26,253	12,243	-53,37	1,17	0,63	-0,54
Тунис	13,125	10,900	-16,95	0,58	0,56	-0,03
Польша	19,736	9,233	-53,22	0,88	0,47	-0,41
Остальные страны	441,018	69,621	-84,21	19,64	3,56	-16,09
Мир в целом	2245,015	1956,049	-12,87	100,0	100,0	-

Помимо семи европейских государств аналогичное число участников в таблице 1 было из Азии, причем пять из них оказались в первой десятке. Так, в конце охваченного периода анализа на второй строчке с 261,376 тыс. т экспорта и 13,36% от соответствующего глобального объема расположилась Турция, тогда как в его начале она с 50,490 тыс. т и 2,25% находилась только на десятой. То есть, эта страна существенно упрочила свою позицию в данном направлении международной торговли персиками и нектаринами, и это во-многом произошло благодаря росту в ней их валовых сборов [15]. И хотя данные косточковые не входили в первую пятерку фруктов и ягод, вывозимых из данного государства в другие [16], тем не менее они также способствовали увеличению значения Турции в рейтинге нетто-экспортеров плодово-ягодной продукции [17]. Еще больше усилил свою роль в поставках на внешние рынки изучаемой категории Узбекистан. В нем они возросли в 7,43 раза: с 12,268 тыс. т до 103,463 тыс. т, что в итоге привело к ее перемещению с 18-ого места (0,55% от мира в целом) до 6-ого (5,29%).

А вот КНР в 2024 г. направила в международную торговлю только 77,593 тыс. т персиков и нектаринов, что на 6,41% меньше, чем в 2015 г. — 82,909 тыс. т. Более того, с нулевого количества их импорта она повысила его до 53,549 тыс. т, но пока осталась чистым экспортером данной категории. Как показывают научные труды ряда специалистов, рассматриваемые косточковые, входят во вторую пятерку главных фруктов и ягод, поставляемых из данного государства в другие [18]. В отличие от КНР, в Гонконге возросли и ввоз на его территорию персиков и нектаринов, и их вывоз из него, а он сам был нетто-импортером данного вида плодово-ягодной продукции.

Экспорт изучаемой категории из Иордании, которая в оба сравниваемых года в данном рейтинге находилась на девятой строчке, увеличился на 2,97%: с 58,271 тыс. т до 60,000 тыс. т. Тогда как Азербайджан и Грузия показали более чем значительный прирост. В первой из этих стран поставки на внешние рынки рассматриваемых косточковых повысились в 49,95 раза (с 1,107 тыс. т до 56,404 тыс. т), а во второй в 7,49 раза (с 2,813 тыс. т до 23,885 тыс. т). Естественно, что возросла доля этих государств в соответствующем глобальном объеме и занимаемая ими позиция. В частности, Азербайджан с 42-го места (0,05% от мира в целом) поднялся на 11-ое (2,88%), и Грузия с 33-го (0,13%) на 15-ом (1,22%).

В первой десятке рейтинга по экспорту персиков и нектаринов по одной стране было из Южной и Северной Америк. Так, первую представляла Чили, нарастившая его на 41,78%: с 82,107 тыс. т (7-ое место и 3,66% от мира в целом) до 116,409 тыс. т (5-ое и 5,95%), а вторую — США, где наблюдалась обратная тенденция. Последняя в 2024 г. направила в международную торговлю 61,527 тыс. т данных фруктов (что на 20,88% меньше, чем в 2015 г. — 77,766 тыс. т), продолжая при этом занимать восьмую строчку.

А вот из Африки в таблице 1 оказалось три государства, хотя все они входили только во вторую десятку ведущих экспортеров рассматриваемых косточковых. Так, на этом континенте одним из известных продуцентов и поставщиков плодово-ягодной продукции на внешние рынки является ЮАР, которая весьма существенные позиции занимает на мировом рынке ряда цитрусовых (апельсинов, мандаринов, лимонов и лаймов) и яблок [19], а также винограда и продуктов его переработки [20]. Что касается персиков и нектаринов, то за охваченный период анализа она увеличила их экспорт в 1,90 раза: с 11,716 тыс. т до 33,924 тыс. т (хотя их валовые сборы в ней сократились с 193,902 тыс. т до 136,240 тыс. т). В итоге, с 19-ой строчки с удельным весом в 0,52% эта страна переместилась на 13-ую с 1,73%.

Еще один из крупных африканских производителей и поставщиков плодово-ягодной продукции в интернациональный оборот — Египет [21], часто конкурирующий с ЮАР на европейских (в том числе и на российском) и ближневосточных рынках [22]. В течение озвученного времени исследования, несмотря на снижение в нем урожая рассматриваемых косточковых с 269,572 тыс. т до 227,035 тыс. т, он тоже нарастил их отправку на внешние рынки с 10,200 тыс. т до 14,296 тыс. т, то есть на 40,15%. Результатом этого стало смещение позиции данного государства в рейтинге экспортеров изучаемой категории с 21-ого места (0,45% от мира в целом) на 16-ое (0,73%). А вот третья страна из Африки — Тунис, уменьшила поставки персиков и нектаринов на 16,95%: с 13,125 тыс. т до 10,900 тыс. т, из-за чего снизилась с 17-ой строчки (0,58%) на 19-ую (0,56%).

По итогам 2024 г. в таблице 1 на 17-ой позиции оказалась Австралия (представляющая одноименный материк) с 13,852 тыс. т поставок данных фруктов в интернациональный оборот

Таблица 2. **Изменение объемов и структуры (в разрезе основных стран) общемирового импорта персиков и нектаринов за 2015-2024 гг.**
Table 2. **Changes in the volume and structure (by main countries) of global imports of peaches and nectarines for 2015-2024**

Страны	тыс. т		2024 г. к 2015 г., % (+, -)	доля к миру в целом, %		2024 г. к 2015 г., % (+, -)
	2015 г.	2024 г.		2015 г.	2024 г.	
Россия	199,730	360,935	80,71	9,05	18,75	9,70
Германия	303,250	237,229	-21,77	13,74	12,32	-1,42
Италия	112,862	118,657	5,13	5,11	6,16	1,05
Франция	164,773	117,876	-28,46	7,47	6,12	-1,34
Польша	110,009	95,087	-13,56	4,99	4,94	-0,05
Великобритания	102,677	71,526	-30,34	4,65	3,72	-0,94
Румыния	45,471	59,380	30,59	2,06	3,08	1,02
Португалия	38,487	55,504	44,21	1,74	2,88	1,14
КНР	0,000	53,549	-	0,00	2,78	2,78
Нидерланды	59,907	49,733	-16,98	2,71	2,58	-0,13
Канада	40,542	37,494	-7,52	1,84	1,95	0,11
Казахстан	37,897	36,937	-2,53	1,72	1,92	0,20
Гонконг	12,224	35,463	190,12	0,55	1,84	1,29
Украина	17,373	34,304	97,45	0,79	1,78	0,99
Ирак	35,511	32,417	-8,71	1,61	1,68	0,07
Саудовская Аравия	33,418	31,929	-4,46	1,51	1,66	0,14
Чехия	30,569	30,633	0,21	1,39	1,59	0,21
Бельгия	69,251	30,572	-55,85	3,14	1,59	-1,55
Швейцария	33,747	30,091	-10,83	1,53	1,56	0,03
Мексика	26,175	29,776	13,76	1,19	1,55	0,36
Остальные страны	732,701	375,819	-48,71	33,21	19,52	-13,68
Мир в целом	2206,574	1924,911	-12,76	100,0	100,0	-

и с долей в 0,71% от глобального количества, тогда как в 2015 г. на была на 22-ой с 9,498 тыс. т и 0,42%.

Выше авторы уже затронули ряд государств, вошедших в первую двадцатку рейтинга по импорту рассматриваемых косточковых, одновременно присутствующих и в их экспорте. Охарактеризуем те из них, которым мы пока не уделили внимание. Так, за охваченный период анализа в 1,81 раза увеличила закупки за рубежом персиков и нектаринов Россия. Если в его начале они составляли 199,730 тыс. т (9,05% от мира в целом и второе место), то в конце — 360,935 тыс. т (18,75% и первое место). Научные труды некоторых специалистов показывают, что несмотря на санкции, наша страна не сократила свой спрос на плодово-ягодную продукцию тропического и субтропического происхождения, а по некоторым категориям даже увеличила [23].

Прежний лидер — Германия в 2024 г. завезла на свою территорию 237,229 тыс. т, что на 21,77% ниже, чем в 2024 г. — 303,250 тыс. т, из-за чего она оказалась на второй строчке, а ее удельный вес в глобальном объеме уменьшился с 13,74% до 12,32%. Аналогичная ситуация наблюдалась и в большинстве попавших в таблицу 2 других европейских государств.

Так, во Франции произошло снижение на 46,897 тыс. т или на 28,46%, в Польше на 95,087 тыс. т или на 13,56%, Великобритании на 31,151 тыс. т или на 30,34%, в Нидерландах на 10,174 тыс. т или на 16,98%, в Бельгии на 38,678 тыс. т или на 55,85%, в Швейцарии на 3,656 тыс. т или на 10,83%. А вот Италия, Румыния, Португалия, Украина и Чехия нарастили импорт изучаемой категории, хотя первая из них, и особенно последняя, несущественно: на 5,13% и 0,21% соответственно. Всего в данном рейтинге присутствовало тринадцать стран Европы.

Из азиатских участников, кроме КНР и Гонконга, в таблице 2 оказались еще три государства: Казахстан, Ирак и Саудовская Аравия. При этом все они сократили закупки за рубежом рассматриваемых косточковых. По одной стране представлено из Северной (Канада) и Центральной (Мексика) Америк. Если первая из них уменьшила ввоз на свою территорию этой категории плодово-ягодной продукции на 7,52%: с 40,542 тыс. т до 37,494 тыс. т, то вторая увеличила на 13,76%: с 26,175 тыс. т до 29,776 тыс. т

Выводы. На основании проведенного исследования авторы считают необходимым сделать следующие основные заключения.

1. За охваченный период анализа глобальный экспорт персиков и нектаринов уменьшился на 12,87%: с 2245,015 тыс. т до 1956,049 тыс. т. В первую десятку ведущих по этому направлению международной торговли стран вошли: Испания — 690,902 тыс. т (35,32% от общемирового объема), Турция — 261,376 тыс. т (13,36%), Греция — 126,033 тыс. т (6,44%), Италия — 117,854 тыс. т (6,03%), Чили — 116,409 тыс. т (5,95%), Узбекистан — 103,463 тыс. т (5,29%), КНР — 77,593 тыс. т (3,97%), США — 61,527 тыс. т (3,15%), Иордания — 60,000 тыс. т (3,07%), Азербайджан — 56,404 тыс. т (2,88%). Совокупно они обеспечили 85,46%, а вторая десятка государств только 10,98%, что суммарно составило 96,44%. Это свидетельствует о высокой степени концентрированности экспорта этой категории косточковых.

2. В то же время глобальный импорт персиков и нектаринов уменьшился с 2206,574 тыс. т до 1924,911 тыс. т, то есть на 12,76%. Здесь в 2024 г. первая десятка передовых стран с 63,35% от соответствующего общемирового объема включала Россию — 360,935 тыс. т (18,75%), Германию — 237,229 тыс. т (12,32%), Италию — 118,657 тыс. т (6,16%), Францию — 117,876 тыс. т (6,12%), Польшу — 95,087 тыс. т (4,94%), Великобританию — 71,526 тыс. т (3,72%), Румынию — 59,380 тыс. т (3,08%), Португалию — 55,504 тыс. т (2,88%), КНР — 53,549 тыс. т (2,78%), Нидерланды — 49,733 тыс. т (2,58%). На вторую десятку государств из данного рейтинга пришлось 17,12%, а суммарно с первой — 80,48%, что также показывает большую концентрацию данного направления интернационального оборота этого вида фруктов.

3. Из двадцати стран, попавших в рейтинг ведущих стран по экспорту персиков и нектаринов, семь из Европы, при этом три из них в первой десятке. Правда, все они продемонстрировали снижение поставок этих косточковых на внешние рынки. Кроме того, в списке семь участников из Азии, в том числе пять из них в первой десятке, и почти все они, кроме КНР, за 2015-2024 гг. нарастили экспорт изучаемой категории. Здесь же три государства из Африки, по одной из Северной и Южной Америк, и Австралия. Что касается импорта, то в нем тринадцать европейских стран (из них девять в первой десятке), пять азиатских участников, по одному из Центральной и Северной Америк. Таким образом, государства, участвующие в интернациональном обороте персиками и нектаринами, главным образом представляют Европу и Азию.

Список источников

1. Агирбов Ю.И. Формирование и развитие российского рынка овощей // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2012. № 9. С. 69-73. EDN PDDVON.

2. Международная торгуемость основными тропическими фруктами / Р.Р. Мухаметзянов, Г.К. Джанчарова, Н.Г. Платоновский [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3(387). С. 274-277. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_274. EDN DQKDOT.

3. Капустина Н.В. Тенденции развития садоводства в основных странах-продуцентах фруктов и ягод // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 12. С. 100-106. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-12-100-106. EDN KQEEBE.

4. Изменение объемов международной торговли экзотическими тропическими фруктами / Н.Г. Платоновский, Т.В. Остапчук, Р.Р. Мухаметзянов [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3(399). С. 326-329. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_3_326. EDN RSZQIN.

5. Платоновский Н.Г. Валютная выручка стран мира от международной торговли плодово-ягодной продукцией // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 8. С. 45-56. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-8-45-56. EDN XLWOBX.

6. Агирбов Ю.И. Производство и потребление плодово-ягодной продукции в странах СНГ в условиях глобализации и региональной интеграции // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 12. С. 63-71. DOI: 10.31442/0235-2494-2020-0-12-63-71. EDN MAYKVL.

7. Агирбов Ю.И. Сезонное ценообразование на отдельные виды плодово-ягодной продукции // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2012. № 6. С. 55-59. EDN OZBSQZ.

8. Мухаметзянов,Р.Р. Развитие плодово-ягодного рынка России // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 17-25. EDN OQQRCJ.

9. Главные страны мира по стоимостному экспорту и импорту плодово-ягодной продукции / Р.Р. Мухаметзянов, А.А. Романова, М.М. Шайлиева [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 5(407). С. 684-687. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_5_684. EDN IZMVBL.

10. Федорчук Мак-Эачен, А.И. Страны Латинской Америки и Россия в международной торговле основными тропическими фруктами // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 10. С. 48-59. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-10-48-59. EDN OQJBTW.

11. Внешняя торгуемость бананами в основных странах-производителях / Р.Р. Мухаметзянов, Н.Г. Платоновский, А.М. Хежев [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 6(390). С. 618-621. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_6_618. EDN LAZTYP.

12. Чистая валютная выручка стран мира от внешней торговли бананами / Р.Р. Мухаметзянов, А.М. Хежев, Н.Г. Платоновский [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4(388). С. 435-438. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_4_435. EDN RGAEGF.

13. Зарецкая А.С. Динамика глобальных валовых сборов основных категорий фруктов и ягод // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 3. С. 95-103. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-3-95-103.

14. Арзамасцева Н.В. Динамика валовых сборов орехов в мире и в основных странах-производителях // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 12. С. 63-73. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-12-63-73. EDN QQAUJM.

15. Жильцов Д.А. Изменения в объемах и структуре производства в Турции фруктов и ягод // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 8. С. 148-154. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-8-148-154. EDN IGONGX.

16. Экспорт из Турции главных фруктов и ягод: объемы, страны, тенденции / Р.Р. Мухаметзянов, В.В. Васильев, А.А. Романова [и др.] // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 10, № 1(154). С. 80-91. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.01.10.010. EDN JKYUYD.

17. Страны-лидеры по положительному и отрицательному сальдо внешней торговли плодово-ягодной продукцией / Р.Р. Мухаметзянов, А.А. Романова, М.М. Шайлиева [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 6(408). С. 821-824. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_6_821. EDN ERKRSQ.

18. Экспорт из Китая главных фруктов и ягод: объемы, страны, тенденции / Р.Р. Мухаметзянов, В.В. Васильев, Н.В. Прохорова [и др.] // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 5, № 3(156). С. 68-80. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.03.05.008. EDN FCOWZS.

19. Экспорт из ЮАР главных фруктов и ягод: объемы, страны, тенденции / Р.Р. Мухаметзянов, В.В. Васильев, Н.В. Прохорова [и др.] // Экономика и управление: проблемы, решения. 2026. Т. 8, № 3(168). С. 124-137. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2026.03.08.013. EDN ZXNYPN.

20. Гаврилова Н.Г. Виноградарство и виноделие в ЮАР: состояние, тенденции, значение в мире // Садоводство и виноградарство. 2025. № 3. С. 47-53. DOI: 10.31676/0235-2591-2025-3-47-53. EDN JMOGEV.

21. Сторожев, Д.В. Динамика изменений в объемах и структуре производства в Египте свежей плодоовощной продукции // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 9. С. 84-92. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-9-84-92. EDN WBGCOX.

22. Экспорт из Египта главных фруктов и ягод: объемы, страны, тенденции / Р.Р. Мухаметзянов, В.В. Васильев, А.В. Шулдяков [и др.] // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 15, № 12(153). С. 51-62. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.15.007. EDN EQFHPD.

23. Гамидов А.Г. Изменение стоимостных объемов внешней торговли России плодово-ягодной продукцией // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 4. С. 116-121. DOI: 10.32651/234-116. EDN WVOKQS.

References

1. Agirbov, Yu.I. (2012). *Formirovanie i razvitie rossiiskogo rynka ovoshchei* [Forming and development of Russian vegetable market]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 9, pp. 69-73.

2. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] *Mezhdunarodnaya torguemost' osnovnymi tropicheskimi fruktami* [International marketability of the main tropical fruits]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 3, pp. 274-277.

3. Kapustina, N.V. (2024). *Tendencii razvitiya sadovodstva v osnovnykh stranakh-producentakh fruktov i yagod* [Trends in the development of horticultural in the main fruit and berry producing countries]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 12, pp. 100-106.

4. Platonovskiy, N.G. [et al.] (2024). *Izmenenie ob"emov mezhdunarodnoj torgovli ehkzoticheskimi tropicheskimi fruktami* [Changes in international trade in exotic tropical fruit]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal], no. № 3(399), pp. 326-329.

5. Platonovskiy, N.G. (2021) *Valyutnaya vyruchka stran mira ot mezhdunarodnoi torgovli plodovo-yagodnoi produktsiei* [Foreign exchange earnings of the countries of the world from international trade in fruit and berry products]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 45-56.

6. Agirbov, Yu.I. (2020). *Proizvodstvo i potreblenie plodovo-yagodnoi produktsii v stranakh SNG v usloviyakh globalizatsii i regional'noi integratsii* [Production and consumption of fruit and berry products in the CIS countries in the context of globalization and regional integration]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 12, pp. 63-71.

7. Agirbov, Yu.I. (2012). *Sezonnoe tsenoobrazovanie na otdel'nye vidy plodovo-yagodnoi produktsii* [Seasonal pricing for some categories of fruit produce]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 6, pp. 55-59.

8. Mukhametzyanov, R.R. (2012). *Razvitie plodovo-yagodnogo rynka Rossii* [Development of the fruit and berry market in Russia]. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, no. 1, pp. 17-25.

9. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2025) *Glavnye strany mira po stoimostnomu ehksportu i importu plodovo-yagodnoj* [The main countries of the world in terms of value exports and imports of fruit and berry product]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 5(407), pp. 684-687.

10. Fedorchuk Mac-Eachen, A.I. (2021). *Strany Latinskoi Ameriki i Rossiya v mezhdunarodnoi torgovle osnovnymi tropicheskimi fruktami* [Latin American countries and Russia in the international trade of the main tropical fruits]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 10, pp. 48-59.

11. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2022). *Chistaya valyutnaya vyruchka stran mira ot vneshnej torgovli bananami* [Net foreign exchange revenue of countries from foreign trade in bananas]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal], no. № 4(388), pp. 435-438.

12. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2022). *Chistaya valyutnaya vyruchka stran mira ot vneshnej torgovli bananami* [Net foreign exchange revenue of countries from foreign trade in bananas]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 4(388), pp. 435-438.

13. Zaretskaya, A.S. (2025). *Dinamika global'nykh valovykh sborov osnovnykh kategorij fruktov i yagod* [Dynamics of global gross harvests of the main categories of fruits and berries]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 3, pp. 95-103.

14. Arzamastseva, N.V. *Dinamika valovykh sborov orekhov v mire i v osnovnykh stranakh-proizvoditelyakh* [Dynamics of gross harvest of nuts in the world and in the main producing countries]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 12, pp. 63-73.

15. Zhiltsov, D.A. (2025). *Izmeneniya v ob"emakh i strukture proizvodstva v Turcii fruktov i yagod* [Changes in the volumes and structure of production of fruits and berries in Turkey]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 148-154.

16. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2025). *Ehksport iz Turcii glavnykh fruktov i yagod: ob"emy, strany, tendencii* [Export of main fruits and berries from Turkey: volumes, countries, trends]. *Ehkonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions], vol. 10, no. 1(154), pp. 80-91.

17. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2025*). Strany-lidery po polozhitel'nomu i otricatel'nomu sal'do vneshnej torgovli plodoo-yagodnoj produkciej* [Leading countries in positive and negative balance of foreign trade in fruit and berry products]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 6(408), pp. 821-824.

18. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2025). *Ehksport iz Kitaya glavnykh fruktov i yagod: ob"emy, strany, tendencii* [Export of main fruits and berries from China: volumes, countries, trends]. *Ehkonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions], vol. 5, no. 3(156), pp. 68-80.

19. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2026). Ehksport iz YUAR glavnyh fruktov i yagod: ob"emy, strany, tendencii [Export of main fruits and berries from South Africa: volumes, countries, and trends]. *Ehkonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions], vol. 8, no. 3(168), pp. 124-137.

20. Gavrilova, N.G. (2025). *Vinogradarstvo i vinodelie v YUAR: sostoyanie, tendencii, znachenie v mire* [Viticulture and winemaking in the Republic of South Africa: current status, trends, international significance]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and viticulture], no. 3, pp. 47-53.

21. Storozhev, D.V. (2024). *Dinamika izmenenij v ob"emakh i strukture proizvodstva v Egipte svezhej plodoovoshchnoj produkcii* [Dynamics of changes in the volume and structure of production of fresh fruits and vegetables in Egypt]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 9, pp. 84-92.

22. Mukhametzyanov, R.R. [et al.] (2024). Ehksport iz Egipta glavnykh fruktov i yagod: ob"emy, strany, tendencii [Export of main fruits and berries from Egypt: volumes, countries, trends]. *Ehkonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions], vol. 15, no. 12(153), pp. 51-62.

23. Gamidov, A.G. (2023). *Izmenenie stoimostnykh ob"emov vneshnej torgovli Rossii plodovo-yagodnoj produkciej* [Changes in the value of Russia's foreign trade in fruit and berry products]. *Ehkonomika sel'skogo khozyajstva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 4, pp. 116-121.

Информация об авторах:

Прохорова Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации производства,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6631-2777, SPIN-код: 9009-9217, nprohorova@rgau-msha.ru

Гамидов Абдурахман Гаджиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивление материалов и детали машин,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4222-3726, Scopus ID: 57224404150, Researcher ID: AAE-5248-2022, SPIN-код: 7150-6492, gamidov@rgau-msha.ru

Маслов Вячеслав Васильевич, кандидат педагогических наук, доцент кафедры русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин,
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-4234-4169, Researcher ID: QXJ-9543-2026, SPIN-код: 4348-7770, V.Maslov@rgau-msha.ru

Матчинова Нина Викторовна, заведующий кафедрой физического воспитания,
ORCID: http://orcid.org/0009-0009-6272-8826, SPIN-код: 4680-8967, matchinovan@yandex.ru

Жирная Ольга Владимировна, старший преподаватель кафедры физического воспитания, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева (Калужский филиал), ORCID: htpp: //orcid.org/0009-0006-0331-500X, SPIN-код: 2579-8910, olga.zhirnaya@yandex.ru

Information about the authors:

Natalia V. Prokhorova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and organization of production,
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6631-2777, SPIN-code: 9009-9217, nprohorova@rgau-msha.ru

Abdurahman G. Gamidov, candidate of technical sciences, associate professor of the department of strength of materials and machine parts,
ORCID: htpp://orcid.org/0000-0002-4222-3726, Scopus ID: 57224404150, Researcher ID: AAE-5248-2022, SPIN-code: 7150-6492, gamidov@rgau-msha.ru

Viacheslav V. Maslov, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of russian as a foreign language and general theoretical disciplines,
ORCID: http://orcid.org/0009-0007-4234-4169, Researcher ID: QXJ-9543-2026, SPIN-code: 4348-7770, V.Maslov@rgau-msha.ru

Nina V. Matchinova, Associate Professor, Head of the Department of Physical Education,
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-6272-8826, SPIN-code: 4680-8967, matchinovan@yandex.ru

Olga V. Zhirnaya, senior lecturer of the department of physical education, ORCID: http://orcid.org/0009-0006-0331-500X, SPIN-code: 2579-8910,
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (Kaluga branch), olga.zhirnaya@yandex.ru

✉ **nprohorova@rgau-msha.ru**