



Международный
сельскохозяйственный журнал
Издаётся 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



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



«Международный сельскохозяйственный журнал» включен
в Перечень ВАК рецензируемых
научных изданий, в которых должны
быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней
кандидата и доктора наук (ВАК-2026,
категория научной значимости K1)



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



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



Журнал включен в список RSCI



Журнал включен
в 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 Т. Казёнова
Ответственный секретарь И. Мамонтова
Литературный редактор М. Фомина
Редактор выпуска Г. Якушкина
Дизайн и верстка И. Котова
Издательство: Е. Сямина, Е. 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 15.08.2026 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 T. Kazennova
Executive secretary I. Mamontova
Literary editor M. Fomina
Editor G. Yakushkina
Design and layout I. Kotova
Publishing: E. Syamina, E. Zotov
e-science@list.ru

Founder and publisher: ООО «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 15.08.2026. 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»



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

Земельные отношения и землеустройство

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



ПАРТНЕРСКИЙ МАТЕРИАЛ AFFILIATE PUBLICATION

Каракотов С.Д., Скачкава А.Д., Божко К.Н., Аршава Н.В. Эффективность фунгицидов против возбудителей болезней древесины плодовых культур *in vitro*
Karakotov S.D., Bozhko K.N., Skachkova A.D., Arshava N.V. Efficacy of fungicides against pathogens of woody fruit crops *in vitro* 448



ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

Комов Н.В., Коновалова Л.В. Национальное сельскохозяйственное земельное богатство должно служить интересам российского народа
Komov N.V., Konovalova L.V. The national agricultural land wealth must serve the interests of the Russian people 451

Вершинин В.В., Муссе С.Р. Картирование риска затопления на основе применения геоинформационного и многокритериального методов: эколого-экономические аспекты устойчивого развития прибрежных урбанизированных агломераций Котону (Республика Бенин)
Vershinin V.V., Musse S.R. Flood risk mapping based on the use of geospatial and multi-criteria methods: ecological and economic aspects of sustainable development of Cotonou coastal urbanized agglomeration (Republic of Benin) 456

Сухоруков А.И., Захарова Е.А., Стадинчук Р.А., Горин В.В. Модель влияния устойчивых бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами на сохранение сельскохозяйственных земель
Sukhorukov A.I., Zakharova E.A., Stadinchuk R.A., Gorin V.V. A model of the impact of sustainable business processes of municipal solid waste management on the conservation of agricultural land 463

Борщев Д.Г., Рашкович В.Н., Рухович Д.И., Шаповалов Д.А. Выделение устойчивых внутриполевых зон управления на основе дистанционного зондирования для точного управления производственным процессом: пример лесостепной зоны Европейской России
Borshchev D.G., Rashkovich V.N., Rukhovich D.I., Shapovalov D.A. Delineation of stable within-field management zones based on remote sensing for precision crop production management: a case study from the forest-steppe zone of European Russia 469



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

Рыкова И.Н., Юрьева А.А. Перспективы и вызовы экспорта и импорта молочной продукции в рамках Евразийского экономического союза
Rykova I.N., Yurieva A.A. Prospects and challenges of export and import of dairy products within the Eurasian Economic Union 475

Сенотрусова С.В., Свинухов В.Г. Трансформация географической структуры международной торговли зерном в XXI веке
Senotrusova S.V., Svinukhov V.G. Transformation of the geographical structure of international grain trade in the 21st century 480

Аксенов И.А., Трунин Г.А., Фабриков М.С., Хрусталева Н.В., Названова К.В., Рошин И.Н. Свиноводство в системе мировой агропродовольственной торговли: вызовы и перспективы для Российской Федерации
Aksyonov I.A., Trunin G.A., Fabrikov M.S., Khrustaleva N.V., Nazvanova K.V., Roshchin I.N. Pig farming in the world agricultural and food trade system: challenges and prospects for the Russian Federation 484

Левин Ю.А. Государственно-частное партнерство в агропромышленной политике Израиля
Levin Yu.A. Public-private partnership in Israel's agro-industrial policy 489

Лысенко М.В., Полянская О.А., Лысенко Ю.В., Корнеев Д.Н., Кошечкина Л.И., Камдина Л.В. Циркулярная трансформация овощеводческого сектора Костанайской области как основа эффективного развития рынка АПК
Lyсенко M.V., Polyanskaya O.A., Lyсенко Yu.V., Korneev D.N., Koshevaya L.I., Kamdina L.V. Circular transformation of the vegetable sector in the Kostanay region as a basis for effective development of the agricultural market 493

Йамоах Д.Г., Приходько И.А., Кесафоти Х.Е., Клименко В.Е. Агроэкологические и инфраструктурные барьеры устойчивого производства риса в Республике Гана: системный анализ и пути преодоления
Yamoah D.G., Prikhodko I.A., Kesafoti Kh.E., Klimenko V.E. Agro-ecological and infrastructural barriers to sustainable rice production in Republic of Ghana: a systematic analysis and ways forward 499



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

Мусьял А.В., Шкилева Н.Л., Жилияков Д.И., Зюкин Д.А. Оценка тенденций и роли зернового производства в растениеводстве регионов Черноземья
Musyal A.V., Shkileva N.L., Zhilyakov D.I., Zyukin D.A. Assessment of trends and the role of grain production in crop production in the Central Black-Earth Regions 503

Семенов Д.М., Петров А.А. Моделирование развития территории на основе комплексной оценки ресурсного потенциала
Semenov D.M., Petrov A.A. Modeling of territorial development based on an integrated assessment of resource potential 508

Котлова Ю.А., Леонова Н.Г., Александренко Н.Д. Оценка потенциала агропромышленного комплекса приграничного региона: диагностика и обоснование управленческих решений
Kotlova Yu.A., Leonova N.G., Aleksandrenko N.D. Assessment of the potential of the agro-industrial complex in a border region: diagnostics and substantiation of management decisions 513



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Данилина М.В., Литвинов А.Н., Благоева С.О., Щербаков К.А. Методические подходы к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса
Danilina M.V., Litvinov A.N., Blagova S.O., Shcherbakov K.A. Methodological approaches to assessing the efficiency of development of agro-industrial complex enterprises 519

Лазарева Т.Г., Шульженко С.Н., Яковлева Е.В., Бобычева Е.А. Формирование модели обеспечения финансовой устойчивости предприятий мукомольно-крупяной промышленности
Lazareva T.G., Shulzhenko S.N., Yakovleva E.V., Bolycheva E.A. Formation of a model for ensuring the financial stability of enterprises of the milling and cereal industry 522

Кротов М.И., Шаропова В.М., Шаропова Н.В., Попов А.Ю., Шаронов Ю.В. Оценка эффективности размещения картофелеводства Свердловской области
Krotov M.I., Sharapova V.M., Sharapova N.V., Popov A.Yu., Sharapov Yu.V. Assessment of the efficiency of potato growing placement in the Sverdlovsk region 527

Кулагина Н.А. Обоснование стратегических приоритетов технологического развития предприятий молочной промышленности на основе ранжирования факторов
Kulagina N.A. Substantiation of strategic priorities for the technological development of dairy industry enterprises based on factor ranking 532

Абилова Е.В., Головина С.Г., Егорова А.А., Кузнецова А.Р. Логистика в агропромышленном комплексе: стратегии минимизации потерь и повышения эффективности товародвижения
Abilova E.V., Golovina S.G., Egorova A.A., Kuznetsova A.R. Logistics in the agro-industrial complex: strategies for minimizing losses and increasing the efficiency of goods movement 538

Косников С.Н., Исаенко А.П., Шевченко О.П., Косникова О.В., Руднев С.Г. Факторы и особенности воспроизводства человеческого капитала в АПК
Kosnikov S.N., Isaenko A.P., Shevchenko O.P., Kosnikova O.V., Rudnev S.G. Factors and features of human capital reproduction in the agro-industrial complex 543

Халяпин А.А. Механизм дифференцированной поддержки АПК с учетом технологического суверенитета
Khalyapin A.A. Mechanism of differentiated support for the agro-industrial complex taking into account technological sovereignty 549

Ведьманова О.О., Козлов А.С. Обоснование зеленой конкурентной стратегии предприятий агромашиностроения в контексте перехода агропромышленного комплекса к низкоуглеродной модели хозяйства
Vedmanova O.O., Kozlov A.S. Substantiation of a green competitive strategy for agricultural machinery enterprises in the context of the agro-industrial complex transition to a low-carbon economic model 556



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

Тактарова С.В., Солдатова С.С. Стратегия развития АПК в целях обеспечения продовольственной безопасности России
Taktarova S.V., Soldatova S.S. Agribusiness development strategy to ensure Russia's food security 560

Лаврина О.В., Павлова И.В., Шпагина И.Е., Широкова Е.В. Развитие сельского хозяйства Пензенской области в системе обеспечения продовольственной независимости
Lavrina O.V., Pavlova I.V., Shpagina I.E., Shirokova E.V. Agricultural development of the Penza region in the system of food independence 566

Крючков С.Н., Соломенцева А.С. Комплексная оценка форм рода *Robinia* для создания устойчивых защитных лесных насаждений в засушливых условиях
Kryuchkov S.N., Solomentseva A.S. Comprehensive assessment of *Robinia* genus forms for creating sustainable protective forests in arid conditions 573



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

Мерецкий С.В. Оценка эффективности адаптивно-ландшафтных систем земледелия на примере АО Агрофирма «Роговатовская Нива» Белгородской области
Meretskiy S.V. Evaluation of the effectiveness of adaptive-landscape farming systems on the example of Rogovatskaya Niva JSC in the Belgorod region 578

Магомедов С.М., Галимова А.А., Казиев М.Р.А. Прохождение фенологических фаз развития новых и интродуцированных сортов яблони в условиях центральной предгорной подпровинции Республики Дагестан
Magomedov S.M., Galimova A.A., Kaziev M.R.A. The passage of the phenological phases of the development of new and introduced apple varieties in the conditions of the central foothill sub-province of the Republic of Dagestan 583

Осипова В.В., Устинова В.В., Васильева В.А. Влияние минеральных удобрений пролонгированного действия на рост и развитие томата открытого грунта в условиях мерзлотных почв Якутии
Osipova V.V., Ustinova V.V., Vasilyeva V.A. Influence of slow-release mineral fertilizers on the growth and development of open-ground tomatoes in the conditions of frozen soils of Yakutia 588

Шаповал О.А., Мухина М.Т., Боровик Р.А. Применение мелатонина и ДТПА Fe на огурце в условиях модельного дефицита железа
Shapoval O.A., Mukhina M.T., Borovik R.A. Application of melatonin and Fe-DTPA on cucumber under modelled iron deficiency conditions 591

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. Econ. 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 НИИХ», 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.
Tsyppkin 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. **Ревивили 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. **Перемилов 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. **Серге Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Serge 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 632.952

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_448

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСИНЫ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР IN VITRO

С.Д. Каракотов, А.Д. Скачкова, К.Н. Божко, Н.В. Аршава

Щелково Агрохим, Щелково, Россия

Аннотация. В исследовании проведена сравнительная *in vitro* оценка биологической эффективности химических и микробиологических фунгицидов против пяти видов возбудителей болезней древесины плодовых культур, выделенных на территории Крыма, Краснодарского края и Московской области. Объектами исследования явились чистые культуры *Cytospora leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma*, *Diplodia seriata* и *Seimatosporium lichenicola*, идентифицированные секвенированием ITS-региона. Эффективность препаратов Инсигния, МД (ципродинил + флудиоксонил), Капелла, МЭ (пропиконазол + флутриафол + дифеноконазол), Ривьера, МЭ (пираклостробин + тебуконазол + дифеноконазол) и Стаккато, Ж (*Bacillus amyloliquefaciens* 133) оценивали методом аппликации агарового блока с расчетом биологической эффективности по формуле Аббота. Установлено, что фунгицид Инсигния, МД обеспечил 100 % подавление роста *C. leucostoma* и *S. lichenicola*, 89,1 % — *Diaporthe eres*, 90,7 % — *Didymella macrostoma*. Препараты Капелла, МЭ и Ривьера, МЭ продемонстрировали эффективность 73–94 % в отношении всех патогенов, в том числе 82,6 % и 82,8 % против *Diplodia seriata*. Биопрепарат Стаккато, Ж показал 100 % эффективность против *C. leucostoma* и *Diaporthe eres*, 83,1 % — против *Didymella macrostoma*, 67,1 % — против *S. lichenicola*. Результаты подтверждают высокую эффективность комбинированных фунгицидов и перспективность штамма *B. amyloliquefaciens* 133 как альтернативы химическим средствам, при этом выражена видоспецифичность антагонистического действия биопрепарата.

Ключевые слова: *Cytospora leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma*, *Diplodia seriata*, *Seimatosporium lichenicola*, Инсигния, Капелла, Ривьера, Стаккато

Original article

EFFICACY OF FUNGICIDES AGAINST PATHOGENS OF WOODY FRUIT CROPS IN VITRO

S.D. Karakotov, K.N. Bozhko, A.D. Skachkova, N.V. Arshava

Shchelkovo Agrokhim, Shchelkovo, Russia

Abstract. The study presents a comparative *in vitro* assessment of the biological efficacy of chemical and microbiological fungicides against five pathogens causing wood diseases in fruit crops, isolated in Crimea, Krasnodar Krai, and the Moscow Region. The research objects were pure cultures of *Cytospora leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma*, *Diplodia seriata*, and *Seimatosporium lichenicola*, identified by ITS region sequencing. The efficacy of Insignia (cyprodinil + fludioxonil), Kapella (propiconazole + flutriafol + difenoconazole), Riviera (pyraclostrobin + tebuconazole + difenoconazole), and Stakkato (*Bacillus amyloliquefaciens* 133) was evaluated using the agar block application method, with biological efficacy calculated according to Abbott's formula. It was found that Insignia provided 100 % growth inhibition of *C. leucostoma* and *S. lichenicola*, 89.1 % of *Diaporthe eres*, and 90.7 % of *Didymella macrostoma*. Kapella and Riviera demonstrated 73–94 % efficacy against all pathogens, including 82.6 % and 82.8 % inhibition of *Diplodia seriata*. The biopreparation Stakkato showed 100 % efficacy against *C. leucostoma* and *Diaporthe eres*, 83.1 % against *Didymella macrostoma*, and 67.1 % against *S. lichenicola*. The results confirm the high efficacy of combined fungicides and the potential of the *B. amyloliquefaciens* 133 strain as an alternative to chemical agents, while the antagonistic effect of the biopreparation is shown to be species-specific.

Keywords: *Cytospora leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma*, *Diplodia seriata*, *Seimatosporium lichenicola*, Insignia, Kapella, Riviera, Staccato

В плодовых садах регионов с умеренным и субтропическим климатом (Крым, Краснодарский край, юг Московской области) значительно растет вредоносность патогенов древесины. Возбудители цитоспороза (*Cytospora leucostoma*), диплодия (*Diplodia seriata*), язвенной болезни (*Diaporthe eres*), фомоза (*Didymella macrostoma*) и бурой пятнистости (*Seimatosporium lichenicola*) вызывают усыхание ветвей, рак стволов, отмирание коры и преждевременное опадение листьев. Потери урожая могут достигать 30–50%, а в молодых садах — до 80% при гибели деревьев [1–4].

Особую фитосанитарную опасность представляет латентное носительство данных патогенов в посадочном материале. Зараженные, но внешне здоровые саженцы из питомников служат источником инфекции при закладке новых садов. В таких случаях стандартные обработки

контактными фунгицидами оказываются неэффективными, что приводит к многократным повторным обработкам и селекции устойчивых рас [5]. Следовательно, необходим поиск препаратов с широким спектром действия, активных в отношении всего комплекса древесных патогенов, особенно на ранних этапах развития растений.

Триазолы и стробилурины являются основой современных систем защиты плодовых культур. Однако, чувствительность разных видов патогенов к этим группам может варьировать. Ципродинил и флудиоксонил относятся к разным группам действующих веществ и обладают различным механизмом действия [6]. Кроме того, в последние годы возрастает интерес к биологическим препаратам на основе *Bacillus* spp. как к альтернативе химическим фунгицидам в органическом земледелии [7].

Цель работы — сравнительная *in vitro* оценка биологической эффективности химических и микробиологических фунгицидов против пяти видов возбудителей болезней древесины плодовых культур, выделенных на территории России.

Объектами исследования явились чистые культуры грибов, выделенные из пораженных образцов плодовых и косточковых культур: *Cytospora leucostoma* (из коры персика, Республика Крым, Бахчисарайский р-он), *Diaporthe eres* (кора груши, Московская обл.), *Didymella macrostoma* (почка груши, Московская обл.), *Diplodia seriata* (побег яблони, Республика Крым), *Seimatosporium lichenicola* (плод груши, Московская обл.). Выделение производили классическим методом влажных камер. Идентификация выделенных изолятов была подтверждена секвенированием ITS региона.



Были выбраны следующие коммерческие препараты:

Инсигния, МД — ципродинил 150 г/л + флудиоксонил 140 г/л, 1,0 л/га;

Капелла, МЭ — пропиконазол 120 г/л + флутриафол 60 г/л + дифеноконазол 30 г/л, 1,0 л/га;

Ривьера, МЭ — пираклостробин 80 г/л + тебуконазол 80 г/л + дифеноконазол 40 г/л, 1,0 л/га;

Стаккато, Ж — *Bacillus amyloliquefaciens* 133 (ВКПМ В-11986), титр не менее 1×10^9 КОЕ/мл, 3,0 л/га.

Для проведения анализа использовали метод аппликации агарового блока. Рабочие растворы готовили пересчетом полевой нормы расхода на площадь чашки Петри ($S=56,7 \text{ см}^2$). Расчетный объем препарата вносили в стерильные чашки, заливали расплавленным до 45°C картофельно-сахарозным агаром (КСА) и тщательно перемешивали. После застывания агара в центр чашки помещали мицелиальный блок диаметром 1 см. Контроль — дистиллированная вода; повторность опыта трехкратная. Инкубирование проводили при 25°C в темноте в течение 3–21 суток (в зависимости от скорости роста гриба). Диаметр мицелия измеряли в трех направлениях. Биологическую эффективность (БЭ, %) рассчитывали по формуле Аббота [8]:

$$\text{БЭ} = (\text{Дк} - \text{До}) / \text{Дк} \times 100\%, \text{ где}$$

Дк — средний диаметр мицелия в контрольном варианте,

До — средний диаметр мицелия в опыте.

Было установлено, что все препараты в той или иной степени подавляли рост мицелия (таб-

лица, рис. 1). Препарат Инсигния, МД показал высокую эффективность против всех протестированных патогенов. Подавление роста *C. leucostoma* (100%), *Didymella macrostoma* (90,7%) и *S. lichenicola* (100%) препаратом объясняется чувствительностью данных патогенов к флудиоксонилю и ципродинилу, которые эффективны против широкого круга аскомицетов.

Препараты Капелла, МЭ и Ривьера, МЭ проявили высокую фунгицидную активность в отношении всех пяти патогенов. Наиболее чувствительными к обоим препаратам оказались *C. leucostoma*, *Diaporthe eres* и *Didymella macrostoma* (БЭ 73–94%). Против *Diplodia seriata* — одного из самых агрессивных возбудителей рака яблони — эффективность препарата Капелла, МЭ составила $82,6 \pm 0,3\%$, Ривьера, МЭ — $82,8 \pm 0,4\%$ (различия статистически не значимы) (рис. 1).

На *S. lichenicola* оба препарата показали умеренную эффективность ($76,3 \pm 0,8\%$ и $72,4 \pm 2,4\%$ соответственно). Полученные результаты подтверждают, что триазолы и их комбинации со стробилуринами обладают наиболее широким спектром действия в отношении древесных патогенов плодовых культур. Высокая эффективность против *Diplodia seriata* ($82,6$ – $82,8\%$) согласуется с данными других авторов. Так, в исследованиях Moradi (2014) EC_{50} тебуконазола для ингибирования роста мицелия *Diplodia seriata* составила $0,07 \text{ мг/л}$, а для дифеноконазола — $3,38 \text{ мг/л}$ [9]; в работе Güngör Savaş N [10] EC_{50} комбинации азоксистробин + дифеноконазол была определена как $2,958 \text{ мкл/мл}$.

Препарат Инсигния, МД (ципродинил+флудиоксонил) полностью подавлял рост *C. leucostoma* и *S. lichenicola* (100%) и был высокоэффективен против *Diaporthe eres* ($89,1 \pm 0,2\%$) и *Didymella macrostoma* ($90,7 \pm 0,0\%$). Подавление роста *C. leucostoma*, *D. macrostoma* и *S. lichenicola* препаратом Инсигния, МД объясняется чувствительностью данных патогенов к флудиоксонилю и ципродинилу, которые эффективны в отношении широкого круга аскомицетов.

Особого внимания заслуживает биопрепарат Стаккато, Ж (рис. 2). Штамм *B. amyloliquefaciens* 133 проявил 100% эффективность против *C. leucostoma* и *Diaporthe eres* — уровень, сопоставимый с химическими эталонами. Это указывает на мощный антагонистический потенциал штамма за счёт продукции липопептидов и гидролитических ферментов. Однако видоспецифичность антагонизма ограничивает его применение в качестве универсального средства.

Заключение. Все протестированные препараты показали высокую биологическую эффективность в отношении исследованных патогенов.

Препараты Инсигния, МД и Стаккато, Ж отлично зарекомендовали себя против *C. leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma* и *S. lichenicola* (эффективность от 83 до 100%), а биофунгицид Стаккато, Ж показал эффективность сопоставимую с эффективностью химических препаратов. Фунгициды Капелла, МЭ и Ривьера, МЭ обеспечили высокое подавление роста всех пяти патогенов, и продемонстрировали подавление *Diplodia seriata* ($82,6$ – $82,8\%$) — опасного возбудителя рака яблони.

Список источников

1. Зубков А.В., Антоненко В.В. Оценка фитосанитарного состояния и проблемы защиты многолетних насаждений в садоводстве // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2024. № 2. С. 45–52.
2. Thomidis T., Michailides T.J. Studies on *Diaporthe eres* as a New Pathogen of Peach Trees in Greece // Plant Disease. 2009. Vol. 93. No. 12. P. 1293–1297.
3. Amponsah N.T., Jones E., Ridgway H.J., Jaspers M.V. Evaluation of fungicides for the management of *Botryosphaeria dieback* diseases of grapevines // Pest Management Science. 2012. Vol. 68. No. 5. P. 676–683.
4. AgroAtlas. Цитоспороз косточковых культур (*Cytospora leucostoma*). <http://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 06.04.2026).
5. Упадышев М.Т. Оздоровление садовых растений от вирусов // Вестник ВСТИСП. 2023. № 4. С. 12–18.

Таблица 1. Биологическая эффективность фунгицидов против возбудителей болезней

плодовых культур, % (среднее $\pm$ SE)

Table 1. Biological efficacy of fungicides against fruit crop wood disease pathogens, % (mean $\pm$ SE)

Препарат (норма расхода)	<i>C. leucostoma</i>	<i>Diaporthe eres</i>	<i>Didymella macrostoma</i>	<i>Diplodia seriata</i>	<i>S. lichenicola</i>
Инсигния, МД (1 л/га)	100 $\pm$ 0,0	89,1 $\pm$ 0,2	90,7 $\pm$ 0,0	-	100 $\pm$ 0,0
Капелла, МЭ (1 л/га)	92,8 $\pm$ 0,2	93,9 $\pm$ 0,0	80,8 $\pm$ 0,4	82,6 $\pm$ 0,3	76,3 $\pm$ 0,8
Ривьера, МЭ (1 л/га)	87,8 $\pm$ 0,5	87,8 $\pm$ 0,5	73,8 $\pm$ 1,0	82,8 $\pm$ 0,4	72,4 $\pm$ 2,4
Стаккато, Ж (3 л/га)	100 $\pm$ 0,0	100 $\pm$ 0,0	83,1 $\pm$ 0,2	-	67,1 $\pm$ 0,6

Примечание: в рамках данного исследования препараты Инсигния, МД и Стаккато, Ж не тестировали в отношении *Diplodia seriata*, поскольку фокус был направлен на сравнительную оценку средств с потенциально высокой активностью против комплекса древесных патогенов

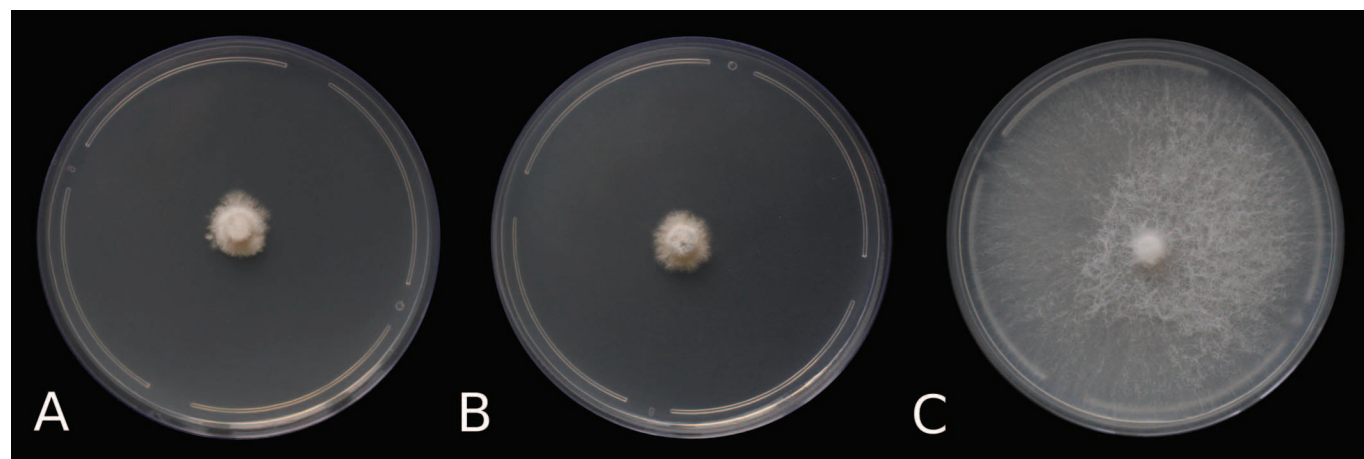


Рисунок 1. Подавление роста *Diplodia seriata* фунгицидами Капелла, МЭ (А), Ривьера, МЭ (В). Контроль (С) без обработки

Figure 1. Suppression of *Diplodia seriata* growth by fungicides Kapella (A) and Riviera (B). Control (C) without treatment



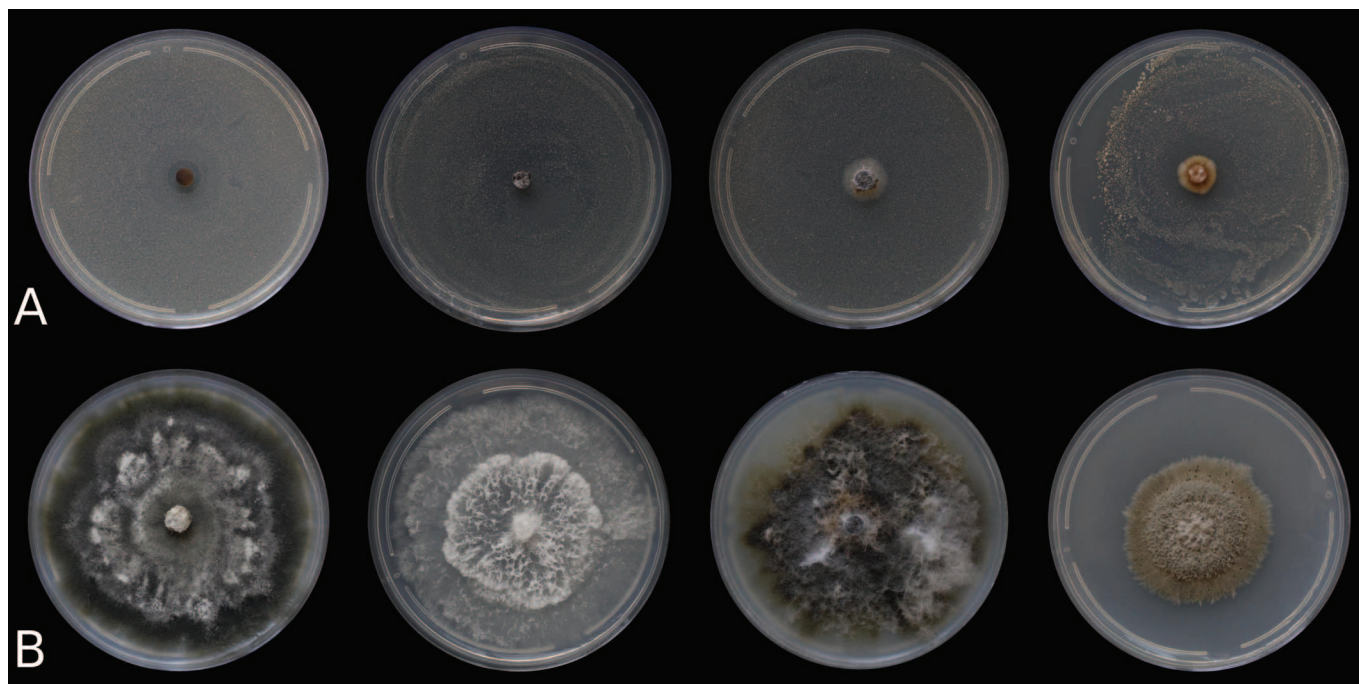


Рисунок 2. Подавление роста фитопатогенов биофунгицидом Стаккато, Ж (А). Контроль (В) слева направо: *C. leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma*, *S. lichenicola*
Figure 2. Suppression of phytopathogen growth by the biofungicide Stakkato (A). Control (B), from left to right: *C. leucostoma*, *Diaporthe eres*, *Didymella macrostoma*, *S. lichenicola*.

6. FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). FRAC Code List ©2025: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action. Brussels: FRAC, 2025. 12 p.

7. Штерншис М.В., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биопрепараты в защите садов // Защита и карантин растений. 2024. № 5. С. 23-29.

8. Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, vol. 18, pp. 265-267.

9. Moradi Masoumeh. Elma ağaçlarında Botryosphaeria kanserine neden olan *Diplodia seriata*'ya karşı laboratuvar koşullarında bazı fungusitlerin etkilerinin belirlenmesi. Ankara, 2014. 53 p.

10. Güngör Savaş N., Yıldız M. Molecular identification of *Diplodia seriata* De Not. causing dieback effect on grapevines and evaluation of in vitro efficacy of five different synthetic fungicides against this disease // Trakya University Journal of Natural Sciences. 2021. Vol. 22, No. 1. P. 93-100. DOI: 10.23902/trkjnat.863506.

References

1. Zubkov, A.V. & Antonenko, V.V. (2024). *Otsenka fitosanitarnogo sostoyaniya i problemy zashchity mnogoletnikh nasazhdeniy v sadovodstve* [Assessment of phytosanitary condition and problems of protection of perennial plantations in horticulture]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 2, pp. 45-52.

2. Thomidis, T. & Michailides, T.J. (2009). Studies on *Diaporthe eres* as a new pathogen of peach trees in Greece. *Plant Disease*, vol. 93, no. 12, pp. 1293-1297.

3. Amponsah, N.T., Jones, E., Ridgway, H.J. & Jaspers, M.V. (2012). Evaluation of fungicides for the management of Botryosphaeria dieback diseases of grapevines. *Pest Management Science*, vol. 68, no. 5, pp. 676-683.

4. AgroAtlas (n.d.). *Tsitosporoz kostochkovykh kultur (Cytospora leucostoma)* [Cytospora canker of stone fruits (Cytospora leucostoma)]. <http://www.agroatlas.ru> (accessed 06.04.2026).

5. Upadyshev, M.T. (2023). *Ozdorovlenie sadovykh rasteniy ot virusov* [Sanitation of garden plants from viruses]. *Vestnik VSTISF*, no. 4, pp. 12-18.

6. FRAC (2025). FRAC Code List ©2025: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action. Brussels: FRAC.

7. Shternshis, M.V., Andreeva, I.V. & Tomilova, O.G. (2024). *Biopreparaty v zashchite sadov* [Biopreparations in garden protection]. *Zashchita i karantin rasteniy*, no. 5, pp. 23-29.

8. Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, vol. 18, pp. 265-267.

9. Moradi, M. (2014). Elma ağaçlarında Botryosphaeria kanserine neden olan *Diplodia seriata*'ya karşı laboratuvar koşullarında bazı fungusitlerin etkilerinin belirlenmesi [Determination of the effects of some fungicides against *Diplodia seriata* causing Botryosphaeria canker on apple trees under laboratory conditions] (Master's Thesis). Ankara, 53 p.

10. Güngör Savaş, N. & Yıldız, M. (2021). Molecular identification of *Diplodia seriata* De Not. causing dieback effect on grapevines and evaluation of in vitro efficacy of five different synthetic fungicides against this disease. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, vol. 22, no 1, pp. 93-100. DOI: 10.23902/trkjnat.863506.

Информация об авторах:

Каракотов Салис Добаевич, доктор химических наук, академик РАН, Заслуженный работник промышленности Московской области, почетный химик Российской Федерации, вице-президент Российского союза производителей химических средств защиты растений, член Межведомственной комиссии Минсельхоза РФ по рассмотрению вопросов, связанных с подготовкой и проведением сезонных полевых сельскохозяйственных работ, член Совета по защите диссертаций РХТУ им Д.И. Менделеева, генеральный директор АО «Щелково Агрохим», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7062-4386>, Scopus ID: 16245238500, SPIN-код: 7384-5993

Скачкова Александра Дмитриевна, руководитель группы фунгицидного скрининга отдела биологических исследований, SPIN-код: 4955-7742, a.skachkova@list.ru

Божко Кира Николаевна, кандидат биологических наук, начальник отдела биологических исследований, bozhko@betaren.ru

Аршава Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, руководитель группы фитоэкспертизы отдела биологических исследований, ORCID: 0000-0002-2102-4621; SPIN-код: 2143-4934, arshava@betaren.ru

Information about the authors:

Salis D. Karakotov, doctor of chemical sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Worker of Industry of the Moscow Region, Honorary Chemist of the Russian Federation, Vice President of the Russian Union of Manufacturers of Chemical Plant Protection Products, Member of the Interdepartmental Commission of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation for Considering Issues Related to the Preparation and Conduct of Seasonal Field Agricultural Work, Member of the Dissertation Defense Council at D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia; General Director Shchelkovo Agrokhim; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7062-4386>, Scopus ID: 16245238500, SPIN code: 7384-5993

Alexandra D. Skachkova, head of the fungicide screening group, department of biological research, SPIN code: 4955-7742, a.skachkova@list.ru

Kira N. Bozhko, candidate of biological sciences, head of the department of biological research, bozhko@betaren.ru

Natalia V. Arshava, candidate of biological sciences, head of the phytoexpertise group, department of biological research; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2102-4621>, SPIN code: 2143-4934, arshava@betaren.ru



Научная статья

УДК 332.63, 332.68

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_451

НАЦИОНАЛЬНОЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗЕМЕЛЬНОЕ БОГАТСТВО ДОЛЖНО СЛУЖИТЬ ИНТЕРЕСАМ РОССИЙСКОГО НАРОДА

Н.В. Комов, Л.В. Коновалова

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения в качестве базового объекта развития аграрной экономики России. Основное назначение этих самых ценных земель на основе программ и проектов обеспечить устойчивое производство сельскохозяйственной продукции. Для этого необходимо вовлечь в эффективный оборот каждый гектар сельскохозяйственной земли, расположенной на сельских территориях. Базовым механизмом здесь является только комплексный подход при разработке схем и проектов землеустройства в границах административно-территориальных образований в качестве базовых документов планирования и охраны земли.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения, продовольственная независимость, схемы и проекты землеустройства, землепользование

Original article

THE NATIONAL AGRICULTURAL LAND WEALTH MUST SERVE THE INTERESTS OF THE RUSSIAN PEOPLE

N.V. Komov, L.V. Konovalova

State University for Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses the problem of effective use of agricultural lands as a basic object for the development of Russia's agrarian economy. The main purpose of these most valuable lands is to ensure sustainable production of agricultural products based on programs and projects. To achieve this, it is necessary to involve every hectare of agricultural land located in rural areas in effective circulation. The key mechanism here is a comprehensive approach to the development of land management schemes and projects within the boundaries of administrative-territorial entities as the basic documents for land planning and protection.

Keywords: agricultural land, effective use of agricultural land, food independence, land management schemes and projects, land use

Известно, что Конституцию Российской Федерации принял многонациональный народ России, соединенный общей судьбой на своей земле. В статье 2 установлено, что человек, его права и свободы являются высшей ценностью. [1] Признание, соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина — обязанность государства. В статье 9 закреплено, что земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории [1].

Из вышеизложенного следует, что главный закон страны установил четкое единство российской земли, человека и государства, где земля выступает фундаментом в руках государства в обеспечении достойной жизни многонационального народа на российской земле. Бесценную роль играет сельскохозяйственная земля. Именно в ней, а не в какой другой, сосредоточен мощный природный, производственный, демографический и культурный потенциал и код России.

Особая ценность сельскохозяйственной земли еще в том, что она разбросана матушкой-природой по всей территории России и обеспечивает суверенитет, территориальную целостность

и продовольственную безопасность государства российского. [3]

Земельное сельскохозяйственное богатство России огромное, многонациональное, многофункциональное и очень сложное. Поэтому в соответствии с земельным законодательством земли сельскохозяйственного назначения подлежат особой охране государства. А охранять есть что. Эти бесценные для человека земли занимают почти четверть территории России (375 млн га из 1,723 млрд га). К ним относятся земли, находящиеся за границами населенного пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей. [2]

Земли сельскохозяйственного назначения используются для ведения сельскохозяйственного производства, создания мелиоративных лесных насаждений, научно-исследовательских и учебных целей, аквакультуры (рыбоводства) и других целей. [2]

К данной категории отнесены земли, предоставленные различным сельскохозяйственным предприятиям, организациям: товариществам и обществам, кооперативам, государственным и муниципальным унитарным предприятиям, научно-исследовательским учреждениям. В нее

входят также земельные участки, предоставленные гражданам для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства, личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, животноводства, сенокосения и выпаса скота [2]. Кроме того, к категории земель сельскохозяйственного назначения отнесены земли, выделенные казачьим обществам и родовым общинам.

Площадь сельскохозяйственных угодий в составе категории земель сельскохозяйственного назначения составила 200,7 млн га (53,5%), в которые входят пашня, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения и залежь.

Площадь несельскохозяйственных угодий составляет 174,3 млн га (46,5%). К ним относятся земли под зданиями, сооружениями, внутрихозяйственными дорогами, лесными насаждениями, поверхностными водными объектами, а также земельными участками, предназначенными для обслуживания сельскохозяйственного производства. Земли, предоставленные для северного оленеводства, в составе земель сельскохозяйственного назначения занимали 101,4 млн га.

Большая часть земель сельскохозяйственного назначения находится в государственной и муниципальной собственности — 245,0 млн га,



или 65,4% земель категории, в собственности граждан — 105,4 млн га (28,1%), в собственности юридических лиц — 24,5 млн га (6,5%).

Площадь земель, предоставленных в собственность крестьянским (фермерским) хозяйствам, для ведения личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, животноводства, индивидуального жилищного и дачного строительства, для производства сельхозпродукции индивидуальным предпринимателям и других целей, составила 28,7 млн га.

Из всех земель, использовавшихся для сельскохозяйственного производства, на долю сельскохозяйственных организаций приходится 78,2% (408,4 млн га), на долю граждан — 21,8% (113,7 млн га).

Следует отметить, что по данным земельной информационной системы Министерства сельского хозяйства России сегодня в стране не используется 32 млн га сельскохозяйственных угодий. Наибольшие площади неиспользуемых сельхозугодий находятся в Сибирском федеральном округе — 22%, в Центральном федеральном округе доля неиспользуемых угодий составила 20%, Приволжском — 20%, Уральском — 11,84%, Дальневосточном — 11%, Северо-Западном — 10%. Основные причины неиспользования зарастание древесно-кустарниковой растительностью, заболачивание, эрозия почв, опустынивание и другие.

Известно, что сельскохозяйственная земля как ничем незаменимый и единственный природный ресурс, всегда находится под пристальным вниманием человеческого общества. Цель здесь одна — распределить, перераспределить и использовать созданные природой полезные и крайне необходимые человеку потребительские свойства земли, установить нормы и правила владения, пользования и распоряжения ею.

Главное отличие земли от всех других ресурсов в том, что она составляет не только территориальную основу страны, но и является её главной природной кладовой с мощным экономическим и социальным природным потенциалом.

Именно в одной из самых крупных сельскохозяйственных земель держав мира, какой является Россия, хранятся огромные возможности государства обеспечить достойную жизнь своего народа. Искключительная роль здесь принадлежит земельной ренте, которая постоянно оказывается в фокусе государственных, групповых и индивидуальных интересов.

В связи с этим для сельскохозяйственной земли государство устанавливает особые правила ее использования. Например, «приобрел участок в собственность, осваивай его в установленный проектом срок. Не освоишь, местные власти через суд его отберут и выставят на торги. В результате сельская земля при эффективном её использовании и надежном контроле государством не будет пустовать. Во многих странах законодательно установлено, что для несельскохозяйственных целей, сельскохозяйственная земля предоставляется только через капитализацию рентной стоимости. В этом случае она становится самой дорогой в отличие от других земель.

Поэтому во всех видах земельного оборота сельскохозяйственная земля участвует в виде мощного земельно-инвестиционного капитала, который не украдешь, не спрячешь и не утаишь. Он практически не подвержен криминализации

и множеству ненужных, а зачастую и вредных административных барьеров. Даже если где-то и совершаются такие противоправные действия, они караются по совершенно иным, более жестоким законам и правилам, установленным государством.

На других принципах на сельскохозяйственных землях строятся экономические и финансовые земельные отношения. Земля как природный экономический ресурс мало зависит от финансовой системы. Наоборот, финансовая система зависит от земли. Используя здесь рентные отношения, государство получает значительные средства на обустройство сельских территорий, повышение плодородия и мелиорацию земель, а также на образование, медицину, науку и решение многих других социальных проблем на селе.

В Китае, например, за капитализацию земельной ренты при отводе сельскохозяйственной земли для других нужд ежегодно на местах получают более 600 млрд долларов США, на основе которых давно создаются внебюджетные земельно-инвестиционные фонды развития сельских территорий. Такая возможность имеется и в России.

Но она до настоящего времени не нашла достойного применения. А ведь это одно из главных действий государства по восстановлению российского села и повышению качества жизни нашего крестьянина.

Еще одна проблема, которая требует комплексного решения. Сельские территории вдоль и поперек изрезаны нефте- и газопроводами, электросетями, дорогами и т.д. Нередко крестьяне со своей земли имеют не прибыль, а убытки и даже неприятности, что не позволяет на местах решать многие социальные и экономические проблемы. Эту наиважнейшую задачу в использовании сельской земли нельзя решить без применения рыночных механизмов, которые позволяют получить значительные финансовые средства от земельного оборота.

В этих целях при изъятии у собственника сельскохозяйственной земли для государственных и муниципальных нужд (строительство дорог, нефте- и газопроводов, электросетей и линий связи и других объектов), в соответствии с земельным и гражданским законодательством нужно применить выкупную цену. Выкупная цена — это плата за земельный участок, изымаемый для государственных и муниципальных нужд. При ее определении в нее включаются рыночная стоимость земельного участка, рассчитанная на основе земельной ренты и находящихся на нем объектов недвижимости, а также все убытки, причиненные собственнику изъятием земельного участка, включая убытки, которые он несет в связи с досрочным прекращением своих обязательств перед третьими лицами, включая упущенную выгоду.

Выкупная цена превышает рыночную стоимость земельного участка. Сегодня же расчеты часто делаются только по рыночной стоимости. Средства за изъятие земель у сельских собственников для государственных и муниципальных нужд должны предусматриваться в соответствующих бюджетах. Это обязательное условие не только при составлении бюджетов, но и в расчетах при создании на местах внебюджетных фондов развития сельских территорий.

Немалые средства можно получить от применения «сервитут», то есть ограничений и обременений в использовании сельскохо-

зяйственной земли, которая по решению государственных органов предоставляется для других целей. Особо это относится к строительству и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта, у которых одновременно со строительством в обязательном порядке устанавливаются охранные зоны с особым режимом использования земли. Цена вопроса для селян велика. За ограничения и запреты в использовании земли в этих зонах, а соответственно и за недополученную продукцию, сельские товаропроизводители обязаны получать соответствующие средства. Это одно из основных направлений деятельности органов местного самоуправления, которым сегодня крайне нужны дополнительные источники финансирования комплексного развития территорий.

В рыночной экономике России на других механизмах должна строиться система взаимодействия мощного финансового земельного потенциала с банковским капиталом и другими финансово-кредитными учреждениями. В нашей стране огромные земельные активы и банковский капитал должны быть взаимозависимы. Для этого необходимо обеспечить их надежными нормативно-правовыми механизмами и жестко контролировать. Наиболее эффективно такая система работает в агропромышленной сфере, жилищном строительстве и развитии предпринимательской деятельности в сельской местности. Но для этого необходимо модернизировать и банковскую систему страны. Она должна быть инвестиционной. Сегодня эта проблема для России и, особенно для российского села, наиважнейшая.

Важная роль должна принадлежать комплексным землеустроительным проектам в границах административно-территориальных образований, в которых решаются не только организационные, экономические, экологические и социальные, а во многом и политические проблемы. Разрабатывать такие проекты в соответствии с законодательством должны высокообразованные специалисты-земельщики. На Руси земельная служба создана почти 500 лет назад. В настоящее время при внедрении не земельных, а имущественных отношений высококвалифицированные земельщики оказались не у дел.

В тоже время стране крайне нужна инвентаризация и комплексная оценка всего сельскохозяйственного земельного фонда, а также постановка его на государственный баланс, который является основой современной земельно-информационной системы страны (далее — ЗИС). [4]

В муниципалитетах на основе данных инвентаризации земель необходимо создать земельно-инвестиционные фонды комплексного развития сельских территорий и включить их в программы использования и охраны земель соответствующих территориальных образований. Известно, что без специалистов-земельщиков нельзя создать ни земельную систему, ни инвестиционные системы. Но это кому-то выгодно.

На сельских территориях нужно возродить родовые поселения, объекты культурного наследия и храмы, восстановить народные традиции и промыслы, существовавшие в России с давних времен в качестве мощной структуры государственного устройства страны и памяти времен и поколений. Такие поселения способны во многом решать и самые насущные демографические проблемы великой земельной державы мира, какой является Россия. [7]



Только комплексные решения земельных проблем на селе создают реальные условия для формирования общества современного развития, обеспечивающее защиту интересов российского крестьянства, его земли, стиля жизни, творческих поисков, создание семейного и другого бизнеса. В свою очередь это будет способствовать возрождению наших собственных традиций — российских научных школ и инженерных обществ, которые всегда были реальным двигателем прогресса и успешного развития нашего государства российского. [7]

Важным подходом использования и особой охраны земель сельскохозяйственного назначения должно быть определение организационно-экономического содержания и современных тенденций развития комплексной системы сельскохозяйственного землепользования и землеустройства. Она должна быть единой, научно-обоснованной и технически совершенной по всей стране. [8]

Современное развитие и размещение производительных сил на самих территориях страны, оказывает существенное влияние на состояние и использование сельскохозяйственных земель. К ним относится земельная неустроенность, недостаточная изученность как с научной, так и с информационной стороны, необъективная оценка при переводе сельхоз земель в другие категории. Нарушение почвенного плодородия. [5]

Как показала многолетняя практика ни государственная, ни частная формы земельной собственности сегодня не обеспечивают должную охрану и эффективное использование сельскохозяйственных земель. Для приведения сельскохозяйственных земель в должное состояние требуются большие финансовые и материально-технические ресурсы и крупные инвестиции долгосрочного характера. В противном случае, учитывая сохраняющуюся тенденцию к уменьшению площадей ценных угодий, потери продуктивных сельских земель в стране могут значительно увеличиться, что приведет к резкому сокращению объемов самой ценной для каждого человека сельскохозяйственной продукции.

Значительную долю инвестиций в развитие сельских территорий можно получить и от самой сельской земли. Для этого необходимо внедрить на всех землях современную цифровую земельно-кадастровую систему с одновременной регистрацией прав на все земельные участки и обязательно на территории всей страны.

Необходимо срочно разграничить государственную собственность на землю. Эта работа до сих пор проводится очень медленно. Сегодня стране нужно другое законодательство по регулированию земельного оборота. Исследования и практика показывают, что для этого целесообразно использовать возможности не одной, а нескольких отраслей законодательства: земельного, гражданского, природоохранного и других при верховенстве земельного. При этом должна быть предусмотрена жесткая защита сельскохозяйственной земли, которая имеет исключительное социальное стратегическое значение для народа.

При решении имущественных вопросов в системе земельных преобразований на селе необходимо исходить из того, что сельскохозяйственная земля является имуществом исключительным и специфическим. Ее суть в том, что она

прежде всего природный производственный ресурс и территория государства и обитания всего народа. Все отношения, объектом которых является сельская земля, в том числе отношения собственности и земельного оборота, необходимо регулировать особым специальным земельным законодательством в сфере комплексного развития сельских территорий с юридически узаконенным понятием что это такое «сельские территории» и их отличия от других территорий России. Такого юридически узаконенного понятия сегодня не существует.

Переход к рынку, включение российской экономики в мировые хозяйственные процессы потребовали коренного пересмотра экономических методов в системе повышения роли сельскохозяйственных земель, где Россия — страна уникальных возможностей получения огромных инвестиций от сельской самой земли. Сегодня налог на землю, средства от аренды земли, налог на операции с земельными участками очень низкие, что не стимулирует эффективное использование земли, ее недр, ведет к непомерному расширению территорий городов, предпочтений, зон разработки различных месторождений. Необоснованность ставок налога с земли и ведет к социальному неравенству функционирования территорий. [7]

Переход к системе, опирающейся на налоги с земли и расположенные на ней ресурсы, требует комплексных специальных земельных проработок в методическом и техническом плане. Наиболее сложным и ответственным является — определение размеров реальной земельной ренты и цены земли. В этом сегодня корень всех «злов», связанных с использованием и охраной сельскохозяйственной земли.

Если исходить из двухканальной системы налогообложения, когда устанавливается налог на прибыль, направляемый в федеральный бюджет, и муниципальный налог на ресурсы, прежде всего, земельные, некоторые вопросы могут быть решены достаточно просто. Во-первых, потому, что ставки муниципальных налогов вводятся на основе финансовых потребностей в комплексном развитии территории. В этих условиях наиболее важным становится соотношение цен на разные земельные участки.

Перенесение тяжести налогов с обложения результатов труда на земельную ренту даст импульс оживлению экономической (производственной) деятельности, но при условии, что ею будут заменены некоторые другие налоги. Важную роль здесь играют рентные платежи за сельскую землю, которые могут существовать независимо от того, какая система прав собственности принята. Рента как особенность земельных отношений существует объективно. Люди пользовались специфическими преимуществами земли, не осознавая действие ренты. В рыночной экономике она получает определенное денежное выражение, вызывая потребность в новой системе ценообразования, позволяющей определять вклад земельного фактора страны в производство конечной продукции.

В целях эффективного использования сельскохозяйственных земель общий подход должен быть таким: право на землю сохраняется за организацией или человеком до тех пор, пока они платят земельную ренту. Если способы использования земли снижают ее рентную стоимость, в том числе и окружающей территории, виновник должен компенсировать это

соответствующими штрафами; если повышают — действует стимулирующая компенсация. [6]

Такие методы регулирования земельных отношений на сельских территориях отвечают критериям экономической эффективности и социальной справедливости. В этом случае защита от пресечения срока действия прав обеспечивается выплатой ренты. Действует открытая передача права, так как взимаются компенсационные платежи и за неблагоприятные воздействия при использовании земли на определенной территории, где инфраструктура финансируется за счет собранной ренты. Ее развитие увеличивает рентную стоимость земли. Поэтому регионы смогут погашать свои расходы сами. Эффективное использование месторождений полезных ископаемых достигается за счет их аренды и возможности пользователей разрабатывать и добывать их наиболее выгодно для себя путем. [7]

В этом случае права граждан обеспечивают снятием налогового бремени: с тех, кто производит необходимую продукцию, взимается только земельная рента и компенсация за истощение природных ресурсов. Права будущих поколений на природные ресурсы охраняются законом, устанавливающим принципиальные основы земельного оборота на селе.

Для обеспечения реального земельного оборота механизмы, которые его запускают, контролируют и регулируют, малоэффективны, с точки зрения общих, государственных и общественных интересов. Требуется решения проблема определения порядка аккумуляции и использования земельной ренты, а также основанных на ней практически всех землеуправляющих стоимостных рычагов — цены земли, арендной платы, земельного налога, ипотечно-залоговой стоимости, денежных сборов за земельные операции. Сюда же относится экономический механизм, обеспечивающий охрану земель и их рациональное использование. [8]

В этих целях необходимо уточнение форм и пределов административного государственного контроля за совершением земельных сделок, а также общие (в отношении всех сделок) и особенные (в отношении отдельных видов сделок) требования к форме, содержанию, порядку заключения договоров.

Обязательным условием обеспечения эффективного использования и охраны сельскохозяйственной земли является разработка и реализация программ использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения в границах субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, предусмотренных статьями 10, 11 Земельного Кодекса России в 2001 году. [2] Эти обязательные документы страны до сих пор не разработаны. А ведь они должны быть не только обязательными, комплексными, но и научно-обоснованными и практически исполнимыми на всей территории страны.

По нашему профессиональному мнению, такие наиважнейшие программные документы должны быть в первоочередном порядке разработаны в аграрных регионах России и состоять из следующих основных разделов:

- состояние и использование земельных ресурсов в границах административно-территориальных образований;
- эколого-экономическое состояние земель на территориях;





- рентная оценка земельных и других природных ресурсов;
- природная земельная ресурсная составляющая аграрной отрасли и ее роль в обеспечении продовольственной безопасности страны;
- размещение добывающих и обрабатывающих отраслей промышленности;
- развитие мелиорации земель;
- размещение строительной отрасли;
- социально-экономическое развитие региона на перспективу;
- повышение качества жизни народа на основе эффективного использования земельных и других природных ресурсов;
- механизмы государственного регулирования использования и охраны земель и управления землепользованием;
- нормативно-правовое обеспечение использования и охраны земель, перечень проектов правовых и нормативных документов по реализации программы;
- роль комплексного территориального землеустройства, кадастра, оценки и реализации прав в повышении эффективности использования и охраны земель и создание на территориях эффективной системы землепользования.

Базовой основой разработки программ должна быть современная земельно-информационная система, созданная на основе данных инвентаризации земель, с использованием современных геодезических и картографических цифровых материалов.

Одновременно необходимо разработать и внедрить современную систему и механизмы комплексной территориальной рыночной оценки земли в целях увеличения бюджетных налоговых и внебюджетных неналоговых поступлений и создание на местах специальных земельно-инвестиционных фондов комплексного развития сельских территорий.

Реализация этих предложений позволит сформировать региональные земельные рынки, обеспечивающие инвестирование ипотеки и комплексное использование земли на сельских территориях.

Одним из мероприятий является выявление и учёт природных, биологических и минеральных (ископаемых) ресурсов земель на территориях с целью определения перспективного развития. Основными показателями природных биологических (почвенных, растительных, животных) и минеральных ресурсов. Их валовые запасы на территориях могут использоваться с несколькими целями, а ценность земли на них определяется экономической выгодой, экологической устойчивостью и социальной значимостью.

Успешного развития России в рыночных условиях невозможно без создания системы взаимодействия земельного финансового потенциала с банковским капиталом и другими финансово-кредитными учреждениями. Во многих странах огромные земельные активы и банковский капитал очень тесно взаимодействуют, которое обеспечивается надежными нормативно-правовыми механизмами и жестко контролируется государством.

Наиболее эффективно такая система действует в агропромышленной сфере, жилищном строительстве и развитии предпринимательской деятельности на селе. Она прекрасно работает в Китае. В Китае реализует эти и многие

другие наиважнейшие земельные задачи мощная государственная земельная служба. Она прекрасно обучена и оснащена. От ее деятельности государство получает не только огромные средства, но и решает многие социальные, экономические и экологические и другие важные вопросы комплексного развития сельских территорий. Структура управления земельными ресурсами в КНР функционально представляет собой четкую вертикаль, находящуюся в строгой зависимости от административного деления страны.

В сфере государственного управления земельными ресурсами в Китае установлены следующие основные функции:

- реализация государственной политики в сфере эффективного управления, рационального использования и охраны земель, и подготовка законов и постановлений по государственному регулированию земельных отношений;
- формулировка основных критериев, правил и стандартов по использованию земель, составление национальных планов использования земель, генеральных планов использования земель и других специальных планов, связанных с использованием земельных ресурсов, проверка и согласование генпланов городов;
- организация работ по съемке и картографированию земной поверхности, глобальному мониторингу, оценке земель, государственный контроль и надзор за соблюдением земельного законодательства и реализацию планов использования земель на всех административных уровнях;
- защита законных прав и интересов землепользователей, реализация политики защиты сельскохозяйственных земель, контроль за их использованием;
- формирование земельного кадастра, управление регистрацией, классификацией земель и земельными титулами, регулирование процессов передачи, аренды, переводов, сделок и государственной продажи прав на землю, управление оценкой земель.

В сфере государственного управления земельными ресурсами страны трудится около 200 тысяч специалистов. Главная их задача – реализация долгосрочной государственной земельной политики на всей территории страны. Это прекрасный пример государственного подхода в управлении главным национальным достоянием — земельными ресурсами в рыночных условиях. Следует отметить, что Китай многое взял нашего бывшего российского опыта управления землей. А Россия, к великому сожалению, эту главную земельную систему упразднили из-за ненужности. В результате многочисленные ведомства «разорвали» единое природное земельное пространство на части, что принесло в России огромную беду и для земли, и для народа, живущего на ней. В целях реализации этих действий в Китае еще в 1998 году был принят Закон «Об управлении землями Китайской народной Республики».

В России же вот уже четверть века ведутся дебаты нужно ли в нашей самой крупной земельной державе мира единое государственное управление единой земельной территории страны. И эта наивысшая неотложная проблема пока не решена. Но она будет решена. Поручение нашего Президента В.В. Путина дано. Народ такое решение давно ждал вместе с российской

землей. Дело теперь за главным-срочно его исполнить!

Для справки: Исключительную значимость земельных ресурсов в развитии страны обозначил Президент РФ еще в 2012 году на заседании президиума Госсовета при рассмотрении вопроса совершенствования использования земельных ресурсов в интересах граждан и юридических лиц. Земельные ресурсы, сказал он, мощный фактор экономического и социального развития. Но земельный потенциал реализуется малоэффективно. В результате земля не работает в полную силу.

Значительное количество земли, отметил Президент, передано многочисленным ведомствам, которые ее используют часто не по назначению, а миллионы ее гектаров простаивают. Если земля не работает, давайте передавать ее другим собственникам, в том числе муниципалитетам. Они ближе к людям и вполне способны решить, где дом построить, где картошку посадить или как-то по-другому использовать землю с пользой для людей и страны. Такова позиция высшего руководства страны.

Важная роль по наведению порядка в национальном земельном богатстве России принадлежит территориальному землеустройству, при этом решаются не только организационные, экологические, экономические, но во многом и политические проблемы страны. Земельные проблемы комплексные и решать их должно только государство независимо от форм собственности. Ведь земля представляет единую и неделимую территорию страны. Все землеустроительные действия на ней должны быть обязательными. Землеустройство как комплексное мероприятие в единой системе государственного управления землей должно быть базовой основой при планировании развития территорий в границах административно-территориальных единиц.

Предлагаемые первоочередные меры решения указанных проблем:

1. Исполнить статьи 9,10,11 Земельного кодекса Российской Федерации, [2] предусматривающие:

- принятие Основ федеральной политики в области регулирования земельных отношений (Стратегия государственной земельной политики);
- разработку и реализацию федеральных программ использования и охраны земель на территории Российской Федерации;
- разработку и реализацию региональных программ использования и охраны земель, находящихся в границах субъектов РФ;
- разработку и реализацию муниципальных программ использования и охраны земель.

2. Провести инвентаризацию земель всего земельного фонда страны, на рентной основе оценить его, поставить на государственный баланс, создать современную цифровую земельно-информационную систему страны и всех ее регионов и муниципалитетов, и всех землепользователей страны;

3. Создать в муниципалитетах земельно-инвестиционные фонды комплексного развития территорий. Оценить эти фонды и включить их в программы и проекты комплексного развития территорий;

4. Обеспечить на основе научно-обоснованных программ и проектов ускоренное развитие сельских территорий как основы мощного природного, демографического, культурного



и духовного потенциала территорий, обеспечивающих целостность, безопасность и суверенитет России;

5. Возродить на сельских территориях родовые поселения, объекты культурного наследия и храмы, восстановить в них народные традиции и промыслы, существовавшие в России с давних времен в качестве мощной структуры государственного устройства страны;

6. Создать ранее существовавшую эффективную систему научно-исследовательских и проектно-испытательных институтов по земельным ресурсам и землеустройству. Разработка и их внедрение на всей территории страны обеспечит создание мощного земельного фундамента для экономического, социального, экологического и духовного развития в России XXI века!

Список источников

1. Конституция Российской Федерации (ред. от 14.03.2020 г.) [Электронный ресурс]. Официальный интернет-портал правовой информации. <http://www.pravo.gov.ru>.
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 года № 136-ФЗ (ред. от 29.12.2025 года). Официальный интернет-портал правовой информации. <http://www.pravo.gov.ru>
3. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Официальный интернет-портал правовой информации. <http://www.pravo.gov.ru>
4. Постановление Правительства РФ от 14.05.2021 № 731 (ред. от 24.12.2024) «О Государственной программе

эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025). Официальный интернет-портал правовой информации. <http://www.pravo.gov.ru>

5. Аналитическая записка «Земельный потенциал России: состояние, проблемы и меры по его рациональному использованию и охране», изданная Российской академией наук в 2023 году. <http://r25.ru>

6. Комов Н.В. Российская модель землепользования и землеустройства. М.: Институт оценки природных ресурсов 2001. 625 с.

7. Комов Н.В., Шарипов С.А. Земельные ресурсы в стратегии устойчивого развития России. Казань: Бриг, 2017. 480с.

8. Фомин А.А. Совершенствование организационно-экономических механизмов регулирования земельных отношений в аграрной отрасли Российской Федерации. М: ГУЗ, 2018. 556с.

References

1. The Constitution of the Russian Federation *Konstitutsiya Rossiiskoi Federatsii* (as amended on March 14, 2020). Official Internet Portal of Legal Information. URL: <http://www.pravo.gov.ru>
2. The Land Code of the Russian Federation dated October 25, 2001, No. 136-FZ *Zemel'nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii ot 25 oktyabrya 2001 goda № 136-FZ* (as amended on December 29, 2025). Official Internet Portal of Legal Information. URL: <http://www.pravo.gov.ru>
3. Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020, «On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation» *Ukaz Prezidenta RF ot 21 yanvarya 2020 g. № 20 «Ob utverzhdenii Doktriny*

prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii. Official Internet Portal of Legal Information. <http://www.pravo.gov.ru>

4. Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/14/2021 No. 731 (as amended on 12/24/2024) «On the State Program for the Effective Involvement in the turn-over of agricultural land and the development of the land Reclamation complex of the Russian Federation». *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14.05.2021 № 731 (red. ot 24.12.2024) «O Gosudarstvennoi programme effektivnogo вовлечения v оборот zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii*» (as amended and supplemented, intro. effective from 01.01.2025). The official Internet portal of legal information. <http://www.pravo.gov.ru>

5. The Russian Academy of Sciences (2023). *Zemel'nyi potentsial Rossii: sostoyanie, problemy i mery po ego ratsional'nomu ispol'zovaniyu i okhrane*. [Analytical note Russia's Land Potential: Status, Problems, and Measures for Its Rational Use and Protection], <http://r25.ru>

6. Komov N.V. (2001). *Rossiiskaya model' zemlepol'zovaniya i zemleustroistva* [Russian model of land use and land management]. Moscow, Institute for Natural Resources Assessment, p. 625 (35).

7. Komov N.V., Sharipov S.A., (2017). *Zemel'nye resursy v strategii ustoychivogo razvitiya Rossii: monografiya*. [Land Resources in Russia's Sustainable Development Strategy], Kazan, Brig, p. 480.

8. Fomin A.A. (2018). *Sovershenstvovanie organizatsionno-ekonomicheskikh mekhanizmov regulirovaniya zemel'nykh otnoshenii v agrarnoi otrasli Rossiiskoi Federatsii. Monografiya*. [Improvement of organizational and economic mechanisms for regulating land relations in the agricultural sector of the Russian Federation], Moscow, GUZ, p. 556.

Информация об авторах:

Комов Николай Васильевич, академик Российской академии наук, доктор экономических наук, профессор, SPIN-код: 9859-6828, komovnv@guz.ru.

Коновалова Людмила Владимировна, аспирант, заместитель директора ФГБУ Рослесинфорг, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-5271-2878>, konovalova.lv@mail.ru

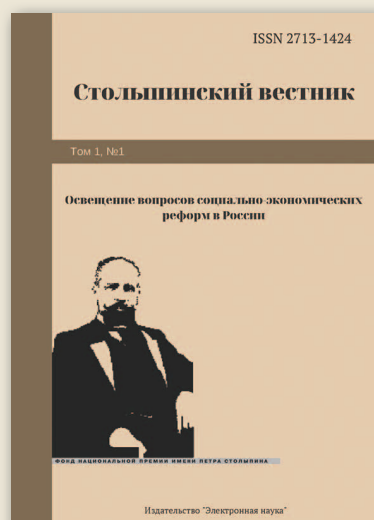
Information about the authors:

Nikolai V. Komov, academician of the Russian academy of sciences, doctor of economic, professor, SPIN-code: 9859-6828, komovnv@guz.ru

Lyudmila V. Konovalova, postgraduate student, deputy director of the federal state Budgetary Institution Roslesinforg, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-5271-2878>, konovalova.lv@mail.ru

✉ konovalova.lv@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник»

- Издается при поддержке **Государственного университета по землеустройству** и **Фонда национальной премии имени П.А.Столыпина**.
- Журнал освещает опыт и актуальные вопросы социально-экономических реформ в России.
- Цитируется в РИНЦ И КиберЛенинка.

Контакты: <https://stolypinvestnik.ru>,
stolypin_vestnik@mail.ru





Научная статья

УДК 332.2:551.59:502/504:364.6

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_456

КАРТИРОВАНИЕ РИСКА ЗАТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО МЕТОДОВ: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ АГЛОМЕРАЦИИ КОТОНУ (РЕСПУБЛИКА БЕНИН)

В.В. Вершинин, С.Р. Муссе

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В настоящей публикации представлены полученные авторами результаты оценки риска затопления урбанизированной агломерации Гранд-Нокуюэ (Котону, Абомей-Калави, Семе-Кподжи). Авторы отмечают, что в контексте глобального потепления и сопутствующего ему повышения уровня Мирового океана актуальность оценки рисков затопления прибрежных территорий существенно возрастает. На территории Республики Бенин данная проблема усугубляется особенностями гидрологического режима, характеризующегося экзогенным стоком атмосферных осадков в направлении с севера на юг. Наиболее уязвимой является агломерация Гранд-Нокуюэ, расположенная в межэкваториальной зоне между озером Нокуюэ и акваторией Атлантического океана. Методологическая основа исследования включает геоинформационный подход, интегрирующий анализ документальных источников, обработку дистанционных данных, пространственное моделирование риска затопления и многокритериальный анализ в ГИС-среде. Пространственная идентификация и классификация уровней риска осуществлены посредством интегрального анализа картографических слоев, характеризующих факторы опасности и уязвимости территории. Результаты количественной оценки демонстрируют следующее распределение категорий риска затопления в пределах агломерации Гранд-Нокуюэ: высокий риск — 19,97% территории, умеренный — 50,25%, низкий — 29,77%. Установлено, что территория города Котону характеризуется преобладанием зон высокого риска (65% площади), в то время как для плато Абомей-Калави данный показатель составляет 16%, а для Семе-Кподжи — 3%. Особо выделены урбанизированные периферийные районы Котону (Годомей, Калави, Акассато, Агблангандан, Екпе), также подверженные высокому риску затопления. В заключении авторы указывают, что полученные результаты изложенного исследования могут служить основой для разработки стратегии перспективного и скоординированного территориального планирования агломерации Гранд-Нокуюэ в целях устойчивого управления рисками возможного затопления.

Ключевые слова: урбанизированные территории, агломерации, моделирование риска затопления, картографирование

Original article

FLOOD RISK MAPPING BASED ON THE USE OF GEOSPATIAL AND MULTICRITERIA METHODS: ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF COTONOU COASTAL URBANIZED AGGLOMERATION (REPUBLIC OF BENIN)

V.V. Vershinin, S.R. Musse

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. This publication presents the results of the authors' assessment of the risk of flooding in the urban agglomeration of Grand-Nokoué (Cotonou, Abomey-Calavi, Sèmè-Kpodji). The authors note that in the context of global warming and the associated increase in sea levels, the relevance of assessing the risks of coastal flooding has significantly increased. In the Republic of Benin, this problem is exacerbated by the specific features of the hydrological regime, which is characterized by the exogenous flow of precipitation from north to south. The most vulnerable area is the Grand-Nokoué agglomeration, located in the inter-equatorial zone between Lake Nokoué and the Atlantic Ocean. The methodological basis of the study includes a geoinformation approach that integrates the analysis of documentary sources, the processing of remote data, spatial modeling of flood risk, and multi-criteria analysis in a GIS environment. The spatial identification and classification of risk levels are carried out through the integral analysis of cartographic layers that characterize the factors of danger and vulnerability of the territory. The results of the quantitative assessment demonstrate the following distribution of flood risk categories within the Grand-Nokoué agglomeration: high risk — 19.97% of the territory, moderate — 50.25%, low — 29.77%. It has been established that the territory of the city of Cotonou is characterized by a predominance of high-risk areas (65% of the area), while this figure is 16% for the Abomey-Calavi plateau and 3% for Sèmè-Kpodji. The urbanized peripheral areas of Cotonou (Godomey, Kalavi, Akassato, Agblangandan, and Ekpe) are also at high risk of flooding. In conclusion, the authors point out that the results of this study can serve as a basis for developing a long-term and coordinated territorial planning strategy for the Grand-Nokoué agglomeration in order to sustainably manage the risks of potential flooding.

Keywords: urbanized areas, agglomerations, flood risk modeling and mapping

Введение. По мнению современных ученых, занимающихся проблемами окружающей среды, климатические изменения представляют собой одну из наиболее значимых глобальных проблем современности. Среди спектра природных опасностей (штормовые явления, сейсмическая активность, лесные пожары, засухи, вулканизм) наводнениям принадлежит доминирующая роль, составляя только за период 1994-2013 гг. 43% от общего количества

зарегистрированных природных катастроф [1]. На территории Бенина наводнения являются ключевым природным риском, приводящим к значительным социально-экономическим последствиям, включая человеческие жертвы (побережье озера Нокуюэ, 2009, 2010, 2019 гг.). Ряд исследований подтверждает цикличность и высокую повторяемость событий затопления в урбанизированных центрах Бенина, включая Котону [2, 3].

Целью настоящей публикации является предоставление читателям полученных авторами результатов оценки риска затопления, урбанизированных агломерации Гранд-Нокуюэ, включающей города Котону, Абомей-Калави и Семе-Кподжи на основе использования проведенного ими комплексного картографирования этих территорий. Разработанная комплексная карта рисков затопления обеспечит возможность принятия необходимых управленческих мер по



предотвращению этих негативных последствий, а использование методики её разработки — создание аналогичной картографической основы для аналогичных урбанизированных территорий африканского континента.

Район исследования. Исследуемая территория расположена в южной части Бенина в пределах географических координат: 6°20'30» — 6°42'00» северной широты и 2°13'20» — 2°42'40» восточной долготы (рис. 1).

На представленной схеме (рис. 1) иллюстрируется географическая локализация городской агломерации Гранд-Нокуэ, характеризующаяся развитой гидрографической сетью. Указанная сеть, включающая озеро Нокуэ, лагуны Джону и Порто-Ново, канал Котону, а также многочисленные водотоки меньшего порядка, занимает совокупную площадь, эквивалентную приблизительно 9,41% от общей площади исследуемого региона. Дополнительно, заболоченные территории составляют 19% территории исследования.

Настоящее исследование базируется на комплексном сборе, последующем анализе и обработке гетерогенных данных.

Использованные данные. Для реализации поставленных исследовательских задач были привлечены следующие категории данных:

а. Гидрологическая статистика.

Данные о максимальных суточных осадках и показателях стока реки Уэме в створе выхода Бону. Источники: Национальная метеорологическая служба Бенина (Bénin Météo, период наблюдений: 1980–2010 гг.) и Гидрологическая служба Главного управления водных ресурсов (период наблюдений: 1980–2020 гг.).

б. Демографическая статистика.

Результаты четырех Всеобщих переписей населения и жилищного фонда (RGPH 1, 2, 3, 4) для населенных пунктов, входящих в состав конурбации Гранд-Нокуэ. (Данные предоставлены Национальным институтом статистики и демографического анализа (INStaD) в апреле 2021 г.)

в. Пространственные данные и дистанционное зондирование:

- картографические данные OpenStreetMap (OSM, 2016 г.).
- цифровая модель рельефа (ЦМР, 2014 г.).
- данные геопортала Национального географического института Бенина (IGN Benin, 2018 г.).
- спутниковые снимки Sentinel-2A (февраль 2021 г.). Указанные пространственные данные использовались для генерации производных картографических слоев, включая: уклоны поверхности, абсолютные высоты, типы почв, гидрогеологические условия, пространственное распределение осадков, дистанции до гидрографических объектов и дорожной сети, плотность населения и структуру землепользования. Данные слоёв послужили основой для пространственной параметризации критериев оценки риска затопления на изучаемой территории.
- г. Социально-экономические данные.

Результаты анализа научной литературы и специализированного социально-экономического исследования, проведенного авторами.

Методология и методы исследования.

В рамках методологического решения рассматриваемой проблемы в процесс исследования были интегрированы технологии Географических Информационных Систем (ГИС) и метод Анализа Иерархий (Analytic Hierarchy Process — АНР) [4]. Процедура анализа включала следующие этапы:

Первый этап. Определение и характеристика факторов паводка-образующей опасности.

Второй этап. Определение и характеристика факторов уязвимости территории.

Третий этап. Стандартизация критериальных карт.

Четвертый этап. Определение весовых коэффициентов значимости факторов методом АНР.

Пятый этап. Построение интегральных карт опасности (hazard) затопления и уязвимости (vulnerability).

Шестой этап. Расчет интегрального показателя риска затопления, как функции комбинации показателей опасности (hazard) и уязвимости (vulnerability).

Методология картирования риска наводнений основана на пространственном интегрировании серии критериальных карт (карты с ожидаемым результатом) посредством инструмента «Растровый калькулятор» (ArcMap 5.3). Пространственная репрезентация риска наводнения достигается путем кросс-корреляции карт опасности и уязвимости. Методологическая последовательность включает следующие этапы:

Первый этап. Определение и характеристика факторов паводка-образующей опасности (выявление, обнаружение, описание характерных признаков и особенностей чего-либо). Этап осуществляется посредством взвешенной интеграции семи критериев, идентифицированных как детерминанты паводковой опасности в районе исследований.

✓ **Первый критерий. Уклон местности (Slope):** рассчитан по цифровой модели рельефа (ЦМР), разрешение 30 м, источник SRTM). Классифицирован на три уровня (низкий, умеренный, высокий) в соответствии с прогнозируемой частотой и вероятностью затопления. Уклон детерминирует латеральное перемещение водных масс с возвышенных участков в понижения, где способствует аккумуляции осадков, формируя зоны высокой опасности затопления. Присвоены значительные весовые коэффициенты.

✓ **Второй критерий. Абсолютная высота/рельеф (Elevation/Torography):** альтиметрическая (высотная) характеристика территории, стратифицированная на три класса (низкий, умеренный, высокий) на основе ЦМР. Зоны минимальных высотных отметок соответствуют аккумуляционным равнинам и точкам конвергенции гидрографической сети. Установлена обратная корреляция между абсолютной высотой и вероятностью затопления. В исследуемом районе фокус риска локализован в аллювиальных равнинах у подножия плато.

✓ **Третий критерий. Почвенный покров (Pedology):** влияет на образование паводков через параметры инфильтрационной способности и влагоудержания. Доминирование почв с низкой инфильтрацией потенцирует процессы поверхностного стока и затопления.

✓ **Четвертый критерий. Гидрогеологические условия (Hydrogeology):** оценивается по двум ключевым параметрам: литология подстилающих пород и характеристики водонесных горизонтов. Литологический состав определяет зоны потенциального подтопления и регулирует инфильтрацию, влияя на интенсивность паводка [6]. В исследуемом районе выделены гидрогеологические комплексы: прибрежно-морские отложения, аллювиальные пески, глинистые формации и др.

✓ **Пятый критерий. Дистанция до гидрографических объектов (Distance to Water Bodies):** риск затопления коррелирует с евклидовым расстоянием до постоянных водотоков и водоемов. Прямая зависимость: риск экспоненциально возрастает при приближении к руслам. Данный фактор определяет экспозицию объектов инфраструктуры при выходе водотоков из берегов [7].

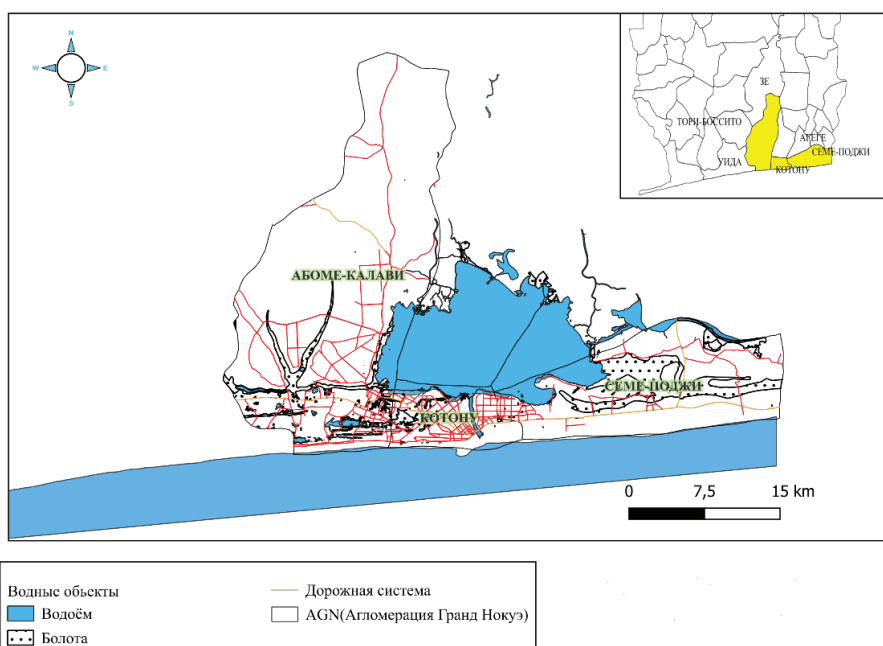


Рисунок 1. Географическое положение урбанизированной агломерации Гранд-Нокуэ
Figure 1. Geographical location of the Grand-Nokoué urban agglomeration

(Источник: Авторский материал)



✓ Шестой критерий. *Интенсивность атмосферных осадков* (Rainfall Intensity): ключевой природный фактор паводкообразования. Пространственное распределение осадков в пределах агломерации Гранд-Ноксэ получено методом кригинга на основе данных 18 метеостанций. Классифицировано на три зоны влияния: низкой, средней и высокой интенсивности.

✓ Седьмой критерий. *Характер землепользования* (Land Use/Land Cover — LULC): определяет параметры поверхностного стока и инфильтрации. Оценка LULC критична для прогнозирования потенциального ущерба различным типам активов. Применена стандартизированная классификационная легенда.

Второй этап. Определение и характеристики факторов уязвимости территории.

Анализ уязвимости сфокусирован на ключевых элементах, подверженных воздействию опасности. В агломерации Гранд-Ноксэ таковыми являются:

- плотность застройки (Building Density): косвенный индикатор плотности населения. Важная переменная для пространственного планирования и управления рисками. Наблюдаемый тренд роста плотности ведет к освоению пойменных территорий, повышая уязвимость;
- землепользование и инфраструктура (LULC & Infrastructure): размещение социально-экономических активов в зонах риска;
- проницаемость дорожной сети (Road Network Permeability): низкая пропускная способность сети может потенцировать уязвимость в условиях паводка. Для визуализации подверженных элементов проведена стандартизация слоев по каждому критерию уязвимости.

Третий этап. Стандартизация критериальных карт.

Учитывая дифференцированную значимость семи факторов в генезисе наводнений, была проведена стандартизация слоев каждой критериальной карты. Адаптированная методика [8] позволила привести значения пригодности/влияния всех слоев к единой безразмерной шкале.

Четвертый этап. Определение весовых коэффициентов значимости факторов методом АНР.

Взвешивание осуществлено методом Саати (Анализ Иерархий, АНР) [9, 10]. Данный метод,

основанный на попарном сравнении критериев, обеспечивает структурированный подход к определению приоритетов в многокритериальных задачах. Применена стандартная шкала сравнений АНР. Согласованность экспертных суждений верифицирована расчетом коэффициента согласованности «CR» (Consistency Ratio) [11, 12] с использованием формулы 1:

$$CR = CI / RI \quad (1)$$

где: CI — индекс согласованности (Consistency Index), рассчитывается по формуле

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (2)$$

$\lambda_{\max}$ — максимальное собственное значение матрицы сравнений,
n — количество сравниваемых критериев,
RI — индекс случайности (Random Index), определяемый по справочным таблицам в зависимости от «n».

Матрица суждений признаётся согласованной при $CR < 0,1$. В противном случае ($CR \geq 0,1$) требуется пересмотр оценок.

Пятый этап. Построение интегральных карт опасности (hazard) затопления и уязвимости (vulnerability).

Агрегация взвешенных критериев опасности и уязвимости выполнена в среде ArcMap с использованием инструмента «Взвешенная сумма».

Если карта подверженности наводнениям построена корректно, она должна показывать следующие зоны:

- ✓ высокого риска (близко к воде, низменности, глинистые почвы);
- ✓ среднего риска (умеренные склоны, измененное землепользование);
- ✓ низкого риска (возвышенности, песчаные почвы, далеко от воды).

Таблица 1. Таблица формирования (оценки) критичности для анализа природных рисков затопления [5]

Table 1. Criticality formation (assessment) table for analyzing natural flood risks [5]

Уязвимость \ Опасность	1	2	3	4	5
5					
4					
3					
2					
1					

(Источник: авторский обзор литературы)

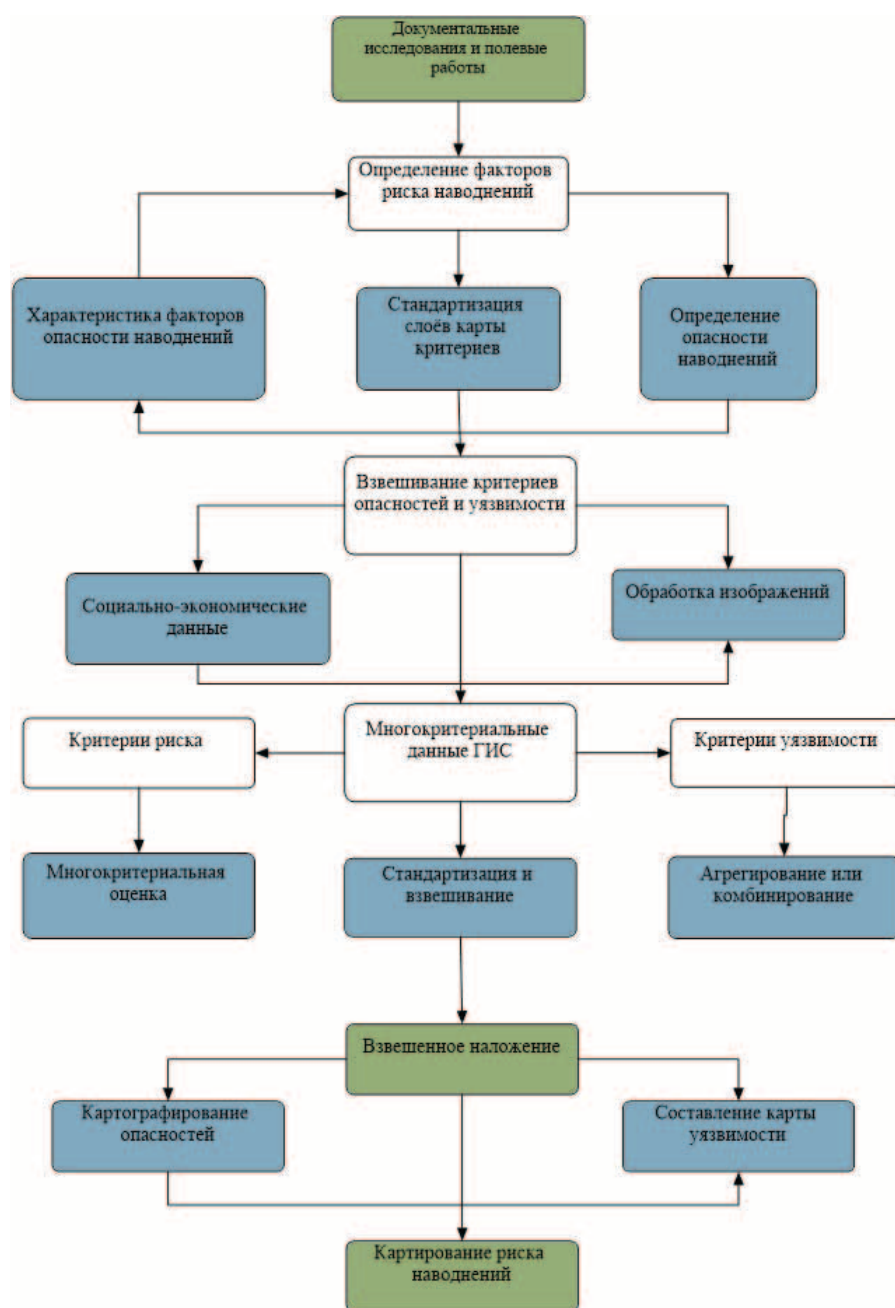


Рисунок 2. Методологическая схема многокритериального картирования риска наводнений
Figure 2. Methodological framework for multi-criteria flood risk mapping

(Источник: авторский анализ научной литературы и лабораторных исследовательских работ за 2024г.)



Шестой этап. Расчет интегрального показателя риска затопления, как функции комбинации показателей опасности (hazard) и уязвимости (vulnerability).

Интегральные факторы (взвешенное произведение факторов) опасности затопления и уязвимости территории классифицируются с применением таблицы критичности (табл. 1). Указанная таблица позволяет классифицировать зоны в соответствии с градациями тяжести потенциальных последствий и опасности паводковых событий.

Интерпретация сетки критичности позволяет провести категоризацию территорий по степени подверженности риску и разделить её на три класса:

1. Красные зоны: территории, дренируемые первичными водотоками с углом наклона русла в диапазоне 0° — $1,98^\circ$.
2. Оранжевые зоны: территории, дренируемые вторичными водотоками, преимущественно с углом наклона русла $1,98^\circ$ — $3,50^\circ$. Для данных зон характерна повышенная повторяемость паводковых явлений, однако сопутствующий материальный ущерб характеризуется как умеренно приемлемый.
3. Зеленые зоны: территории, дренируемые прерывистыми (эфмерными) водотоками с углом наклона русла более $3,5^\circ$. Возникновение наводнений в пределах этих зон носит исключительный характер и преимущественно антропогенно обусловлено.

Обобщенная методологическая схема построения карты риска наводнений представлена на рисунке 2.

Представленное выше изложение методологической последовательности решения поставленных задач позволило также акцентировать внимание на точности терминологии, формализации и «академической строгости» формулирования излагаемого материала, а также ряде

других условий изложения научно-методологических структур что очень важно при их изучении в вузах и на производстве. Особенно важно для стран, не обладающих объемной лингвистической и терминологической базы для её использования. Ниже нами приводятся ключевые аспекты, обеспечивающие научный стиль изложения материала.

1. *Формализация описания зон:* четкая структура (1., 2., 3.), использование терминов «категоризация», «дренируемые», «угол наклона русла», «повторяемость паводковых явлений», «антропогенно обусловлено».

2. *Точность используемой терминологии:* «пространственное интегрирование», «кросс-корреляция», «пространственная репрезентация», «детерминанты опасности», «взвешенная интеграция», «альтиметрическая характеристика», «стратифицированная», «аккумуляционные равнины», «конвергенция», «инфильтрационная способность», «влагоудержание», «потенцирует», «евклидово расстояние», «экспозиция», «кригинг», «стратифицированная», «дифференцированная значимость», «генезис», «безразмерная шкала», «фокус риска», «косвенный индикатор», «тренд», «потенцировать», «верифицирована», «агрегация».

3. *Устранение разговорных выражений:* замена «мы можем разделить» на «позволяет провести категоризацию», «терпимый» на «умеренно приемлемый», «частые наводнения» на «повышенная повторяемость паводковых явлений».

4. *Структурность методологии:* явное выделение этапов (1., 2., 3., 4.) с подпунктами для факторов опасности и уязвимости.

5. *Уточнение на основе формул и условий:* формальное представление формул (1) и (2) с пояснением всех переменных (« $\lambda_{\max}$ », « n », « Cl », « Rl », « CR ») и строгим условием согласованности (« $CR < 0,1$ »).

6. *Использование пассивного залога и различные конструкции:* активное использование для придания объективности («осуществляется», «достигается», «рассчитан», «классифицирован», «установлена», «проведена», «выполнена»).

7. *Устранение избыточности и упрощение синтаксиса:* объединение связанных предложений, удаление повторов.

8. *Уточнение технических деталей:* «цифровая модель рельефа (ЦМР)», «разрешение 30 м, источник SRTM», «методом кригинга», «стандартная шкала сравнений АНР».

Результаты исследования.

Исследование осуществлялось в соответствии с предложенной методологией.

1.1. Оценка факторов паводка-образующей опасности

Нами были выделены 7 критериев с разными весами, что соответствует методу взвешенного наложения (Weighted Overlay Analysis) в ГИС с распределением их влияния:

- ✓ осадки (36%) — самый значимый фактор, что логично, так как интенсивные осадки часто являются триггером наводнений;
 - ✓ расстояние до воды (21%) — близость к рекам/водоемам увеличивает риск;
 - ✓ склон (14%) — крутизна склонов влияет на скорость стока воды;
 - ✓ тип почвы (12%) — водопроницаемость грунта важна для инфильтрации.
- Второстепенные, но все же значимые факторы:
- ✓ землепользование (8%);
 - ✓ гидрогеология (5%);
 - ✓ высота над уровнем моря (4%).

Проведена проверка согласованности данных (получен коэффициент когерентности = 0.063):

- ✓ по шкале Saaty (метод анализа иерархий, АНР), значение < 0.1 считается приемлемым, что подтверждает непротиворечивость ваших весовых коэффициентов;
- ✓ по учету условия: если использовался другой метод (например, экспертные оценки), необходимо уточнить, как именно рассчитывалась согласованность.

Стандартизация ключевых факторов риска позволила оценить влияние и значимость каждого слоя критериальной карты (их весовые коэффициенты для проведенной оценки представлены в таблице 2).

В таблице 2 представлена стандартизация классов (подкритериев) для каждого параметра по непрерывной шкале пригодности в диапазоне от 0 (минимальная пригодность) до 10 (максимальная пригодность). Ранжирование классов осуществляется на основе их вклада в потенциал возникновения наводнений. Наибольшие ранги присваиваются классам, характеризующимся наиболее высокой вероятностью формирования опасных гидрологических явлений. К числу таких классов относятся: территории с крайне низкими значениями углов наклона ($< 1^\circ$), приуроченные к низким гипсометрическим уровням (0–23 м), обладающие минимальным расстоянием до водных объектов, сложенные гидроморфными почвами и подверженные воздействию поверхностных вод.

Проведенная стандартизация тематических слоев картографической модели оценки критериев опасности позволила нам осуществить пространственное распределение индикаторов риска затопления (рис. 3).

Проведен расчет интегрального показателя риска затопления (рис. 4).

Таблица 2. Стандартизация факторов опасностей для каждой критериальной карты
Table 2. Layer standardization for each criterion map

Критериальные факторы	Классы / подкритерии	Влияние слоев	Категоризация
Уклоны (%)	1,7 — 6,7	3	Низкий
	1 — 1,6	5	Умеренный
	0 — 0,9	9	Высокий
Высота (m)	36,55 — 70	3	Низкий
	23,34 — 36,24	6	Умеренный
	0 — 23,33	9	Высокий
Пространственное распределение осадков (mm)	1101,41	3	Низкий
	1101,42 — 1121,87	6	Умеренный
	1121,88 — 1148,41	9	Высокий
Расстояние до воды (m)	25-75	9	Высокий
	75-150	5	Умеренный
	> 150	2	Низкий
Педология	Ферралитные/феррагиновые почвы	3	Низкий
	Незастроенные почвы барьерного пляжа	5	Умеренный
	Влаголюбивые почвы / поверхностные воды	10	Высокий
Гидрогеология	Прибрежный бассейн	3	Низкий
	Белый песок и глина	5	Умеренный
	Песчано-глинистый аллювий и лагуна	10	Высокий
Землепользование	Естественная лесная, кустарниковая и луговая растительность	3	Низкий
	Плантации, посевы и голая почва	6	Умеренный
	Заболоченные, переувлажненные и застроенные территории	10	Высокий

(Источник: авторский обзор литературы и полевые исследования, 2021 г.)



1.2. Оценка факторов уязвимости территории

Для комплексной оценки уязвимости территорий, подверженных затоплению, был применен метод взвешенного анализа на основе трех ключевых критериев: плотности населения, характера землепользования и удаленности от транспортной инфраструктуры.

Установленные весовые коэффициенты для указанных критериев составили 57%, 33% и 10% соответственно.

Корректность весовых коэффициентов подтверждена расчетом индекса согласованности ($CR = 0,021$), значение которого не превышает допустимого порога ($CR < 0,10$).

Результаты стандартизации элементов уязвимости систематизированы в таблице 3. Критерии плотности застройки и характера землепользования были систематизированы в соответствии с трехуровневой классификационной шкалой. Весовые коэффициенты воздействия варьиру-

ются в диапазоне от 1 до 10 в зависимости от рангового положения и значимости различных тематических слоев.

Визуализация критериальных карт и пространственного распределения уровней уязвимости представлена на рисунке 5.

В результате пространственного распределения и агрегации ключевых критериев была разработана интегральная карта, отражающая состояние уязвимости на исследуемой территории (рисунок 6). Анализ выявил повышенный уровень уязвимости в районе Котону, южной части Абомей-Калави, а также в отдельных населенных пунктах округов Агблангандан и Экпе. Данные зоны характеризуются высокой степенью урбанизированности либо находятся в процессе активной урбанизации.

1.3. Классификация территорий агломерации Гранд-Нокую по степени риска.

Исследуемые территории были классифицированы на три категории в соответствии

с уровнем потенциальной опасности: низкий, умеренный и высокий. Результаты анализа пространственного распределения показали, что зоны с умеренной степенью уязвимости занимают 64% от общей площади, тогда как участки с низким и высоким уровнями уязвимости составляют 21% и 15% соответственно.

Формирование риска затопления обусловлено взаимодействием двух независимых компонентов: опасности (гидрологической угрозы) и уязвимости (степени подверженности территории негативным последствиям). При этом риск реализуется исключительно в случаях, когда зона потенциальной опасности совпадает с уязвимыми территориями, то есть участками, где социально-экономические или экологические

Таблица 3. Стандартизация факторов уязвимости по каждому критерию

Table 3. Standardization of layers by each criterion

Критериальные факторы	Класс / под-критерий	Категоризация классов	Влияние слоев
Плотность населения 2013 г. (чел./км ²)	7246 — 16210	Высокий	9
	1668 — 7245	Умеренный	5
	242 — 1667	Низкий	3
Землепользование	Здания, поля и посевы	Высокий	9
	Голые земли и зоны затопления	Умеренный	5
	Водоем	Низкий	3
Дорожная сеть	0 — 75	Высокий	8
	75,01 — 150	Умеренный	5
	>150	Низкий	1

(Источник: Авторский обзор литературы и полевые исследования, 2021 г.)

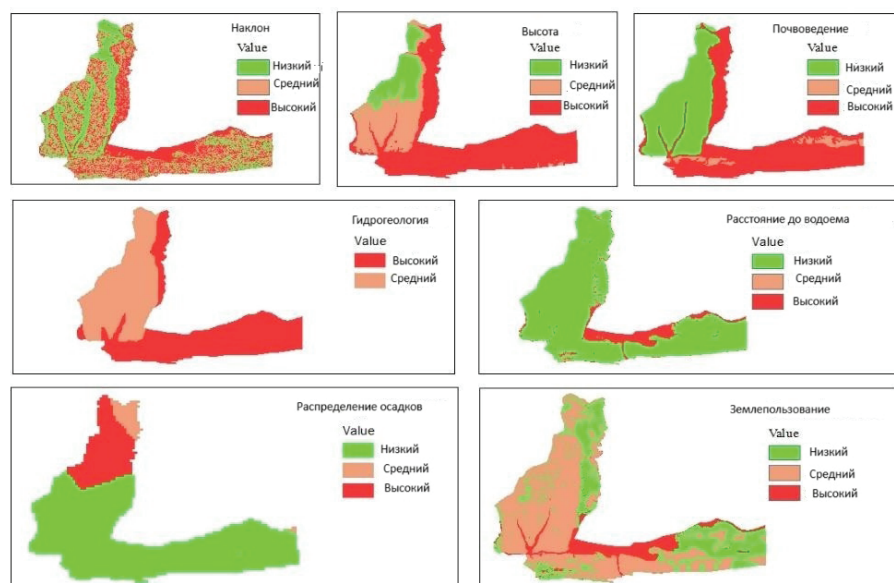


Рисунок 3. Карты критериев опасности наводнений (агломерация района Котону)

Figure 3. Flood Hazard Criteria Maps (Cotonou Metropolitan Area)

(Источник: Авторский материал)

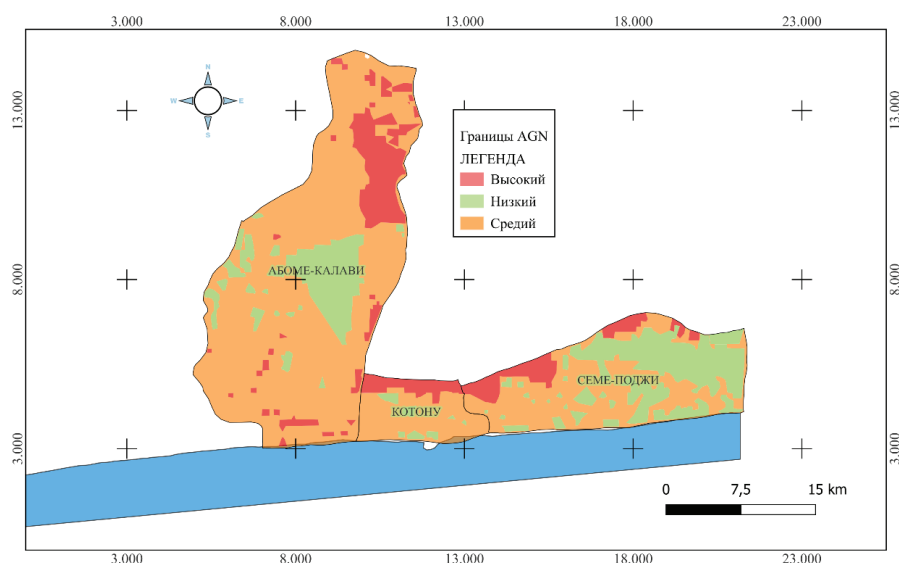


Рисунок 4. Карта подверженности наводнениям в агломерации Гранд Нокую

Figure 4. The flood susceptibility map in the Grand-Nokoué agglomeration

(Источник: Авторский материал)

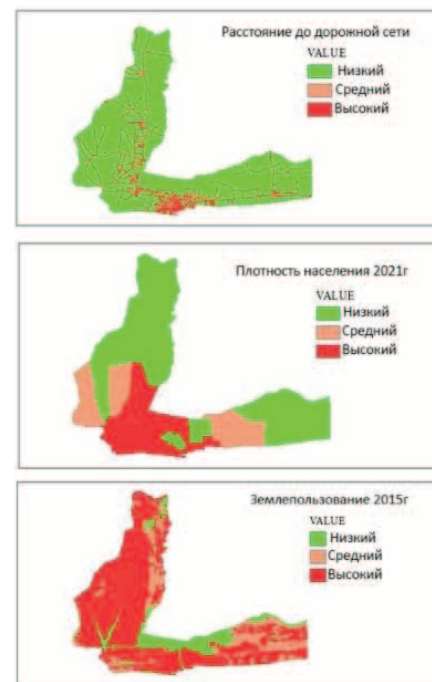


Рисунок 5. Степень оценки уязвимости территорий подверженных затоплению для агломерации Гранд-Нокую по трем дополнительно анализируемым факторам

Figure 5. Assessment of the vulnerability of flood-prone areas for based агломерации Гранд-Нокую on three additional factors

(Источник: Разработка автора)



факторы могут быть существенно нарушены в результате затопления. Пространственная дифференциация риска затопления в конурбации Гранд-Нокую визуализирована на рисунке 7.

Проведение картографирования зон риска затопления в конурбации Гранд-Нокую позволило осуществить пространственную дифференциацию территорий в соответствии с присвоенными категориями риска. Наибольшая подверженность затоплениям выявлена в округах Котону № 1, 4, 6, 9, 12 и 13, а также в административных единицах Годомей и Калави. Указанные территории характеризуются высоким уровнем риска, занимая совокупную площадь порядка 164,35 км², что составляет 19,97% от общей площади исследуемого региона.

Умеренный уровень риска затопления зафиксирован в округах Котону № 2, 3, 7, 8, 10 и 11, а также в населенных пунктах Агблангандан и Экпе (коммуна Семе-Поджи). Аналогичный уровень угрозы наблюдается в районах Хевье, Тогба, Глоджи-Гбе, Зинвье и Акассато. Совокупная площадь территорий с умеренным риском достигает 413,5 км², что соответствует 50,25% от общей площади конурбации Гранд-Нокую.

Пространственное распределение зон умеренного риска носит дисперсный характер, охватывая различные участки агломерации, в отличие от зон низкого риска, которые демонстрируют выраженную концентрацию в пределах коммуны Семе-Поджи (районы Дрежгебе, Ахолуиме и Тохуэ), а также в локациях Кпанрун, Зинвье, Акассато и Гло-Джигбе (Абомей-Калави). Площадь территорий с низким уровнем риска оценивается в 245 км², что составляет 29,77% от общей площади конурбации Гранд-Нокую.

Таким образом, проведенное исследование позволило установить пространственную неоднородность распределения риска затопления, что имеет важное значение для разработки превентивных мер и стратегий адаптации.

1.4. Рекомендации по улучшению методологии

- ✓ использовать анализ чувствительности — проверку влияния изменения каждой весовой характеристики (оценки) на результаты итоговой карты;
- ✓ добавление гидрологических данных (например, истории паводков, расхода рек);
- ✓ учет антропогенных факторов — дренажные системы, дамбы, которые могут снижать риск;
- ✓ валидация (проверка соответствия модели установленным требованиям, стандартам и критериям качества) — сравнение с историческими наводнениями для оценки точности.

Обсуждение. Понятие риска интерпретируется как вероятностное возникновение неблагоприятных событий на территориях, характеризующихся повышенной уязвимостью. Формирование риска обусловлено не только природными факторами, но и совокупностью антропогенных элементов, включая население, инфраструктуру и хозяйственную деятельность, подверженных негативному воздействию. В рамках настоящего исследования проведена комплексная оценка риска затопления в конурбации Гранд-Нокую на основе интегрального анализа критериев опасности и уязвимости. Методологическая основа исследования базируется на применении геоинформационных систем (ГИС) и метода АНР (анализа иерархических процессов), что позволило осуществить

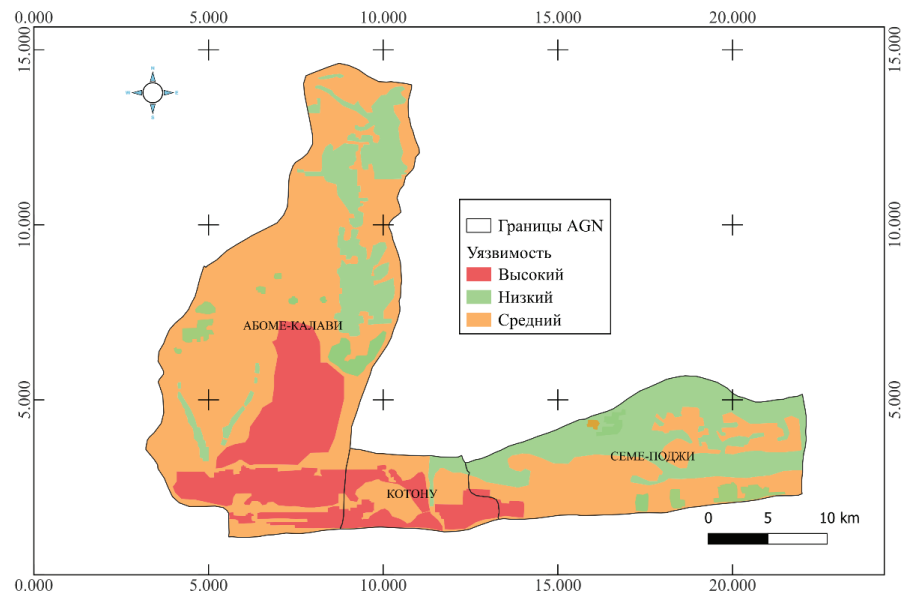


Рисунок 6. Обобщенная карта уязвимости территории от наводнения в агломерации Гранд-Нокую
Figure 6. Generalized map of flood vulnerability in the Grand-Nokoué metropolitan area

(Источник: Авторский материал)

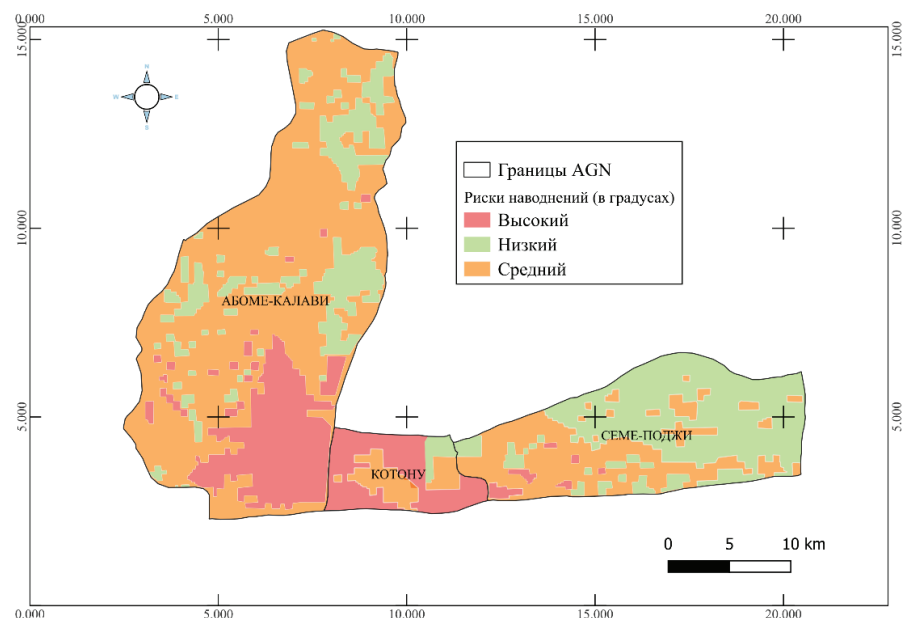


Рисунок 7. Картирование риска наводнений в районе Гранд Нокую
Figure 7. Flood risk mapping in the Grand-Nokoué area

(Источник: Авторский материал)

пространственную характеристику риска наводнений в изучаемом регионе.

АНР представляет собой инструмент многокритериального принятия решений, обеспечивающий ранжирование факторов риска посредством определения весовых коэффициентов для каждого из рассматриваемых параметров. Данный метод нашел широкое применение в научных исследованиях, что подтверждается работами [7, 13–15]. Помимо классического АНР, в мировой практике используются его модифицированные версии, такие как стохастическое моделирование методом Монте-Карло (МС-АНР) и нечеткий анализ риска наводнений (FFA) [15]. Однако следует отметить, что традиционные критерии оценки риска, включая топографические уклоны и водосборные площади [5], не учитывают специфику урбанизированных территорий, в частности агломерации

Гранд-Нокую. В связи с этим для идентификации зон потенциального затопления были интегрированы дополнительные параметры: удаленность от водных объектов, интенсивность осадков, литологический состав грунтов и характер землепользования.

Результаты исследования демонстрируют, что ряд административных районов (1-й, 4-й, 6-й, 9-й, 12-й, 13-й, Калави и Годомей) в пределах конурбации Гранд-Нокую характеризуются повышенным уровнем риска затопления. Кроме того, зоны значительной опасности выявлены в населенных пунктах Хевиз, Агблангандане и Экпе. Полученные данные согласуются с выводами предыдущих исследований [16, 17], согласно которым районы Агблангандан и Годомей, а также отдельные кварталы Котону (1-й, 3-й, 6-й, 9-й, 12-й и 13-й) регулярно подвергаются негативному воздействию паводковых явлений.





Научная новизна настоящей работы заключается в комплексной оценке риска затопления, учитывающей как сезонные разливы озера Нокую, так и пиковые гидрологические нагрузки в период муссонов. В отличие от исследований, ограничивающихся анализом исключительно факторов опасности [18], в данном проекте реализован интегральный подход, объединяющий критерии опасности и уязвимости, что позволило получить более репрезентативную модель риска. Картографическая визуализация результатов способствует совершенствованию систем мониторинга, управления и повышения осведомлённости о рисках наводнений [19].

Вместе с тем, применение методики сопряжено с определёнными методологическими ограничениями, в частности, с субъективностью присвоения весовых коэффициентов в рамках многокритериального анализа. Несмотря на это, комбинация ГИС-технологий и АНР представляет собой эффективный инструмент для разработки стратегий адаптации и минимизации последствий наводнений. Таким образом, предлагаемая методология, сочетающая синтетический, инновационный и универсальный подходы, может быть использована органами управления для пространственного планирования и реализации превентивных мер.

Заключение. Наводнения в пределах агломерации Гранд Нокую демонстрируют тенденцию к интенсификации, что обусловлено возрастающим антропогенным воздействием. Проведённое исследование позволило установить, что анализируемый сектор относится к зоне повышенной подверженности наводнениям, что связано как с его физико-географическими особенностями, так и с антропогенной деятельностью, включая урбанизационные процессы.

К числу ключевых физических факторов, детерминирующих возникновение паводковой опасности, относятся: абсолютная высота территории, градиент уклона, литолого-почвенные характеристики, гидрогеологические условия, дистанция до ближайшего водотока, интенсивность атмосферных осадков, а также характер землепользования. При этом антропогенные параметры, такие как структура землепользования, конфигурация дорожной сети и плотность населения, оказывают существенное влияние на уровень уязвимости исследуемой территории.

Результаты геоинформационного моделирования, выполненного с применением метода аналитической иерархии (АНР), свидетельствуют о том, что 19,97% площади агломерации характеризуются крайне высокой степенью риска наводнений, тогда как 29,97% территории относятся к зоне умеренного риска. Напротив,

участки с низкой вероятностью затопления занимают 50,25% площади конурбации.

Картографирование паводкового риска в агломерации Гранд-Нокую осуществлялось посредством интеграции статистических и геомашиных методов, что позволило синтезировать серию тематических карт. Комплексное, лаконичное и дидактически выверенное представление результатов подчеркивает пространственную неоднородность распределения паводковой опасности, а также дифференциацию уровня уязвимости населения.

Следует особо отметить, что антропогенные факторы, в частности динамика демографических процессов, характер освоения и эксплуатации земельных ресурсов, могут выступать катализатором увеличения риска наводнений в районе Гранд-Нокую.

В перспективе детализация оценки паводкового риска может быть достигнута за счёт включения дополнительных параметров, характеризующих уязвимость материально-технической инфраструктуры и экологических систем.

Список источников (References)

1. M. TANGUY, «Développement d'une méthode de caractérisation et d'évaluation du risque humain lié aux inondations en milieu urbain». Thèse de Doctorat en Sciences de l'Eau, Université du Québec, Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement, (2016) 429 p.
2. C. LOKOSSOU, «Cadastre et inondations cycliques dans la ville de Cotonou». Mémoire de DEA, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2012) 78 p.
3. C.P. BLALOGUE, «Stratégies de lutte contre les inondations dans le Grand Cotonou : diagnostic et alternative pour une gestion durable». Thèse de doctorat en Géographie et Gestion de l'Environnement, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire, Université d'Abomey-Calavi, (2014) 242 p.
4. T.L. SAATY, «How to Make a Decision : The Analytic Hierarchy Process». European Journal of Operational Research, Decision making by the analytic hierarchy process: Theory and applications, 48, N° 1 (1990) 9-26, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057I).
5. M. TCHINDJANG, «Paradoxes et risques dans les Hautes terres camerounaises. Multifonctionnalité naturelle et sous valorisation humaine». HDR, Université Paris Diderot, Paris 7, Vol. 3, (2012) 266 p.
6. C. FAYE, S. DIEYE, A. FALL, B. SOLLY, «Cartographie des risques d'inondation à l'échelle du bassin fluvial à l'aide de l'indice de potentiel d'inondation: Cas du sous-bassin du Niéri-Ko (Bassin de la Gambie)». Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement, Vol. N° 1 (2021) 40-51.
7. M.O. ZOGNING MOFFO, «Contribution des Systèmes d'Information Géographique pour la cartographie des zones à risques d'inondation à Yaoundé : application au bassin versant du Mfoundi». Master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes, Liège Université, Arlon Campus Environnement, Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, (2017) 71 p.

8. G.M. OULAI, «Approche SIG pour la cartographie du risque et prévention des inondations pluviales à Cotonou (Bénin)». Mémoire d'Ingénieur en Topographie, Ecole Supérieure des Ingénieurs Géomètres Topographe, (2016) 74 p.

9. A. RAMOS, L. CUNHA, P. CUNHA, «Application de la Méthode de l'Analyse Multicritère Hiérarchique à l'étude des glissements de terrain dans la région littorale du centre du Portugal : Figueira da Foz — Nazaré ». Geo-Eco-Trop, 38, 1 (2014) 33-44.

10. G. GUEDSON, «5e. Méthodes et outils Aide multicritère à la décision-Comparaison de Saaty». Université LAVAL, (2011) 24 p.

11. J-B. RAKOTOARIVELLO, «Aide à la décision Multicritère pour la gestion des risques dans le domaine financier». Université Paul Sabatier de Toulouse, Thèse de doctorat, (2018) 358 p.

12. Z.A. ROUKH, A. NADJI, «Cartographie de la susceptibilité aux inondations par la méthode de l'analyse multicritère et SIG : Cas de la wilaya d'Oran Nord-Ouest de l'Algérie». Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement ISSN : 1737-9350 ; Vol.3, N°1 (2018) 67-73.

13. A.A. AKINDELE, L. TODOME, «Evaluation du risque d'inondation par une analyse spatiale multicritère dans les communes de Pobè et d'Adja-Ouèrè». International Journal of English Literature and Social Sciences, Vol. 6, Issue-3 (2021) 12 p. ISSN : 2456- 7620, <http://dx.doi.org/10.22161/ijels.63.20>.

14. F. DIEUBON, «Analyse par Système d'Information Géographique (SIG) du risque d'inondation dans la ville de Gros-Morne en aval du bassin versant de la Rivière Mancelle, Haïti». Master de Spécialisation en Gestion des Risques et des Catastrophes, Université de Liège, Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, (2020) 79 p.

15. A. ZOUGGARI, «Une approche couplant logique floue et capitalisation des connaissances pour la résolution du problème de choix des fournisseurs». Thèse de Doctorat en UFR Mathématique, Informatique et Mécanique, Université Paul Verlaine — Metz, (2018) 107 p.

16. L. WALLEZ, «Inondations dans les villes d'Afrique de l'ouest : diagnostic et éléments de renforcement des capacités d'adaptation dans le Grand Cotonou». Mémoire de Maîtrise en environnement; Mémoire de Master en Ingénierie et Management de l'Environnement et du Développement Durable, Centre Universitaire de Formation en Environnement de l'Université de Sherbrooke et Université de Technologie de Troyes, (2010) 78 p.

17. CREDEL, «Protection de la Communauté Urbaine de Grand Cotonou face aux Changements Climatiques (PCUG3C) ». Rapport technique final, (2012) 50 p.

18. G. WERREN, M. LASRI, «Cartographie du danger d'inondation, Guide pratique pour l'application de la méthode Suisse au Maroc». Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne, Laboratoire d'analyses géo-environnementales et aménagement de l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès, (2014) 28 p.

19. G. FORTIN, C. POIRIER, F. DUHAMEL, D. GERMAIN, «Risques d'inondation et vulnérabilité: l'exemple du bassin versant de la rivière Kennebecasis, Nouveau Brunswick, Canada». IDEAS, (2020) 17 p. DOI : <https://doi.org/10.4000/ideas.7999>.

Информация об авторах:

Вершинин Валентин Валентинович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9046-827X>, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, SPIN-код: 2842-5125, v.vershinin.v@mail.ru

Муссе Смаила Рауфу, аспирант кафедры геоэкологии и природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-2056-8333>, SPIN-код: 1295-0688, sr.mousse@gmail.com

Information about the authors:

Valentin V. Vershinin, doctor of economic sciences, professor, head of the department of geoecology and environmental management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9046-827X>, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, SPIN-code: 2842-5125, v.vershinin.v@mail.ru

Smaila Raufu Musse, postgraduate student of the department of geoecology and environmental management, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-2056-8333>, SPIN-code: 1295-0688, sr.mousse@gmail.com



Научная статья
УДК 628.4:631.4:005.5
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_463

МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ УСТОЙЧИВЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ НА СБЕРЕЖЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

А.И. Сухоруков, Е.А. Захарова, Р.А. Стадинчук, В.В. Горин

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Аннотация. В статье обосновано влияние организации устойчивых бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) на сохранение и восстановление продуктивности сельскохозяйственных земель. Предложена трансформация линейной экономической модели «образование отходов — захоронение» в циклическую модель экономики замкнутого цикла, предусматривающую переработку органической фракции ТКО в почвенные улучшители. Описанная методология основана на анализе отечественного и зарубежного опыта внедрения раздельного сбора органических отходов, промышленного компостирования и анаэробного сбраживания, а также на оценке экономических и экологических эффектов возврата органического вещества в почву. Методология может быть использована для анализа экономической эффективности организации устойчивого обращения с ТКО с учетом продуктивности сельскохозяйственных земель в цифровых моделях управления бизнес-процессами. Приведены результаты расчетов типовой цифровой модели для пилотного проекта в агломерации с населением 1,2 млн человек. Результаты показывают, что организация устойчивых бизнес-процессов обращения с органической частью ТКО способствует: восстановлению почвенного плодородия за счет повышения содержания гумуса; сокращению деградации и эрозии сельхозугодий; снижению загрязнения почв токсичными компонентами свалочных фильтратов; уменьшению отчуждения земель под полигоны захоронения; формированию экономических стимулов для применения органических удобрений из отходов взамен синтетических. Устойчивая переработка органических отходов ТКО является неотъемлемым условием сбережения сельскохозяйственных земель, позволяя замыкать биогеохимические циклы питательных веществ и переводить отходы из категории экологической угрозы в категорию ресурса для восстановления почвенного плодородия.

Ключевые слова: органические отходы, компостирование, плодородие почв, экономика замкнутого цикла, цифровые двойники бизнес-процессов

Благодарности: исследование выполнено при поддержке РНФ в рамках научного проекта № 25-28-20236.

Original article

A MODEL OF THE IMPACT OF SUSTAINABLE BUSINESS PROCESSES OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT ON THE CONSERVATION OF AGRICULTURAL LAND

A.I. Sukhorukov, E.A. Zakharova, R.A. Stadinchuk, V.V. Gorin

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Abstract. The article substantiates the impact of the organization of sustainable business processes for the management of municipal solid waste (MSW) on the preservation and restoration of agricultural land productivity. The transformation of the linear economic model “waste generation — burial” into a cyclical model of a closed-cycle economy is proposed. It provides for the processing of the organic fraction of MSW into soil improvers. The described methodology is based on the analysis of domestic and foreign experience in the implementation of separate collection of organic waste, industrial composting and anaerobic digestion, as well as on the assessment of the economic and environmental effects of the return of organic matter to the soil. The methodology can be used to analyze the economic efficiency of organizing sustainable MSW management, taking into account agricultural land productivity in digital business process management models. The results of calculations of a typical digital model of a pilot project in an agglomeration with a population of 1.2 million people are presented. The results show that the organization of sustainable business processes for handling the organic part of MSW contributes to: restoration of soil fertility by increasing the humus content; reduction of degradation and erosion of farmland; reduction of soil pollution by toxic components of landfill filtrates; reduction of land alienation for landfills; formation of economic incentives for the use of organic fertilizers from waste instead of synthetic. Sustainable recycling of organic MSW waste is an essential condition for saving agricultural land. It allows you to close the biogeochemical cycles of nutrients and transfer waste from the category of environmental threat to the category of a resource for restoring soil fertility.

Keywords: organic waste, composting, soil fertility, closed-loop economics, digital twins of business processes

Acknowledgments: the research was carried out with the support of the Russian Science Foundation as part of the scientific project No. 25-28-20236.

Ежегодно в мире образуется более 2 млрд тонн ТКО, из которых около 44% приходится на органические отходы. В Российской Федерации этот показатель достигает 35–40% в структуре ТКО [1,4,5]. Основная масса органики по-прежнему вывозится на полигоны, что приводит к образованию свалочного газа и фильтрата, изъятию из оборота ценных сельскохозяйственных земель под расширение полигонов и потере потенциального органического удобрения.

За последние 10 лет площадь нарушенных и отчужденных сельхозугодий под объекты размещения ТКО в РФ увеличилась на 38%. При этом содержание гумуса в пахотных почвах снизилось в среднем на 0,3–0,5% в год.

В таких условиях актуальной задачей является разработка и апробация модели устойчивых бизнес-процессов обращения с органической фракцией ТКО, обеспечивающую сбережение сельскохозяйственных земель. Для решения поставленной задачи необходимо проанализировать существующие потоки органических отходов в крупной агломерации, разработать процессную модель (BPMN) обращения с органической фракцией, оценить потенциал замещения минеральных удобрений компостом из ТКО и рассчитать предотвращенное отчуждение сельхозземель.

Методологическую основу исследования составляют процессный подход с моделированием бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0, методы

функционально-стоимостного анализа (ФСА) бизнес-процессов на разных этапах обращения [8,9,11,14], агрохимические методы определения содержания органического углерода, азота, фосфора, калия и тяжелых металлов в компосте [7,10,13], методы ГИС-анализа оценки площадей земель, отводимых под полигоны и потенциально сберегаемых угодий, статистические методы регрессионного анализа связи между объемом переработки органики и снижением темпов деградации почв [6]. В таблице 1 приведены основные показатели, которые характеризуют модель устойчивых бизнес-процессов обращения с органической фракцией ТКО, обеспечивающую сбережение сельскохозяйственных земель.

Моделирование устойчивых бизнес-процессов обращения с органической фракцией ТКО, обеспечивающую сбережение сельскохозяйственных земель проводилось с учетом наличия на территории кластера переработки отходов (агломерация «N», население 1,2 млн чел.), завода компостирования мощностью 50 тыс. т органических отходов в год и опытных полей на чернозёмах обыкновенных площадью 120 Га.

Моделирование проводится в 4 этапа:

этап 1. Морфологический анализ ТКО (12 проб по 200 кг), который показывает долю органики ($42 \pm 5\%$);

этап 2. Построение модели бизнес-процесса «Сбор → Транспортировка → Сортировка → Компостирование → Внесение в почву» в нотации BPMN;

этап 3. Моделирование производственного компостирования в туннелях (период 21 день, температура $55-60^\circ\text{C}$);

этап 4. Моделирование результатов полевого эксперимента (2 года), где рекомендуется контроль без удобрений, с минеральными удобрениями, компостом из органических ТКО (10 т/Га), компостом из органических ТКО плюс 50% минеральных удобрений.

В таблице 2 отражены результаты моделирования ключевых агрохимических показателей почвы, которые оцениваются в четырех сценариях контроля без удобрений, с минеральными удобрениями, компостом из органических ТКО и компостом из органических ТКО с минеральными удобрениями. Данные получают через 6 месяцев землепользования и отражают в модели как позитивные эффекты, так и потенциальные риски агротехнических мероприятий.

При ситуационном моделировании исходный уровень кислотности берется 5,8. Через 6 месяцев в контрольной группе фиксируется незначительное снижение до 5,7, что указывает на естественное подкисление почвы. Если применение минеральных удобрений приведет к дальнейшему снижению pH до 5,6, то это может негативно сказаться на доступности питательных веществ для растений. В то же время внесение компоста позволяет достичь оптимального уровня pH 6,2, что на 0,4 пункта выше исходного значения и на 0,6 пункта выше, чем

в группе с минеральными удобрениями. Такой показатель создает благоприятные условия для микроорганизмов и корневых систем.

Исходный уровень гумуса берется в 3,2%. Если в контрольной группе фиксируется снижение до 3,1% (на 3,1%), то это подтверждает естественную деградацию почвенного плодородия. Известно, что внесение в почву минеральных удобрений незначительно повышает содержание гумуса, а ключевой результат может быть получен в группе с внесением компоста. В этом случае уровень гумуса растет относительно исходных показателей. Такой рост свидетельствует о высокой эффективности использования компоста в восстановлении почвенной биологической активности.

Минеральные удобрения значительно увеличивают в почве содержание фосфора (P_2O_5) и менее значительно калия (K_2O), однако компост обеспечивает сбалансированное повышение этих показателей. Внесении компоста в почву обеспечивает более устойчивое и длительное питание растений. Минеральные же удобрения могут вызывать временный всплеск питательных веществ с последующим быстрым истощением.

При всех способах обработки почвы считается, что наличие опасного кадмия находится на уровне 0,14–0,17 мг/кг и это значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК равен 0,5 мг/кг). Незначительное увеличение уровня кадмия в группе с компостом с 0,15 до 0,17 мг/кг связано с естественным присутствием этого элемента в органическом сырье, но остаётся в пределах допустимых норм. Это говорит об экологической безопасности компоста, даже при его многократном применении.

Внесение компоста в дозе 10 т/га обеспечивает комплексное улучшение почвенных свойств. За счет этого повышается pH до оптимального уровня, увеличивается содержание гумуса на 21,9%, умеренно обогащается почва фосфором и калием, сохраняя экологическую безопасность. В отличие от минеральных удобрений, которые дают краткосрочный эффект по питательным элементам, но снижают pH, компост формирует устойчивую систему плодородия с долгосрочным воздействием на

почвенную биоту. Результаты моделирования изменения ключевых агрохимических показателей почвы подтверждают целесообразность интеграции компостирования в агропромышленные цепочки в рамках концепции экономики замкнутого цикла, но для конкретных условий нуждаются в натуральных экспериментах для получения точных данных предполагаемых эффектов.

На рисунке 1 представлена визуализация моделирования бизнес-процесса обращения с органической фракцией ТКО для модели экономики замкнутого цикла в наиболее распространенной нотации BPMN.

Бизнес-процесс обращения с органической фракцией ТКО содержит четыре пула (источник отходов, оператор сбора, завод компостирования, сельхозпроизводитель), 12 функций, 3 логических оператора.

Последовательность бизнес-процесса отражена в процессах нижнего уровня:

- сбор;
- начало с подтверждения объема отходов;
- отправка данных о нагрузке на транспортировку;
- транспортировка;
- подтверждение приема груза;
- доставка на сортировочную станцию;
- сортировка;
- разделение отходов на фракции;
- передача органических отходов на компостирование;
- компостирование;
- биологическая переработка;
- контроль качества готового компоста;
- внесение в почву;
- прием компоста;
- завершение цикла (конечное событие).

Схема на рисунке 1 соответствует стандартам BPMN 2.0 и может быть использована как основа для цифровизации (имитационного моделирования и цифровых двойников) бизнес-процессов управления ТКО в рамках концепции экономики замкнутого цикла.

В цифровой модели (цифровом двойнике) для анализа на дашборд выводится график с отображенной динамикой содержания гумуса в почве за 9 месяцев (рис. 2). Контрольная группа (красная линия) показывает плавное снижение уровня гумуса с 3,5% до 2,9% к 9-му месяцу. Группа с компостом (зеленая линия) показывает стабильный рост уровня гумуса с 3,5% до 4,1% к 9-му месяцу.

В общем виде график цифровой модели наглядно демонстрирует:

- критическое снижение плодородия в контрольной группе;
- эффективность компостирования для восстановления почвенного гумуса;
- разницу в 1,2% к завершению периода наблюдений.

Также на цифровом дашборде целесообразно отражать в виде столбчатой диаграммы бизнес-процесса «Отчуждение земель под полигоны, Га/год». На рисунке 3 приведен пример визуализации такой диаграммы отчуждения земель под полигоны без переработки — 3,2 Га и с переработкой органики — 0,4 Га (только для несортируемых остатков).

График наглядно демонстрирует, как внедрение переработки органических отходов кардинально снижает потребность в новых полигонах, сохраняя природные ресурсы и снижая экологический след.

Таблица 1. Показатели модели устойчивых бизнес-процессов обращения с органической фракцией ТКО, обеспечивающую сбережение сельскохозяйственных земель

Table 1. Indicators of a model of sustainable business processes for handling organic MSW fraction, which ensures the conservation of agricultural land

Показатель	Единица измерения	Источник данных
Объем органической фракции ТКО	т/год	Морфологический анализ
Содержание гумуса в почве	%	Лабораторные анализы
Площадь полигонов	Га	Данные Росреестра
Затраты на переработку	руб./т	Калькуляция процесса
Замещение минеральных удобрений	кг/Га	Полевые опыты

Таблица 2. Агрохимические свойства почвы до и после внесения компоста (через 6 месяцев)

Table 2. Agrochemical properties of the soil before and after composting (after 6 months)

Показатель	Исходное значение	Контроль	Минеральные	Компост 10 т/га
pH KCl	5,8	5,7	5,6	6,2
Гумус, %	3,2	3,1	3,3	3,9
Подвижный P_2O_5 , мг/кг	85	82	154	132
Обменный K_2O , мг/кг	110	108	176	148
Cd, мг/кг (фон)	0,15	0,14	0,16	0,17 (ПДК 0,5)

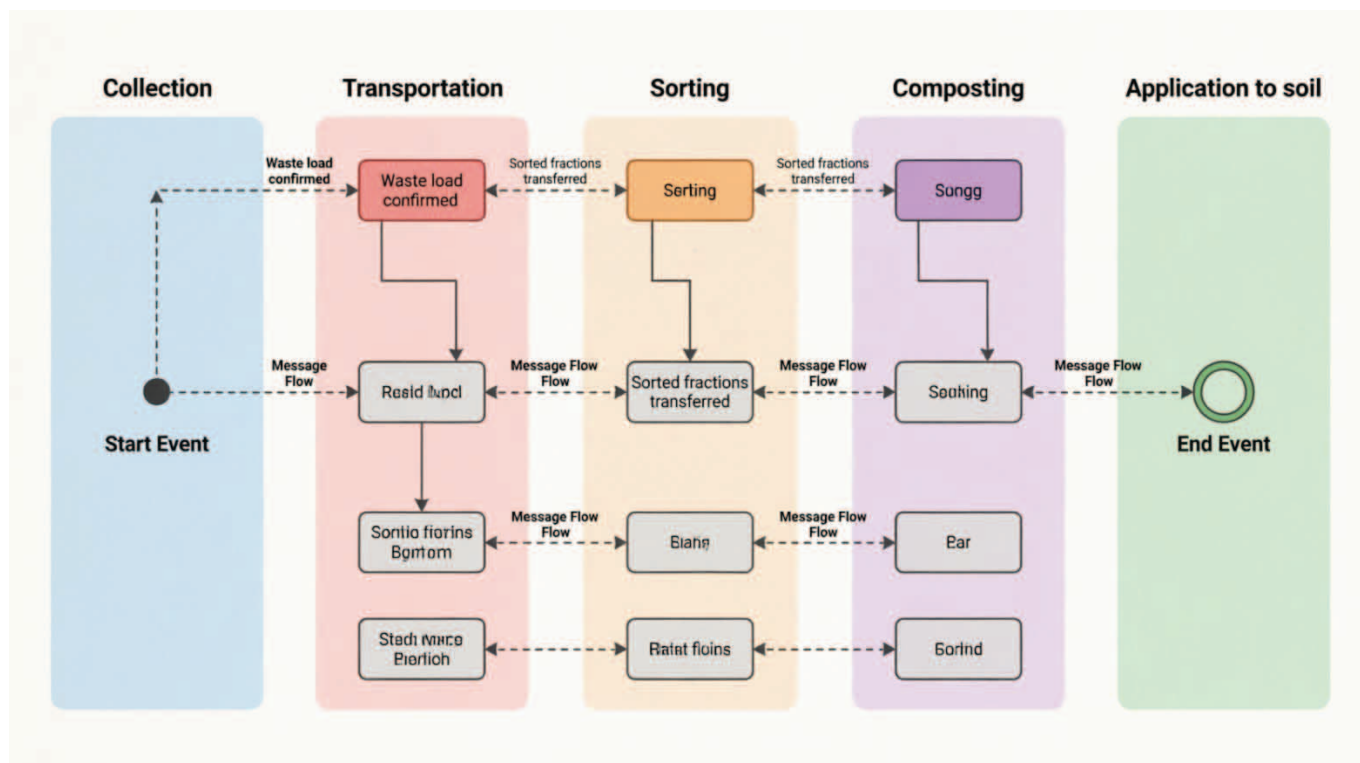


Рисунок 1. Структура BPMN-диаграммы процесса обращения с органической фракцией ТКО
Figure 1. The structure of the BPMN diagram of the MSW organic fraction handling process

Во многих случаях полезной и информативной является визуализация в цифровой модели ГИС-карты с зоной потенциального отчуждения сельхозземель в радиусе 30 км от города (рис. 4), что наглядно демонстрирует экологическую и экономическую эффективность внедрения систем переработки органических отходов в городской агломерации.

Интеграция географических информационных систем (ГИС) с цифровыми моделями бизнес-процессов представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в управлении территориально-распределенными системами, к которым в полной мере относятся обращение с твердыми коммунальными отходами (ТКО), логистика, сельское хозяйство и инфраструктурное планирование.

В ближайшие годы связь ГИС-карт и цифровых моделей бизнес-процессов будет углубляться в направлении цифровых двойников территорий. В таком двойнике каждое изменение в процессной модели (например, внедрение раздельного сбора органики) мгновенно визуализируется на ГИС-карте в виде новых зон обслуживания, изменений трафика мусоровозов и прогнозной динамики гумуса на прилегающих полях. Обратная связь в цифровых двойниках также работает. Изменение землепользования, например, перевод поля в залежь автоматически инициирует корректировку бизнес-процесса, то есть перераспределение объемов компоста на другие участки.

Таким образом, ГИС-карты и цифровые модели бизнес-процессов не просто связаны, а образуют двунаправленный интеграционный контур, который для задач сбережения сельскохозяйственных земель при обращении с ТКО является не желательным дополнением, а необходимым условием системной эффективности.

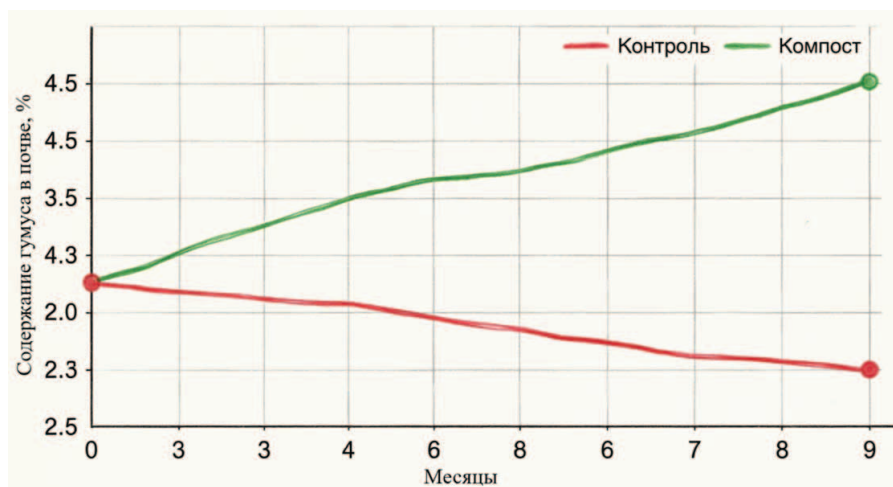


Рисунок 2. Динамика содержания гумуса в почве за 9 месяцев
Figure 2. Dynamics of humus content in the soil for 9 months

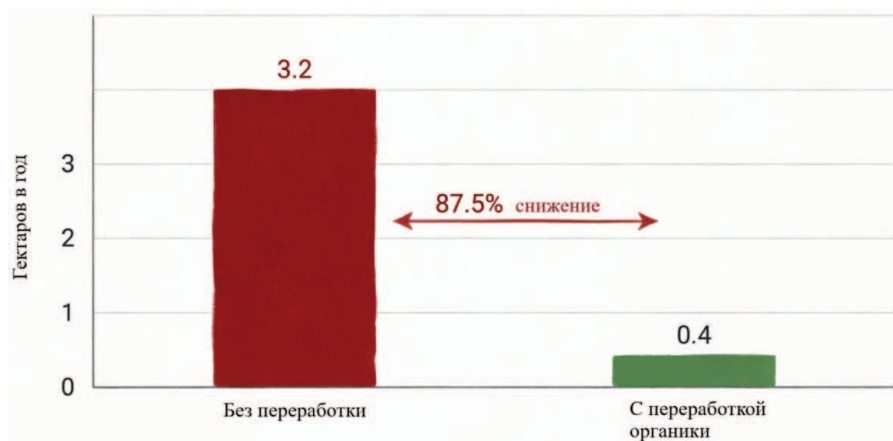


Рисунок 3. Диаграмма отчуждения земель под полигоны, Га/год
Figure 3. Diagram of land alienation for landfills, ha/year

В результате экономического анализа в цифровой модели можно вывести основные показатели эффективности в сравнительной зависимости затрат и эффектов (табл. 3).

Интегральный показатель сбережения земель рассчитывается по формуле

$$S = S_{отч} + S_{деград}$$

где:

S — общая площадь сбереженных сельхозземель, Га;

$S_{отч}$ — площадь, предотвращенная к отчуждению под полигоны, Га;

$S_{деград}$ — площадь, на которой предотвращена деградация (эрозия, истощение) за счет внесения компоста, Га.

Предотвращение отчуждения земель под полигоны оценивается формулой

$$S_{отч} = (V_{орг} / \rho) \times k_{отч} \times t$$

где:

$V_{орг}$ — объем органической фракции ТКО, переработанной в компост, т/год;

ρ — плотность укладки отходов на полигоне, т/Га (среднее значение 25 000–30 000 т/Га);

$k_{отч}$ — коэффициент, учитывающий дополнительную площадь под инфраструктуру полигона (подъездные пути, санитарно-защитная зона), $k_{отч} = 1,2–1,5$;

t — период, годы.

Предотвращение деградации за счет внесения компоста

$$S_{деград} = (V_{комп} \times C_{орг} \times k_{гум}) / (\Delta G \times h \times d)$$

где:

$V_{комп}$ — объем вносимого компоста, т/год;

$C_{орг}$ — содержание органического углерода в компосте, % (в среднем 20–25%);

$k_{гум}$ — коэффициент гумификации (доля органики, переходящая в гумус), $k_{гум} = 0,3–0,5$;

ΔG — желаемый прирост гумуса в почве, % (например, с 3,0% до 3,5%, $\Delta G = 0,5\%$);

h — мощность пахотного слоя, м (в среднем 0,2–0,3 м);

d — плотность почвы, т/м³ (1,2–1,4 т/м³).

На основе экспериментальных данных можно получить уравнение множественной регрессии:

$$S = 0,042 \times V_{орг} + 0,38 \times C_{гум} + 0,15 \times L - 0,018 \times D$$

где:

S — сбережение сельхозземель, Га/год;

$V_{орг}$ — объем переработанной органики, тыс. т/год;

$C_{гум}$ — содержание гумуса в почве до внесения компоста, %;

L — доля органики, направляемой на компостирование, %;

D — расстояние доставки компоста до полей, км.

Модель может быть реализована в виде оценочного цифрового калькулятора на основе ГИС и ВРМ-системы для конкретной агломерации.

В таблице 4 приведены ключевые нормативные и экономические параметры внедрения систем компостирования органической фракции ТКО в агломерациях.

Как следует из данных таблицы 4, эффективное сбережение сельскохозяйственных земель достигается только при комплексном соблюдении технологических и экологических параметров. При минимальной мощности завода по производству компоста примерно 15 000 т/год создается экономия, которая уже позволяет финансировать санитарно-защитные зоны более 500 м. При этом экономически обоснованы и бизнес-процессы контроля тяжелых металлов на уровне 0,5 ПДК. Соблюдение этих пропорций обеспечивает рациональное природопользование с заявленным экономическим эффектом от 0,8 до 1,2 млн руб. предотвращенного ущерба на каждый сбереженный гектар сельхозугодий.

Обобщенные данные моделирования подтверждают гипотезу о том, что устойчивые бизнес-процессы обращения с органической фракцией ТКО не только снижают нагрузку на полигоны, но и активно восстанавливают почвенное плодородие. Важно отметить, что качество компоста должно строго контролироваться по тяжелым металлам. В моделируемой ситуации превышений ПДК не зафиксировано.

Результаты моделирования могут быть применены в следующих сферах:

- муниципальном управлении отходами при разработке территориальных схем обращения с ТКО (нормирование доли органики, подлежащей компостированию);
- сельском хозяйстве в системах органического и биологизированного земледелия, особенно на деградированных почвах (песчаные, эродированные чернозёмы);
- бизнес-планировании при создании предприятий по компостированию мощностью от 10 до 100 тыс. т/год;
- образовании в курсах «Управление отходами», «Агроэкология», «Экономика замкнутого цикла».

Цифровое динамическое имитационное моделирование устойчивых бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами с учетом сбережения сельскохозяйственных земель позволяет использовать функционально-стоимостной анализ, который выступает интегральным инструментом оценки эффективности не только в финансовых, но и в ресурсно-экологических категориях. В отличие от традиционных методов, фокусирующихся на минимизации текущих затрат на сбор, транспортировку и захоронение, ФСА применительно к процессам обращения с органической фракцией ТКО дает возможность количественно сопоставить стоимость выполнения каждой функции (сортировка, компостирование, контроль качества) с ценностью предотвращаемого ущерба — сохранением плодородного слоя почвы, снижением эрозии и отчуждением земель под полигоны.

Функционально-стоимостной анализ бизнес-процессов позволяет декомпозировать сложный процесс управления органическими отходами на элементарные функции, или бизнес-процессы нижнего уровня, такие как: генерация органических отходов, раздельный сбор

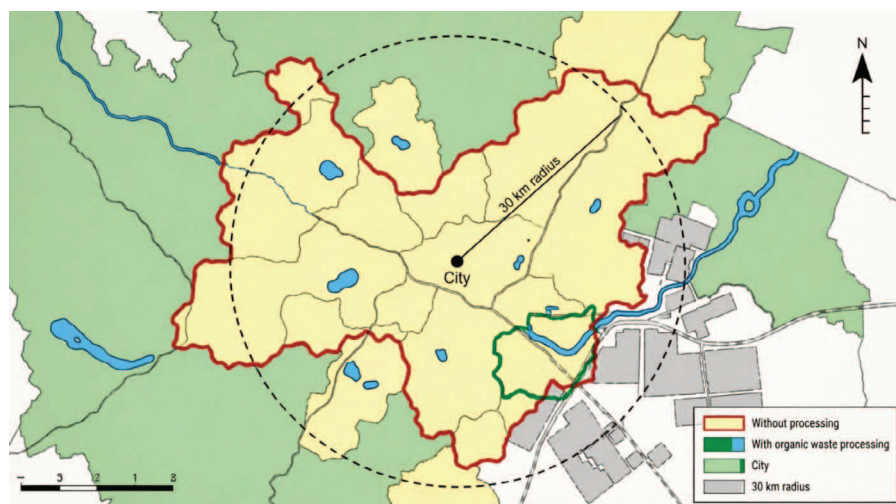


Рисунок 4. ГИС-карта зоны потенциального отчуждения сельхозземель в радиусе 30 км от города

Figure 4. GIS map of the zone of potential alienation of agricultural lands within a radius of 30 km from the city

Таблица 3. Сравнение затрат и эффектов в цифровой модели

Table 3. Comparing costs and effects in a digital model

Статья	Захоронение (база)	Переработка в компост
Затраты на сбор и транспорт, руб./т	850	850
Плата за размещение, руб./т	950	0
Переработка, руб./т	—	1 100
Выручка от компоста, руб./т	—	800
Итоговые затраты, руб./т	1 800	1 150
Предотвращенный ущерб почвам (оценка), руб./т	—	1 400

Таблица 4. Рекомендуемые параметры для внедрения в агломерациях

Table 4. Recommended parameters for implementation in agglomerations

Параметр	Значение
Минимальная мощность завода компостирования	15 000 т/год
Удалённость от жилой зоны	≥ 500 м
Содержание тяжёлых металлов в компосте (Cd, Pb, Hg)	≤ 0,5 ПДК
Экономический эффект (сбережение земли)	0,8–1,2 млн руб./га предотвращённого отчуждения



органики или отделение органики от смешанного потока ТКО, накопление в контейнерах, вызов оператора сбора, погрузка отходов, транспортировка на перерабатывающие мощности, приемка на заводе, сортировка и подготовка, биологическая стабилизация (компостирование или анаэробное сбраживание), контроль качества и контроль безопасности по тяжелым металлам и патогенам, фасовка компоста и логистика готового компоста до полей. На рис. 5 показана круговая диаграмма затрат на бизнес-процесс «Обращение с органической фракцией ТКО» по функциям.

Для каждой функции определяются фактические затраты — трудовые, энергетические, амортизационные, транспортные. Затем эти затраты сопоставляются с «ценой альтернативы» — расходами на рекультивацию деградированных земель или потерями урожайности из-за снижения гумуса. Именно такое сопоставление делает ФСА инструментом стратегического, а не бухгалтерского учета.

Интерпретация затрат на функции (рис. 5) может выглядеть следующим образом:

- высокий коэффициент (>0.1). Вызов оператора (0.23), где низкие затраты и высокая ценность;
- средний коэффициент (0.03–0.1). Большинство функций находятся в этом диапазоне;
- низкий коэффициент (<0.03). Компостирование (0.017), Транспортировка (0.02), где высокие затраты, которые требуют оптимизации.

Критические функции (компостирование, транспортировка) требуют первоочередной оптимизации и могут составить потенциал экономики 24–25%. Желательные функции имеют наибольший потенциал автоматизации и могут снизить затраты до 67%. Общий потенциал оптимизации бизнес-процесса составляет 28%.

В этом случае можно рекомендовать следующую последовательность инновационных внедрений:

- автоматизация вызова оператора и мониторинга контейнеров (быстрый эффект);
- оптимизация транспортировки через ГИС и экотранспорт;
- модернизация компостирования (долгосрочные инвестиции);
- автоматизация сортировки и фасовки.

Этот ФСА анализ позволяет целенаправленно распределить инвестиции и достичь максимального экономического эффекта при минимальных рисках.

Ключевое преимущество применения ФСА в данной предметной области заключается в выявлении «скрытых» или «внешних» эффектов, которые традиционно выпадают из рыночной оценки. Например, при захоронении одной тонны органических отходов на полигоне прямые затраты оператора могут быть ниже, чем на ее компостирование. Однако ФСА, расширенный экологическими и земельными коэффициентами, показывает, что захоронение влечет за собой отчуждение 0,04 — 0,06 м² сельхозземли на каждую тонну отходов (на срок более 50 лет), эмиссию метана, снижение продуктивности прилегающих угодий и утрату биогенных элементов.

Наконец, ФСА дает возможность ранжировать альтернативные сценарии организации бизнес-процессов по критерию стоимости сбережения одного гектара сельхозземель. Например, для типовой региональной системы обращения с ТКО расчеты показывают, что при централизованном компостировании с доставкой компоста на поля в радиусе до 50 км обеспечивается сбережение одного гектара земель при затратах 85–110 тыс. рублей. При децентрализованном компостировании и вывозе концентрата затраты 140–170 тыс. рублей. Такое ранжирование может являться прямым руководством к реинжинирингу бизнес-процессов в сторону создания наиболее эффективной модели обращения с органической фракцией ТКО с точки зрения сбережения сельскохозяйственных земель.

Предполагается, что верификация численных показателей модели должна подтверждаться экспериментальными данными. Непрерывное уточнение моделируемых данных экспериментальными позволит создать цифровой двойник рассматриваемого бизнес-процесса с предсказательной аналитикой для организации рационального природопользования в конкретных условиях для конкретного региона. Дальнейшие исследования целесообразно направить на оценку долгосрочного эффекта до 5–10 лет от применения компоста из ТКО на накопление гумуса. Необходимо также исследовать баланс тяжелых металлов в различных

почвенно-климатических условиях. Все это позволит более качественно переходить от цифровых имитационных моделей к полноценным цифровым двойникам бизнес-процессов [14,15,17] с обратной связью и с расширенной бизнес-аналитикой.

Список источников

1. Актуальные вопросы формирования экономики замкнутого цикла: библиодосье к парламентским слушаниям / Управление библиотечных фондов (Парламентская библиотека), Комитет Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию. М., 2024. 56 с.
2. Алимусев Г.М. Управление отходами на системной основе: перспективы развития. М., 2024. 167 с.
3. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. М.: ИНФРА-М, 2021. 378 с.
4. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 31 июля 2024 года). М.: Официальный интернет-портал правовой информации, 2024. 86 с.
5. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Доклад о состоянии и охране окружающей среды РФ. М., 2023.
6. Комов Н.В., Шарипов С.А., Носов С.И. и др. Управление проектами и программами геопространственного развития России. Региональные и отраслевые аспекты. М., 2022. 746 с.
7. Комов Н.В., Шарипов С.А., Носов С.И. и др. Устойчивое пространственное развитие: монография. М., 2021. 752 с.
8. Корягин Н.Д., Большедворская Л.Г., Васильева Н.В., Никифорова Л.Х., Пронина Е.В., Родионов М.А., Степаненко Е.В., Сухоруков А.И. Управление бизнес-процессами. М., 2023. 388 с.
9. Корягин Н.Д., Сухоруков А.И., Медведев А.В. Реализация современных методологических подходов к менеджменту в информационных системах управления. М.: МГТУ ГА, 2015.
10. Носов С.И., Свинцова Т.Ю. Почвенно-экологическая экспертиза земель урбанизированных территорий. Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: материалы X Межд. научно-практ. конф. Москва: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2020. С. 289–294.
11. Постановление Правительства РФ от 22.09.2018 № 1130 «Об утверждении требований к территориальным схемам обращения с отходами». М.: Официальный интернет-портал правовой информации, 2018. 32 с.
12. Распоряжение Правительства РФ от 29.03.2019 № 689-р «О национальном проекте «Экология». М.: Официальный интернет-портал правовой информации, 2019. 45 с.
13. Ресин В.И., Сухоруков А.И., Цыганкова А.А., Захарова Е.А. Рекультивация земель в комплексной застройке территорий // Горизонты экономики. 2022. № 3 (69). С. 61–67.
14. Сухоруков А.И., Захарова Е.А., Кузнецов К.В. Цифровая имитационная модель устойчивых бизнес-процессов территориальных схем обращения с твердыми коммунальными отходами в импортозамещающих кластерах // Плехановский научный бюллетень. 2025. № 2 (28). С. 83–88.
15. Сухоруков А.И., Семикашев В.В., Ерошкин С.Ю., Терентьева А.С., Гайворонская М.С., Швецов Е.В. Эволюция от простого описания бизнес-процессов к цифровым двойникам предприятий // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2024. Т. 22. № 2. С. 95–123.
16. Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. What a Waste 2.0. World Bank, 2018. 120 p.
17. Sukhorukov A., Koryagin N., Sulyagina J., Eroshkin S., Ulitskaya N. Digital transformation of airline management as the basis of innovative development. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1115. С. 845–854.

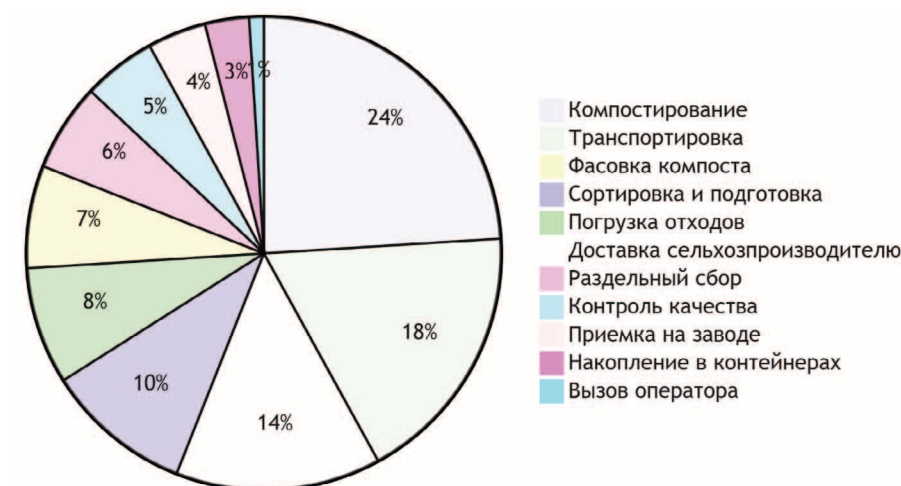


Рисунок 5. Распределение затрат на бизнес-процесс «Обращение с органической фракцией ТКО» по функциям

Figure 5. Distribution of costs of the business process of «Handling the organic fraction of MSW» by function



References

1. *Komiteta Soveta Federatsii po agrarno-prodovol'stvennoi politike i prirodopol'zovaniyu* (2024). *Aktual'nye voprosy formirovaniya ekonomiki zamknutogo tsikla: bibliodos'e k parlamentarnym slushaniyam* [Current issues in developing a circular economy: bibliodos'e for parliamentary hearings], Moscow, Parliamentary Library.
2. Alimusaev, G.M. (2024). *Upravlenie otkhodami na sistemnoi osnove: perspektivy razvitiya* [Waste management on a systematic basis: development prospects: monograph], Moscow, p. 167.
3. Bobylev, S.N., Khodzhaev, A.Sh. (2021). *Ekonomika prirodopol'zovaniya* [Economics of environmental management], Moscow, INFRA-M.
4. Federal Law No. 89-FZ of June 24, 1998: On Production and Consumption Waste. (2024). ConsultantPlus.
5. Federal Service for Supervision of Natural Resources (2023). *Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii* [Report on the state and environmental protection of the Russian Federation], Moscow.
6. Komov, N.V., Sharipov, S.A., Nosov, S.I. (2022). *Upravlenie proektami i programmami geoprostranstvennogo razvitiya Rossii. Regional'nye i otraslevye aspekty* [Project management and programs of geospatial development of Russia. Regional and sectoral aspects], Moscow, p. 746.
7. Komov, N.V., Sharipov, S.A., Nosov, S.I. (2021). *Ustoichivoe prostranstvennoe razvitiye* [Sustainable spatial development], Moscow, p. 752.
8. Koryagin, N.D., Bolshedvorskaya, L.G., Vasilyeva, N.V., Nikiforova, L.H., Pronina, E.V., Rodionov, M.A., Stepanenko, E.V., Sukhorukov, A.I. (2023) *Upravlenie biznes-protsessami* [Business process management], Moscow.
9. Koryagin, N.D., Sukhorukov, A.I., Medvedev, A.V. (2015). *Realizatsiya sovremennykh metodologicheskikh podkhodov k menedzhmentu v informatsionnykh sistemakh upravleniya* [Implementation of modern methodological approaches to management in information management systems], Moscow, MGTU GA.
10. Nosov, S.I., Svintsova, T.Yu. (2020). Soil and ecological expertise of lands of urbanized territories. Proceedings of the *Modern problems of project management in investment-construction sector and environmental management: materials of the X International Scientific and Practical Conference, April Moscow*, pp. 289-294.
11. Decree of the Government of the Russian Federation of September 22, 2018 No. 1130 "On the development, public discussion, approval, and adjustment of territorial schemes in the field of waste management" [Постановление Правительства РФ от 22.09.2018 № 1130]. (2018). *Official Internet Portal of Legal Information*, p. 32.
12. Decree of the Government of the Russian Federation No. 689-r. (2019, March 29). *On the national project "Ecology"*.
13. Resin, V.I., Sukhorukov, A.I., Tsygankova, A.A., Zakharova, E.A. (2022). *Rekul'tivatsiya zemel' v kompleksnoi zas-troike territorii* [Land reclamation in complex development of territories]. *Horizons of the economy*, no 3 (69), pp. 61-67.
14. Sukhorukov, A.I., Zakharova, E.A., Kutuzov, K.V. (2025). *Tsifrovaya imitatsionnaya model' ustoichivyykh biznes-protsessov territorial'nykh skhem obrashcheniya s tverdyimi kommunal'nymi otkhodami v importozameshchayushchikh klasterakh* [Digital simulation model of sustainable business processes of territorial schemes of solid municipal waste management in import-substituting clusters]. *Plekhanov Scientific Bulletin*, no. 2 (28), pp. 83-88.
15. Sukhorukov, A.I., Semikashchev, V.V., Eroshkin, S.Yu., Terentyeva, A.S., Gaivoronskaya, M.S., Shvetsov, E.V. (2024). *Ehvolutsiya ot prostogo opisaniya biznes-protsessov k tsifrovym dvoynikam predpriyatii* [Evolution from a simple description of business processes to digital counterparts of enterprises]. *Scientific papers: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*, vol. 22., no. 2., pp. 95-123.
16. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0*. *World Bank*, p. 120.
17. Sukhorukov, A., Koryagin, N., Sulyagina, J., Eroshkin, S., Ulitskaya, N. (2020). Digital transformation of airline management as the basis of innovative development. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, pp. 845-854.

Информация об авторах:

Сухоруков Александр Ильич, доктор технических наук, профессор базовой кафедры управления проектами и программами Капитал Групп,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5164-3135>, Sukhorukov.AI@rea.ru

Захарова Елена Александровна, кандидат экономических наук, старший преподаватель базовой кафедры управления проектами и программами Капитал Групп,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5196-6241>, Zaharova.EA@rea.ru

Стадинчук Руслан Александрович, аспирант базовой кафедры управления проектами и программами Капитал Групп, ruslan@satmobile.ru

Горин Владимир Владимирович, аспирант базовой кафедры управления проектами и программами Капитал Групп, savelevo16@yandex.ru

Information about the authors:

Alexander I. Sukhorukov, doctor of technical sciences, professor of the basic department of project and program management Capital Group,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5164-3135>, Sukhorukov.AI@rea.ru

Elena A. Zakharova, PhD in economics, senior lecturer at the basic department of project and program management Capital Group, Zaharova.EA@rea.ru

Ruslan A. Stadinchuk, postgraduate student at the basic department of project and program management Capital Group, ruslan@satmobile.ru

Vladimir V. Gorin, postgraduate student at the basic department of project and program management Capital Group, savelevo16@yandex.ru

✉ Sukhorukov.AI@rea.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://kje.su>, e-science@list.ru



Научная статья

УДК 631.4:631.8:528.8:004.8

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_469

ВЫДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ВНУТРИПОЛЕВЫХ ЗОН УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ТОЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ: ПРИМЕР ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

Д.Г. Борщев¹, В.Н. Рашкович¹, Д.И. Рухович¹, Д.А. Шаповалов²¹Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва, Россия²Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен подход к выделению устойчивых внутриполевых зон управления на основе многолетних данных дистанционного зондирования, почвенно-ландшафтной верификации и производственных опытов. Исследования проводились на пахотных землях КФХ «Бирюков А.В.» в Базарно-Карабулакском районе Саратовской области в 2021–2025 гг. Методика включала обработку данных Landsat и Sentinel-2, построение карты устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почв на основе ASF-index, использование карты открытой поверхности почвы по коэффициенту С мультитременной линии почв, почвенно-ландшафтное обследование, агрохимическую верификацию и формирование карт-заданий. Показано, что устойчивые внутриполевые зоны различаются не только по продукционному потенциалу, но и по отзывчивости на технологическое воздействие. Производственные опыты подтвердили, что повышение или снижение норм удобрений и высева экономически оправдано только с учетом зоны плодородия, культуры и лимитирующих факторов. Результаты замеров урожайности показали возможность экономии семян кукурузы на 7–14%, семян подсолнечника на 10–14%. Предложенный подход позволяет перейти от усредненного управления полем к управлению устойчивыми внутриполевыми зонами, а результаты замеров урожайности использовать для корректировки норм и уточнения зон.

Ключевые слова: точное земледелие, дистанционное зондирование, ASF-index, внутриполевые зоны, открытая поверхность почвы, мультитременная линия почв, дифференцированное внесение удобрений, дифференцированный высева

Original article

DELINEATION OF STABLE WITHIN-FIELD MANAGEMENT ZONES BASED ON REMOTE SENSING FOR PRECISION CROP PRODUCTION MANAGEMENT: A CASE STUDY FROM THE FOREST-STEPPE ZONE OF EUROPEAN RUSSIA

D.G. Borshchev¹, V.N. Rashkovich¹, D.I. Rukhovich¹, D.A. Shapovalov²¹V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia²State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article presents an approach to delineating stable within-field management zones based on multi-temporal remote sensing data, soil-landscape verification and farm-scale trials. The study was carried out on arable land of the Biryukov farm in the Bazarno-Karabulak district of the Saratov region in 2021–2025. The methodology included processing Landsat and Sentinel-2 data, constructing a stable within-field soil fertility heterogeneity map based on the ASF-index, using a bare soil surface map based on the C coefficient of the multitemporal soil line, soil-landscape survey, agrochemical verification and generation of prescription maps. The results showed that stable within-field zones differed not only in production potential but also in their response to technological inputs. Farm-scale trials confirmed that increasing or decreasing urea-ammonium nitrate and seeding rates was economically justified only when the fertility zone, crop and limiting factors were taken into account. Prescription maps showed the possibility of saving maize seed by 7.25–14.01%, sunflower seed by 10.65–14.35%, and redistributing fertilizers between zones without a significant change in total application volume. The proposed approach makes it possible to move from average field-level management to management of stable within-field zones, while yield measurements provide feedback for further adjustment of rates and refinement of zone ratings.

Keywords: precision agriculture, remote sensing, ASF-index, within-field zones, bare soil surface, multitemporal soil line, variable-rate fertilization, variable-rate seeding

Введение. Управление продукционным процессом в земледелии традиционно основывалось на учете пространственной неоднородности природных условий. Природно-сельскохозяйственные зоны, почвенно-климатические районы и агроландшафты позволяли учитывать крупные различия территории, однако не решали задачу управления неоднородностью внутри конкретного сельскохозяйственного поля [1, 2]. Развитие адаптивно-ландшафтного земледелия усилило внимание к агроэкологическим группам земель, рельефу, водному режиму, эрозийной опасности, гумусовому состоянию и другим лимитирующим факторам [2–5]. Тем не менее в производственной практике поле часто продолжает рассматриваться как единая технологическая единица, для которой задаются средние нормы высева, удобрений и других технологических воздействий.

Точное земледелие меняет этот подход. При дифференцированном внесении удобрений, семян и других ресурсов минимальной единицей управления становится не поле в целом, а внутриполевая зона, отличающаяся по продукционному потенциалу, почвенным свойствам, агрохимическому состоянию и реакции на технологическое воздействие [12–14]. Поэтому главная задача состоит в выделении таких зон, которые отражают не случайные сезонные флуктуации состояния посевов, а устойчивые различия почвенно-земельного покрова.

Разовые спутниковые снимки, отдельные карты NDVI и стандартные агрохимические картограммы не всегда достаточны для решения этой задачи, поскольку состояние растений зависит от культуры, фазы развития, погодных условий, агрофона и технологических операций конкретного года [14, 18]. Более устойчивую

основу дают мультитременные данные дистанционного зондирования, позволяющие выявлять повторяющиеся пространственные закономерности состояния растительности и почвенного покрова [8, 9, 15].

Одним из таких инструментов является карта устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почв, построенная на основе ASF-index. Она отражает среднепогодное состояние культурной растительности и позволяет выделять зоны пониженного, среднего и повышенного продукционного потенциала [8]. Однако ASF-index показывает прежде всего продукционную неоднородность. Для объяснения ее почвенной природы необходима карта открытой поверхности почвы, построенная по коэффициенту С мультитременной линии почв, которая характеризует спектральные свойства самой поверхности почвы [6, 7, 16].



Рисунок 1. Концептуальная схема выделения устойчивых внутриполевых зон управления для точного управления производственным процессом
Figure 1. Conceptual scheme for delineating stable within-field management zones for precision crop production management

Синтез ASF-index, карты открытой поверхности почвы, архивных почвенных материалов, рельефа, полевых обследований и агрохимических данных позволяет перейти от описания неоднородности к выделению устойчивых зон управления [9–11]. Производственные опыты и замеры урожайности обеспечивают обратную связь: они позволяют проверить рассчитанные нормы, выявить различную отзывчивость зон и скорректировать технологические рекомендации [12–14].

В КФХ «Бирюков А.В.» такая схема была реализована в 2021–2025 гг. на пахотных землях Базарно-Карабулакского района Саратовской

области. Работы включали уточнение границ полей, построение карт устойчивой внутриполевой неоднородности, почвенно-ландшафтное обследование, агрохимический отбор проб, формирование карт-заданий и производственную проверку дифференцированных норм на озимой и яровой пшенице, озимой ржи, кукурузе, подсолнечнике и льне.

Цель работы — разработать и обосновать подход к выделению устойчивых внутриполевых зон управления на основе дистанционного зондирования, почвенно-ландшафтной верификации и производственной проверки дифференцированных норм внесения удобрений

и высева в условиях лесостепной зоны Европейской России (рис.1).

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на пахотных землях КФХ «Бирюков А.В.» в Базарно-Карабулакском районе Саратовской области. Территория расположена в лесостепной зоне Европейской России, на Приволжской возвышенности (рис.2). Основным производственным объектом являлись поля отделения «Хватовка».

Территория исследования характеризуется сочетанием плакорных, эрозийных, переувлажненных, солонцовых и литогенных земель. Внутриполевая неоднородность обусловлена рельефом, степенью эродированности, мощностью гумусового горизонта, гранулометрическим составом, водным режимом, солонцеватостью и литологической неоднородностью почвообразующих пород [1–5].

Исходными материалами служили многолетние данные Landsat и Sentinel-2, архивные почвенные карты, цифровые данные рельефа, производственные контуры полей, результаты почвенно-ландшафтного обследования, агрохимические данные, карты ASF-index, карты открытой поверхности почвы, карты-задания и данные замеров урожайности за 2021–2025 гг. Данные дистанционного зондирования применялись как мультитременной массив, позволяющий выявить устойчивые пространственные закономерности почвенно-растительного покрова [12, 15].

На первом этапе выполнялась подготовка цифровой основы: уточнение границ полей, формирование маски пахотных земель, привязка архивных почвенных материалов, подготовка слоев рельефа и создание ГИС-проекта. Расчеты проводились в пределах уточненных производственных контуров полей [11].

Для оценки устойчивой производственной неоднородности использовался ASF-index — базовый дистанционный продукт, отражающий среднеемноголетнее состояние культурной растительности в пределах поля. Согласно опубликованной методике, ASF-index рассматривается как карта устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия, построенная на основе больших спутниковых данных и применяемая для формирования карт-заданий точного земледелия [8] (рис.3). Для построения ASF-index использовались пригодные многолетние сцены дистанционного зондирования после исключения снимков с облачностью, тенями, отсутствием вегетирующей растительности и признаками неоднородных агротехнических операций. В результате формировался слой, отражающий устойчивую пространственную дифференциацию производственного процесса [8–10].

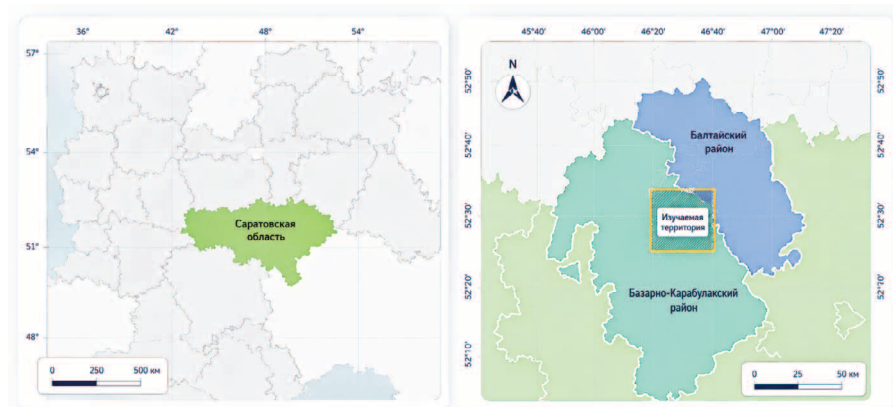


Рисунок 2. Схема расположения объекта исследования в Базарно-Карабулакском районе Саратовской области

Figure 2. Location map of the study area in the Bazarno-Karabulak district of the Saratov region

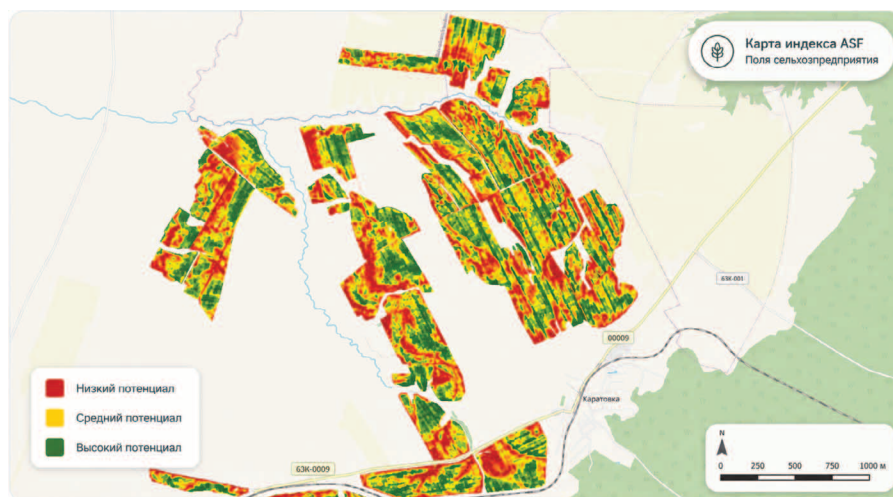


Рисунок 3. Карта устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почв на основе ASF-index
Figure 3. Map of stable within-field soil fertility heterogeneity based on the ASF-index



Причины продукционной неоднородности уточнялись по карте открытой поверхности почвы, построенной по коэффициенту C мультитременной линии почв. Метод связан с выделением открытой поверхности почвы в спектральном пространстве RED-NIR и анализом устойчивых спектральных характеристик почвенной поверхности [6, 7]. Для интерпретации деградированных участков пашни и картирования открытой поверхности почвы также применяются методы анализа больших спутниковых данных и машинного обучения [10, 16].

Коэффициент C использовался как показатель почвенно-спектральной неоднородности (рис.4). Более темные участки карты открытой поверхности почвы обычно соответствуют более гумусированным, влажным или тяжелым по гранулометрическому составу почвам. Более светлые участки могут быть связаны с эродированными, слабогумусированными, литогенными, песчаными или супесчаными почвами. Коэффициенты мультитременной линии почв позволяют

характеризовать типы и подтипы почв [7] и использовать их для детального картирования органического вещества в пахотных почвах [17].

Полевое обследование выполнялось с учетом предварительно построенных дистанционных слоев. Точки почвенных разрезов, полям и агрохимического отбора размещались так, чтобы охватить основные сочетания зон ASF-index, значений коэффициента C , элементов рельефа и предполагаемых лимитирующих факторов (рис.5). В ходе обследования фиксировались морфологические признаки почв, мощность гумусового горизонта, признаки эродированности, переувлажнения, солонцеватости, литологические ограничения и гранулометрический состав. Агрохимические данные включали показатели, необходимые для расчета норм удобрений и интерпретации зон управления [2–5].

На основе совмещения дистанционных, почвенных, агрохимических и геоморфологических данных выделялись агроэкологические группы земель и лимитирующие факторы. Зоны

продуктивности и агроэкологические группы затем трансформировались в прикладные продукты: карты зон плодородия, карты рейтинга полей, карты пригодности, карты лимитирующих факторов и карты-задания [12–14, 18].

Карты-задания формировались для дифференцированного внесения КАС-32, ЖКУ, аммофоса, аммиачной селитры, а также для дифференцированного высева кукурузы и подсолнечника. Производственная проверка выполнялась в 2021–2025 гг. на разных культурах. Для удобрений проверялись пониженные, повышенные нормы от той, что была принята в агропредприятии за базовую. Для высева проверялись разные нормы густоты стояния растений в зависимости от зоны плодородия.

Методика проверки включала закладку опытных участков, выполнение операции по карте-заданию, замер урожайности и расчет экономической эффективности. Оценивались урожайность, прибавка или снижение относительно базовой нормы, изменение затрат и маржинальный эффект. Если повышение нормы не обеспечивало окупаемой прибавки, она рассматривалась как избыточная; если повышение давало устойчивый эффект, производственная рекомендация корректировалась.

Результаты исследования и их обсуждение. На полях КФХ «Бирюков А.В.» многолетние данные дистанционного зондирования позволили выделить устойчивые зоны пониженного, среднего и повышенного продукционного потенциала. Их пространственное положение было связано с различиями рельефа, почвенного покрова, водного режима, эродированности, гранулометрического состава, солонцеватости и литогенных ограничений. Поэтому ASF-index использовался не как самостоятельная карта урожайности, а как основа для планирования почвенно-ландшафтной верификации и последующего выделения зон управления [8–10].

Совместное использование ASF-index и карты открытой поверхности почвы позволило разделить продукционную и почвенно-спектральную составляющие внутриполевой неоднородности.

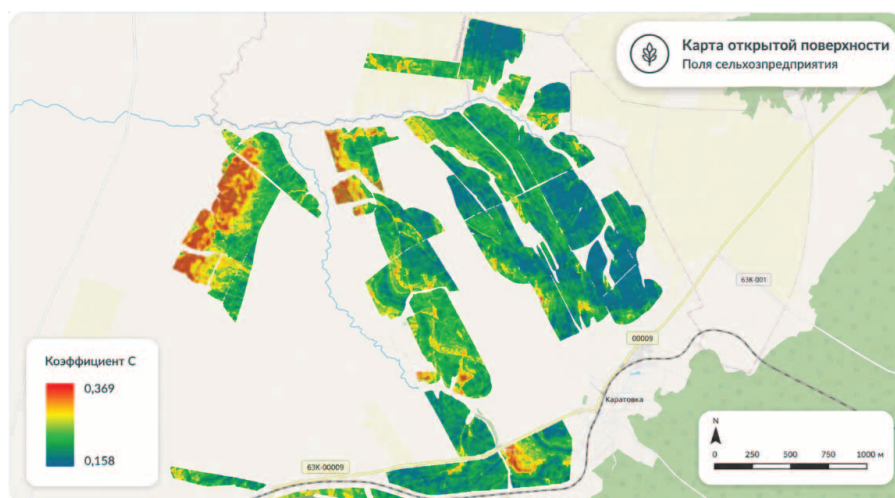


Рисунок 4. Карта открытой поверхности почвы по коэффициенту C мультитременной линии почв
Figure 4. Bare soil surface map based on the C coefficient of the multitemporal soil line

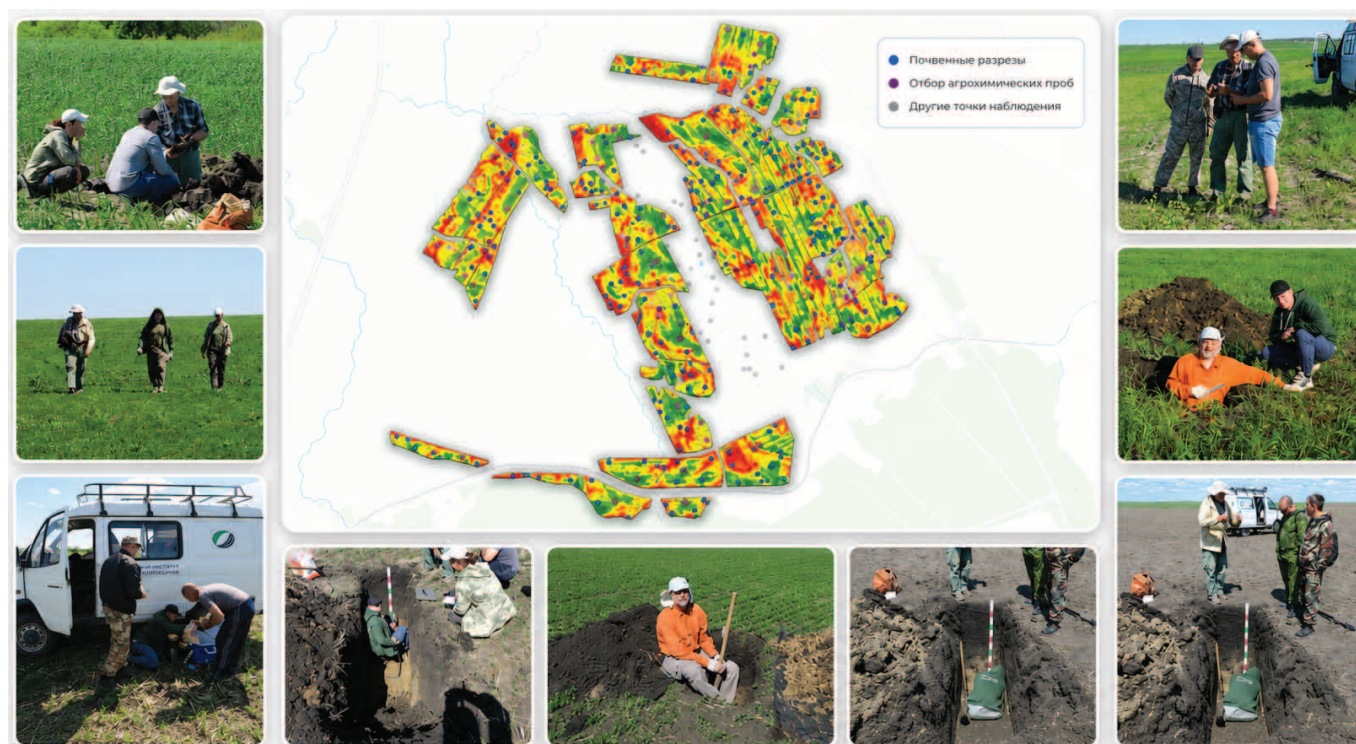


Рисунок 5. Размещение точек почвенно-ландшафтного и агрохимического обследования на подложке ASF-index
Figure 5. Location of soil-landscape survey and agrochemical sampling points on the ASF-index background



ASF-index показывал устойчивые различия в состоянии растительности, а карта открытой поверхности почвы помогала интерпретировать эти различия через свойства почвенной поверхности [6, 7, 16, 17].

Сопоставление дистанционных слоев и полевых данных показало, что участки пониженной продуктивности неоднородны по причинам снижения урожайности. В одних случаях они были связаны с эрозийным уменьшением гумусового горизонта, в других — с переувлажнением, солонцеватостью, литогенными ограничениями, легким гранулометрическим составом или сочетанием факторов. Поэтому зона пониженного ASF-index не должна автоматически трактоваться как участок, где достаточно только снизить или повысить норму удобрений. Необходима почвенно-ландшафтная интерпретация [2–5, 9, 10].

На основе совмещения ASF-index, карты открытой поверхности почвы, рельефа, почвенных разрезов и агрохимических данных были выделены агроэкологические группы земель: плакорные, эрозийные, переувлажненные, солонцовые и литогенные (табл.1). Они различались по ведущим лимитирующим факторам и возможностям технологической компенсации. Значения коэффициента С были ниже у переувлажненных и плакорных земель и выше у сильноэрозийных и литогенных участков, что подтверждает его диагностическую значимость при обязательной полевой проверке [6, 7, 10, 16, 17].

Следующим результатом стало преобразование диагностических слоев в карты управления (рис.6). На основе зон продуктивности, почвенно-ландшафтной интерпретации и агрохимических данных формировались карты зон

плодородия, карты пригодности и карты-задания. Это позволило перейти от общей оценки поля к конкретным решениям: изменению норм удобрений и посева, подбору культур, сроков сева и агротехнических мероприятий [2–5, 12–14].

Производственные карты-задания применялись для дифференцированного внесения удобрений и посева. Дифференциация норм не всегда означала простое снижение расхода материала. В одних случаях технология обеспечивала экономию, в других — перераспределение общего объема между зонами при почти неизменном расходе, в-третьих — целевое увеличение нормы в наиболее отзывчивых зонах [12–14].

Анализ сформированных карт-заданий показал, что дифференциация норм может приводить к различным производственным эффектам в зависимости от культуры, операции и пространственной структуры зон управления. В одних случаях карта-задание обеспечивает перераспределение удобрений между зонами без существенного изменения общего расхода материала (рис.7), в других — позволяет снизить расход за счёт уменьшения нормы на участках с ограниченным потенциалом, в-третьих — получить дополнительную урожайность и маржу за счет увеличения норм. Количественные примеры таких эффектов приведены в таблице 2.

Производственные опыты 2021–2025 гг. подтвердили, что устойчивые внутриполевые зоны различаются не только по урожайности, но и по отзывчивости на изменение норм. В опытах 2021 г. по кукурузе увеличение нормы посева с 55–58 до 65 тыс. шт./га сопровождалось ростом урожайности на нескольких полях, что подтвердило чувствительность культуры к зональной настройке густоты стояния. В 2023 г. опыты по кукурузе показали необходимость повышения нормы посева в отдельных зонах ещё на 8%, тогда как по подсолнечнику часть норм отработала оптимально, а по одной из зон потребовалась корректировка рейтинга.

Опыты с КАС-32 на яровой пшенице и кукурузе также выявили различную реакцию зон (рис.8). Наиболее показательным оказался опыт по озимой пшенице на поле Х5_7. В зоне 1.3 наблюдается слабый рост урожайности при значительном увеличении нормы удобрения, тогда как в зоне 3.1 урожайность стабильно растет с повышением нормы. Это подтверждает, что зоны управления различаются не только уровнем продуктивности, но и направлением реакции на технологическое воздействие.

Полученные результаты показывают, что карта зон управления должна быть связана с производственными данными (табл.3). Первоначальное выделение зон выполняется по многолетним данным дистанционного зондирования и почвенно-ландшафтной верификации, но агрономическая настройка норм требует полевых опытов и замеров урожайности. «Низкая» зона не всегда означает необходимость минимальных норм, а «высокая» зона — автоматическое увеличение всех воздействий. Решение зависит от природы лимитирующего фактора и экономической отдачи [2–5, 12–14].

В результате предложенная схема формирует замкнутый контур управления производственным процессом. Он включает обработку многолетних данных дистанционного зондирования, построение ASF-index и карты открытой поверхности почвы, полевую и агрохимическую верификацию, выделение агроэкологических групп земель и зон управления, формирование карт-заданий, выполнение технологических операций, оценку урожайности и последующую корректировку норм и рейтинга зон.

Таблица 1. Агроэкологическая интерпретация устойчивых внутриполевых зон

Table 1. Agroecological interpretation of stable within-field zones

Группа земель	Основные лимитирующие факторы	Интерпретация для управления
Плакорные	Лимитирующие факторы выражены слабо	Возможна поддержка или повышение технологического уровня
Слабоэрозийные	Частичная потеря гумусового горизонта	Требуется умеренная корректировка норм
Средне- и сильно-эрозийные	Снижение мощности гумусового горизонта, ухудшение влагообеспеченности	Повышение норм не всегда окупается
Переувлажненные	Нарушение водно-воздушного режима	Требуется осторожная интерпретация по условиям года
Солонцовые	Неблагоприятные физико-химические свойства	Необходимы специальные агрономические решения
Литогенные	Легкий состав, малая влагоемкость, низкий гумус	Жесткие ограничения производственного процесса

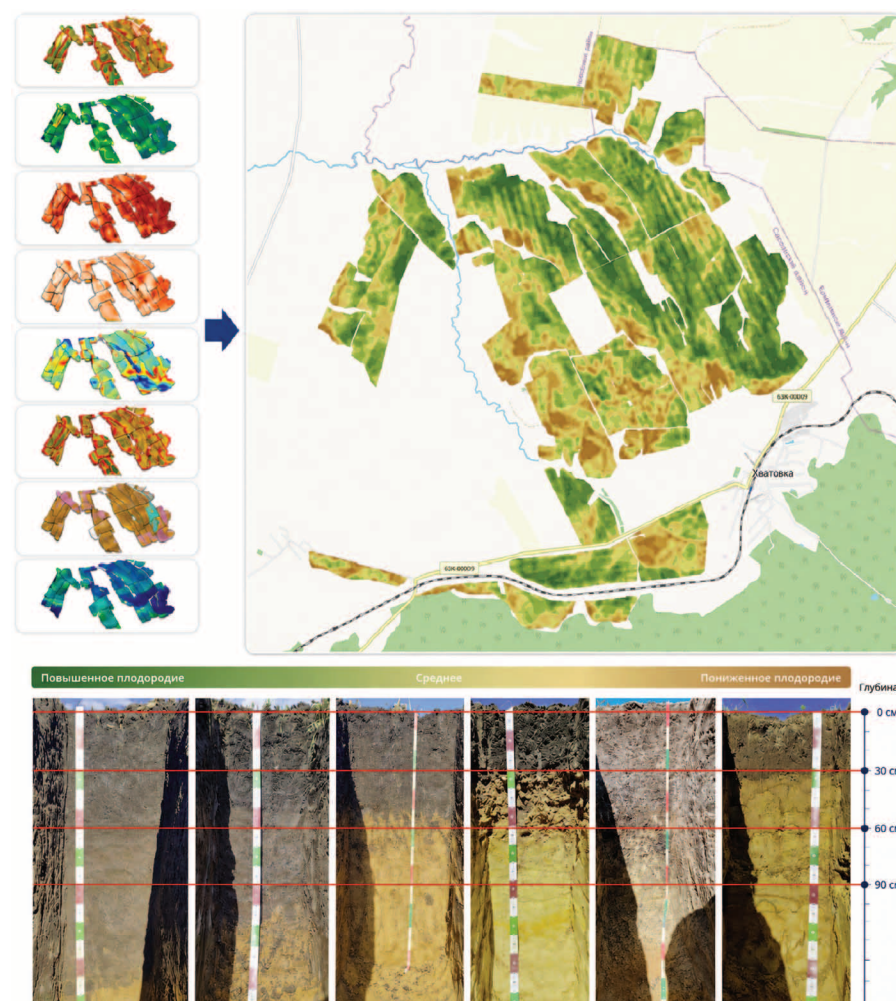


Рисунок 6. Карта зон управления производственным процессом
Figure 6. Crop production management zone map

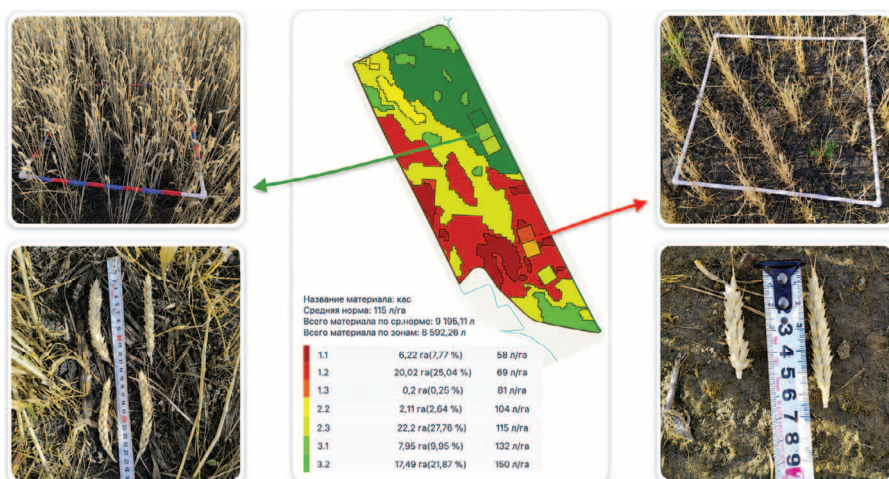


Рисунок 7. Пример карты-задания для дифференцированного внесения КАС-32 с опытными делянками по зонам управления

Figure 7. Example of a prescription map for variable-rate UAN-32 application with experimental plots by management zones

Таблица 2. Примеры технологического эффекта от карт-заданий

Table 2. Examples of technological effects of prescription maps

Поле	Культура	Операция	Диапазон норм	Технологический результат
X_3_1	Кукуруза	КАС-32	75-225 л/га	Перераспределение удобрения при почти неизменном расходе: +8 л, или 0,05%
X_3_2	Кукуруза	Высев	44 800-70 000 шт./га	Экономия 742 569 семян, или 7,25%
X_3_3	Кукуруза	Высев	45 500-70 000 шт./га	Экономия 1 447 659 семян, или 14,01%
X_2_6	Подсолнечник	Высев	40 260-61 000 шт./га	Экономия 990 217 семян, или 10,65%
X_2_8	Подсолнечник	Высев	39 650-59 780 шт./га	Экономия 692 808 семян, или 14,35%

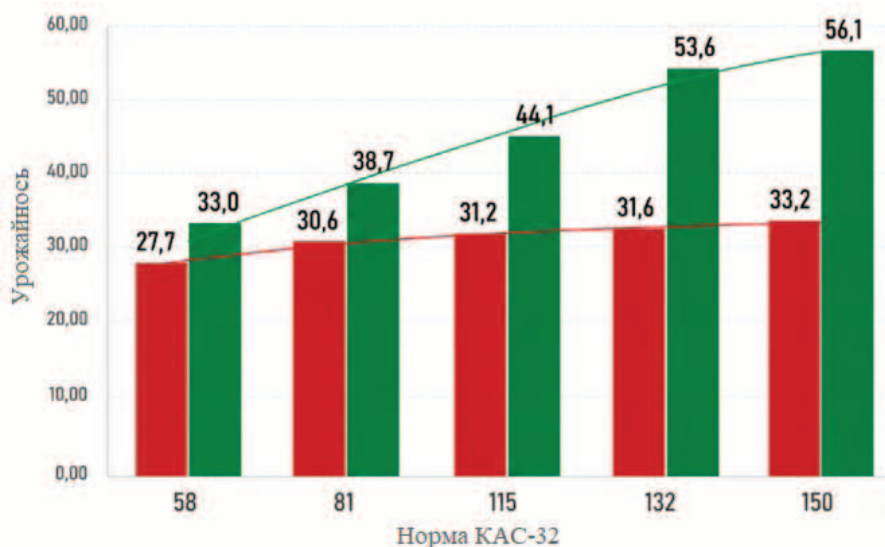


Рисунок 8. Реакция урожайности озимой пшеницы на нормы КАС-32 в зонах продуктивности 1.3 и 3.1

Figure 8. Winter wheat yield response to UAN-32 rates in productivity zones 1.3 and 3.1

Таблица 3. Производственная проверка норм КАС-32 по зонам продуктивности

Table 3. Farm-scale validation of UAN-32 rates by productivity zones

Поле	Культура	Зона	Нормы КАС-32, л/га	Урожайность, ц/га	Интерпретация
X3_1	Яровая пшеница	3.1	120 / 150 / 180	38,78 / 36,90 / 36,67	Оптимальная норма 150 л/га; вариант 120 л/га искажен агротехническим фактором
X1_5	Яровая пшеница	2.3	100 / 130 / 160	36,58 / 37,23 / 38,42	Рекомендовано повысить норму до 140 л/га
X3_4	Кукуруза	3.1	150 / 180 / 210	62,83 / 65,58 / 64,11	Оптимальная норма 180 л/га
X5_7	Кукуруза	2.3	70 / 100 / 130	48,13 / 53,59 / 60,15	Норма выше 130 л/га целесообразна
X5_7	Кукуруза	1.3	130 / 160 / 190	49,56 / 47,62 / 42,06	Повышение нормы выше 130 л/га не дает эффекта

Наличие этого контура отличает предлагаемую систему от разового построения карт-заданий. Карты ASF-index, открытой поверхности почвы, агрохимические картограммы и карты групп земель становятся инструментом управления только тогда, когда переводятся в нормы, выполняются в производстве, проверяются урожайностью и используются для уточнения последующих решений.

Область применения результатов. Полученные результаты могут быть использованы в хозяйствах с выраженной внутриполевой неоднородностью почвенного покрова, где продукционный потенциал определяется сочетанием рельефа, эрозийных процессов, гранулометрического состава, мощности гумусового горизонта, водного режима, солонцеватости и литологических ограничений [1–5]. В таких условиях единая средняя норма высева или удобрений для всего поля может приводить к перерасходу ресурсов или недореализации урожайного потенциала.

Практическое значение подхода заключается в переходе от поля как единой технологической единицы к устойчивым внутриполевым зонам управления. Такие зоны применимы при планировании агрохимического обследования, уточнении почвенных карт, разработке карт лимитирующих факторов, расчете дифференцированных норм удобрений и формировании карт-заданий [9–11].

В производственной практике схема может использоваться для жидких и твердых удобрений, а также для высева пропашных культур. Дифференцированное внесение следует рассматривать не только как способ экономии, но и как механизм перераспределения ресурса: снижение нормы на участках с жесткими лимитирующими факторами и увеличение нормы в зонах, способных оккупить дополнительное питание [12–14].

Наибольшая эффективность достигается при многолетнем цикле. Такой подход позволяет формировать внутрихозяйственную базу знаний о реакции культур на нормы удобрений и высева в разных зонах.

Выводы

1. Многолетние данные дистанционного зондирования позволяют выделять устойчивые внутриполевые зоны, отражающие повторяющиеся различия продукционного процесса. ASF-index показывает продукционную неоднородность, а карта открытой поверхности почвы по коэффициенту С мультитременной линии почв помогает интерпретировать ее почвенную природу.

2. Совместный анализ ASF-index, карты открытой поверхности почвы, рельефа, почвенно-ландшафтных и агрохимических данных обеспечивает переход от дистанционной диагностики к выделению агроэкологических групп земель и лимитирующих факторов.

3. На основе устойчивых внутриполевых зон могут формироваться карты-задания для дифференцированного внесения удобрений и высева. Производственные материалы показали, что такие карты обеспечивают не только экономию, но и перераспределение материалов между зонами в зависимости от их продукционного потенциала.

4. Производственные опыты 2021–2025 гг. подтвердили различную отзывчивость зон на нормы КАС-32 и высева. Для одних зон повышение нормы было оправданным, для других — не давало положительного эффекта или приводило к снижению урожайности.

5. Дифференцированный высев кукурузы и подсолнечника является самостоятельным элементом управления продукционным процессом. Снижение нормы высева в зонах с ограниченным

потенциалом позволяет уменьшать конкуренцию растений и снижать затраты, а сохранение или повышение нормы в продуктивных зонах способствует реализации урожайного потенциала.

6. Предложенный подход имеет характер замкнутой системы управления, включающей дистанционную диагностику, почвенно-ландшафтную и агрохимическую верификацию, выделение зон управления, формирование карт-заданий, выполнение технологических операций, замер урожайности, а также корректировку норм и рейтинга зон. Именно наличие обратной связи позволяет рассматривать точное земледелие как систему управления производственным процессом.

Список источников

1. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 423 с.
2. Киришин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: КолосС, 2011. 443 с.
3. Киришин В.И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // Почвоведение. 2020. № 7. С. 871-879. DOI: 10.31857/S0032180X20070060.
4. Киришин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
5. Булгаков Д.С. Концепция агроэкологической оценки почв земледельческой территории // Почвоведение. 2002. № 6. С. 710-714.
6. Королева П.В., Рухович Д.И., Рухович А.Д., Рухович Д.Д., Куляница А.Л., Трубников А.В., Калинина Н.В., Симакова М.С. Местоположение открытой поверхности почвы и линии почвы в спектральном пространстве RED-NIR // Почвоведение. 2017. № 12. С. 1435-1446. DOI: 10.7868/S0032180X17100045.
7. Королева П.В., Рухович Д.И., Рухович А.Д., Рухович Д.Д., Куляница А.Л., Трубников А.В., Калинина Н.В., Симакова М.С. Характеристика почвенных типов и подтипов в 3-мерном пространстве коэффициентов мультиспектральной эмпирической линии почв // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1085-1098. DOI: 10.1134/S0032180X1809006X.
8. Шаповалов Д.А., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Куляница А.Л., Рухович Д.И. ASF-index — карта устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия почвенного покрова, построенная на основе больших спутниковых данных для задач точного земледелия // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 1 (373). С. 9-15. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-11002.
9. Куляница А.Л., Рухович Д.И., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Калинина Н.В. Анализ информативности методов обработки больших спутниковых данных систем точного земледелия при коррекции крупномасштабных почвенных карт // Почвоведение. 2020. № 12. С. 1460-1477. DOI: 10.31857/S0032180X20110088.
10. Рухович Д.И., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Сулейман Г.А., Черноусенко Г.И. Детектирование деградированных участков пашни на основе анализа больших спутниковых данных // Почвоведение. 2021. № 2. С. 151-167. DOI: 10.31857/S0032180X21020131.
11. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В.,

Долнина Е.А., Рухович С.В. Анализ применения почвенных карт в системе ретроспективного мониторинга состояния земель и почвенного покрова // Почвоведение. 2015. № 5. С. 605-625. DOI: 10.7868/S0032180X15050081.

12. 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.

13. McBratney A., Whelan B., Ancev T., Bouma J. Future directions of precision agriculture // Precision Agriculture. 2005. Vol. 6. P. 7-23. DOI: 10.1007/s11119-005-0681-8.

14. Mulla D.J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps // Biosystems Engineering. 2013. Vol. 114. No. 4. P. 358-371. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2012.08.009.

15. Liu P. A survey of remote-sensing big data // Frontiers in Environmental Science. 2015. Vol. 3. Article 45. DOI: 10.3389/fenvs.2015.00045.

16. Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Rukhovich D.D., Rukhovich A.D. Recognition of the bare soil using deep machine learning methods to create maps of arable soil degradation based on the analysis of multi-temporal remote sensing data // Remote Sensing. 2022. Vol. 14. No. 9. Article 2224. DOI: 10.3390/rs14092224.

17. Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Rukhovich A.D., Komissarov M.A. A detailed mapping of soil organic matter content in arable land based on the multitemporal soil line coefficients and neural network filtering of big remote sensing data // Geoderma. 2024. Vol. 447. Article 116941. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116941.

18. Sishodia R.P., Ray R.L., Singh S.K. Applications of remote sensing in precision agriculture: A review // Remote Sensing. 2020. Vol. 12. No. 19. Article 3136. DOI: 10.3390/rs12193136.

References

1. Fridland, V.M. (1972). *Struktura pochvennogo pokrova* [Soil Cover Structure], Moscow, Mysl'.
2. Kirishin, V.I. (2011). *Teoriia adaptivno-landshaftnogo zemledeliia i projektirovanie agrolandshtafrov* [Theory of adaptive-landscape farming and agrolandscape design], Moscow, KolosS.
3. Kirishin, V.I. (2020). *Metodologiya kompleksnoi otsenki sel'skokhoziaistvennykh zemel'* [Methodology for integrated assessment of agricultural land]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 7, pp. 871-879. DOI: 10.31857/S0032180X20070060.
4. Kirishin, V.I. (2019). *Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost'iu agrotsenozov v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliia* [Management of soil fertility and productivity of agroecosystems in adaptive-landscape farming systems]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 9, pp. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
5. Bulgakov, D.S. (2002). *Kontseptsiiia agroekologicheskoi otsenki pochv zemledel'cheskoi territorii* [Concept of agroecological assessment of soils of cultivated lands]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 6, pp. 710-714.
6. Koroleva, P.V., Rukhovich, D.I., Rukhovich, A.D., Rukhovich, D.D., Kulianitsa, A.L., Trubnikov, A.V., Kalinina, N.V. & Simakova, M.S. (2017). *Mestopolozenie otkrytoi poverkhnosti pochvy i linii pochvy v spektral'nom prostranstve RED-NIR* [Position of the bare soil surface and soil line in the RED-NIR spectral space]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 12, pp. 1435-1446. DOI: 10.7868/S0032180X17100045.
7. Koroleva, P.V., Rukhovich, D.I., Rukhovich, A.D., Rukhovich, D.D., Kulianitsa, A.L., Trubnikov, A.V., Kalinina, N.V. & Simakova, M.S. (2018). *Kharakteristika pochvennykh tipov i podtipov v n-merom prostranstve koeffitsientov multivremennoi empiricheskoi linii pochv* [Characterization of soil types and subtypes in an n-dimensional space of coefficients of the multitemporal empirical soil line]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 9, pp. 1085-1098. DOI: 10.1134/S0032180X1809006X.
8. Shapovalov, D.A., Koroleva, P.V., Kalinina, N.V., Vil'chevskaia, E.V., Kulianitsa, A.L. & Rukhovich, D.I. (2020). *ASF-index — karta ustoychivoi vnutripolevoi neodnorodnosti plodorodiia pochvennogo pokrova, postroennaya na osnove bol'shikh sputnikovykh dannykh dlia zadach tochnogo zemledeliia* [ASF-index — map of stable intra-field heterogeneity of soil cover fertility based on big satellite data for precision agriculture tasks]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhoziaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 1 (373), pp. 9-15. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-11002.
9. Kulianitsa, A.L., Rukhovich, D.I., Koroleva, P.V., Vil'chevskaia, E.V. & Kalinina, N.V. (2020). *Analiz informativnosti metodov obrabotki bol'shikh sputnikovykh dannykh sistem tochnogo zemledeliia pri korrektsii krupnomasshtabnykh pochvennykh kart* [Analysis of the informativity of big satellite precision-farming data processing methods for correcting large-scale soil maps]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 12, pp. 1460-1477. DOI: 10.31857/S0032180X20110088.
10. Rukhovich, D.I., Koroleva, P.V., Rukhovich, D.D., Vil'chevskaia, E.V., Suleiman, G.A. & Chernousenko, G.I. (2021). *Detektirovanie degradirovannykh uchastkov pashni na osnove analiza bol'shikh sputnikovykh dannykh* [Detection of degraded arable land areas based on big satellite data analysis]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 2, pp. 151-167. DOI: 10.31857/S0032180X21020131.
11. Rukhovich, D.I., Simakova, M.S., Kulianitsa, A.L., Bryzhev, A.V., Koroleva, P.V., Kalinina, N.V., Vil'chevskaia, E.V., Dolina, E.A. & Rukhovich, S.V. (2015). *Analiz primeneniia pochvennykh kart v sisteme retrospektivnogo monitoringa sostoiianiia zemel' i pochvennogo pokrova* [Analysis of the use of soil maps in retrospective monitoring of land and soil cover state]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 5, pp. 605-625. DOI: 10.7868/S0032180X15050081.
12. 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.
13. McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T. & Bouma, J. (2005). Future directions of precision agriculture. *Precision Agriculture*, vol. 6, pp. 7-23. DOI: 10.1007/s11119-005-0681-8.
14. Mulla, D.J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, vol. 114, no. 4, pp. 358-371. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2012.08.009.
15. Liu, P. (2015). A survey of remote-sensing big data. *Frontiers in Environmental Science*, vol. 3, article 45. DOI: 10.3389/fenvs.2015.00045.
16. Rukhovich, D.I., Koroleva, P.V., Rukhovich, D.D. & Rukhovich, A.D. (2022). Recognition of the bare soil using deep machine learning methods to create maps of arable soil degradation based on the analysis of multi-temporal remote sensing data. *Remote Sensing*, vol. 14, no. 9, article 2224. DOI: 10.3390/rs14092224.
17. Rukhovich, D.I., Koroleva, P.V., Rukhovich, A.D. & Komissarov, M.A. (2024). A detailed mapping of soil organic matter content in arable land based on the multitemporal soil line coefficients and neural network filtering of big remote sensing data. *Geoderma*, vol. 447, article 116941. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116941.
18. Sishodia, R.P., Ray, R.L. & Singh, S.K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. *Remote Sensing*, vol. 12, no. 19, article 3136. DOI: 10.3390/rs12193136.

Информация об авторах:

- Борщев Дмитрий Геннадьевич**, аспирант, Почвенный институт им. В.В. Докучаева; технический директор, ООО «Агроноут», ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-7730-1607>, SPIN-код: 9703-3369, dimaborshev@gmail.com
- Рашкович Василий Николаевич**, аспирант, Почвенный институт им. В.В. Докучаева; руководитель отдела агротехнологий и геоаналитики, ООО «Агроноут», ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7541-5671>, SPIN-код: 6636-4684, Vasily.rashkovich@gmail.com
- Рухович Дмитрий Иосифович**, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, ведущий научный сотрудник, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8002-0698>, SPIN-код: 4318-4783, landmap@yandex.ru
- Шаповалов Дмитрий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, SPIN-код: 9628-4335, shapoval_ecology@mail.ru

Information about the authors:

- Dmitry G. Borshev**, postgraduate student, V.V. Dokuchaev Soil Science institute; chief technology officer, Agronaut LLC, Moscow, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-7730-1607>, SPIN-code: 9703-3369, dimaborshev@gmail.com
- Vasily N. Rashkovich**, postgraduate student, V.V. Dokuchaev Soil Science institute; head of agrotechnologies and geoanalytics department, Agronaut LLC, Moscow, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7541-5671>, SPIN-code: 6636-4684, Vasily.rashkovich@gmail.com
- Dmitry I. Rukhovich**, candidate of biological sciences, head of laboratory, leading researcher, V.V. Dokuchaev Soil Science institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8002-0698>, SPIN-code: 4318-4783, landmap@yandex.ru
- Dmitry A. Shapovalov**, doctor of technical sciences, professor, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, SPIN-code: 9628-4335, shapoval_ecology@mail.ru



Научная статья

УДК 339.5:637.1

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_475

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ ЭКСПОРТА И ИМПОРТА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РАМКАХ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

И.Н. Рыкова, А.А. Юрьева

Научно-исследовательский финансовый институт Министерства финансов
Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследований динамики и структурных изменений во взаимной и внешней торговле молочной продукцией государств-членов Евразийского экономического союза в период 2022–2024 гг. на основе детального анализа импортно-экспортных потоков в разрезе товарных групп. Цель исследования — выявить ключевые тренды, вызовы и перспективы развития экспорта и импорта молочной продукции в рамках ЕАЭС, а также разработать практические рекомендации по повышению эффективности торговли и укреплению продовольственной безопасности ЕАЭС. Анализ базировался на статистических данных, а также на обзоре актуальной научной литературы, включающей работы по вопросам переработки молочной продукции, устранению торговых барьеров, оценке экспортного потенциала и международным расчетам. В ходе работы применялся комплекс методов исследования: количественные методы расчета темпов роста и долевых соотношений, статистический анализ вариативности стоимостных и натуральных объемов, сравнительный метод для сопоставления динамики по странам и товарным категориям, метод аналогий при идентификации общих закономерностей с ранее опубликованными исследованиями, а также методы синтеза и обобщения агрегированных данных для выработки целостных выводов и практических предложений. Актуальность исследования обусловлена кардинальной трансформацией системы международных экономических отношений и перестройкой глобальных логистических цепочек в 2022–2024 гг., разрывом традиционных каналов поставок, изменением конкурентной среды на мировом рынке молока, а также необходимостью выработки адаптированных интеграционных решений для устойчивого развития молочной отрасли стран ЕАЭС в новых условиях. Научная новизна заключается в комплексном анализе внешнеторговых потоков молочной продукции ЕАЭС за трехлетний период 2022–2024 гг. с одновременным учетом товарной детализации по шести товарным группам, страновой структуры внутри ЕАЭС, динамики средней стоимости импорта и экспорта, сопоставления полученных данных с выводами предшествующих научных работ по смежной тематике. Результаты исследования показали, что доля импорта молочной продукции в ЕАЭС не превышает 4% (3,56% в 2022 г., 3,46% в 2024 г.) при устойчивом росте импорта в натуральном выражении на 19% за период анализа. Выявлено усиление позиций России и Беларуси при одновременном сокращении экспортной доли Армении и Кыргызстана. Разработаны предложения по созданию внутрисоюзного механизма перераспределения сырого молока в периоды сезонного дефицита, унификации и цифровизации ветеринарного контроля с взаимным признанием сертификатов, развитию логистических хабов на границе РФ и Казахстана, субсидированию производства сухой молочной сыворотки, целевой поддержке Армении и Кыргызстана для повышения качества и сертификации продукции. Реализация предложений позволит снизить внутрисоюзные барьеры и нарастить совокупный экспорт молока и молочной продукции ЕАЭС на 15–20% к 2027 году.

Ключевые слова: молочная продукция, экспорт, импорт, продовольственная безопасность, интеграция, импортозамещение, логистика

Original article

PROSPECTS AND CHALLENGES OF EXPORT AND IMPORT OF DAIRY PRODUCTS WITHIN THE EURASIAN ECONOMIC UNION

I.N. Rykova, A.A. Yurieva

Research Financial Institute of the Ministry of Finance
of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. The article presents the results of studies of the dynamics and structural changes in mutual and foreign trade in dairy products of the member states of the Eurasian Economic Union in the period 2022–2024 based on a detailed analysis of import and export flows in the context of commodity groups. The purpose of the study is to identify key trends, challenges and prospects for the development of exports and imports of dairy products within the EAEU, as well as to develop practical recommendations for improving trade efficiency and strengthening food security of the EAEU. The analysis was based on statistical data, as well as on a review of current scientific literature, including work on dairy processing, elimination of trade barriers, assessment of export potential and international calculations. In the course of the work, a set of research methods was used: quantitative methods for calculating growth rates and share ratios, statistical analysis of the variability of value and natural volumes, a comparative method for comparing dynamics by country and product categories, a method of analogies in identifying general patterns with previously published studies, as well as methods for synthesizing and summarizing aggregated data to develop holistic conclusions and practical proposals. The relevance of the study is due to the radical transformation of the system of international economic relations and the restructuring of global supply chains in 2022–2024, the rupture of traditional supply channels, a change in the competitive environment in the global milk market, as well as the need to develop adapted integration solutions for the sustainable development of the dairy industry of the EAEU countries in the new conditions. The scientific novelty lies in a comprehensive analysis of foreign trade flows of EAEU dairy products for the three-year period 2022–2024 taking into account the commodity detail for six product groups, the country structure within the EAEU, the dynamics of the average cost of imports and exports, comparing the data obtained with the conclusions of previous scientific works on related topics. The results of the study showed that the share of imports of dairy products in the EAEU does not exceed 4% (3.56% in 2022, 3.46% in 2024) with a steady increase in imports in physical terms by 19% over the analysis period. The strengthening of the positions of Russia and Belarus was revealed while reducing the export share of Armenia and Kyrgyzstan. Proposals have been developed to create an intra-union mechanism for the redistribution of raw milk during periods of seasonal shortage, unification and digitalization of veterinary control with mutual recognition of certificates, the development of logistics hubs on the border of the Russian Federation and Kazakhstan, subsidizing the production of dry milk whey, targeted support for Armenia and Kyrgyzstan to improve quality and certification of products. The implementation of the proposals will reduce internal union barriers and increase the aggregate export of milk and dairy products of the EAEU by 15–20% by 2027.

Keywords: dairy products, export, import, food security, integration, import substitution, logistics

Введение. Молочная отрасль является одной из социально значимых подотраслей агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС). Обеспечение населения качественной молочной продукцией, поддержание продовольственной безопасности и развитие экспортного потенциала входят в число приоритетных задач экономической политики государств-членов. В условиях значительного изменения внешнеполитической и торговой конъюнктуры в 2022–2024 гг., разрыва традиционных логистических цепочек и санкционного давления на отдельные страны ЕАЭС конфигурация рынка молочной продукции претерпела существенные изменения.

Актуальность темы подтверждается широким кругом научных исследований, выполненных в последние годы. Так, Б.С. Раимбердиев и Б.Ш. Нурбаев (2023) [1] рассмотрели проблемы повышения качества и конкурентоспособности молочной продукции в контексте её переработки и выхода на внешние рынки, отметив недостатки в обеспечении ветеринарно-санитарных требований согласно техническому регламенту ЕАЭС. В своей работе Ш.А. Кодирзодза (2022) [2] провел анализ мирового рынка молока, выделив ключевые тренды (рост спроса в развивающихся странах, сдержанное потребление в Европе, переориентация на растительные аналоги) и подчеркнул значительный экспортный потенциал стран ЕАЭС при насыщении их внутренних рынков. С.В. Основин с соавторами (2022) [3] в своем исследовании на примере Беларуси систематизировали статистические показатели динамики рынка, изучили специализацию, бренды и ключевых экспортеров, сделав вывод о необходимости расширения белорусских брендов в условиях санкционного давления.

Вопросы продовольственной безопасности ЕАЭС исследованы в научных изысканиях К.Р. Бостанджян (2024) [4], который предложил комплекс инструментов укрепления безопасности, включая диверсификацию географической структуры импорта (переориентация на страны БРИКС), цифровизацию АПК (RFID-системы) и модернизацию лабораторий. В свою очередь, С.К. Сеитов и С.В. Киселев (2022) [5] оценили выгоды российского АПК в рамках ЕАЭС, выявив, что в молочной отрасли Россия испытывает конкурентное давление со стороны белорусских производителей, что требует поиска новых рынков сбыта и развития кооперации. Пути и последствия устранения тор-

говых барьеров на сельскохозяйственном рынке ЕАЭС, конкретные примеры ограничений во взаимной торговле молочной продукцией из-за ветеринарных требований и меры по унификации техрегламентов и взаимному признанию сертификатов подробно проанализированы в научной работе А.К. Карамышевой (2025) [6].

Особого внимания заслуживают исследования, посвященные отдельным странам ЕАЭС. Так, Н. Ибраева и М. Садирдинова (2026) [7] на примере Кыргызстана выявили институциональные, инфраструктурные и экономические барьеры, ограничивающие участие в глобальных агропродовольственных цепочках: доля хозяйств с международными сертификатами составляет лишь 7%, логистические потери для молочной продукции достигают 40%, а 82% поставок ориентировано на ЕАЭС с ценовым дисконтом 20–30%. А. Daineko et al. (2018) [8] в своем исследовании оценили уровень самообеспеченности стран ЕАЭС по молоку и мясу, предложив меры по улучшению структуры производства и развитию экспортного потенциала Беларуси.

Внешние аспекты молочной торговли освещены в обзоре АНДВ (2026) [9], зафиксировавшем рекордный рост мирового экспорта молочной продукции, в частности в регионы MENA и Китай, что открывает дополнительные возможности для стран ЕАЭС.

Отдельного внимания заслуживает научная статья С.С. Судакова и А.А. Зинченко (2024) [10] в части разработки универсальной методологии оценки экспортного потенциала на основе торговых индексов и мультипликаторов выпуска, что может быть применено для обоснования экспортной специализации государств-членов ЕАЭС. В своих научных изысканиях И.А. Яковлев, А.А. Тихонова и В.Ю. Черкасов (2024) [11] рассмотрели проблемы международных расчетов и возможные инфраструктурные решения (многосторонний клиринг, цифровые валюты), что актуально для взаиморасчетов при экспорте молочной продукции за пределы ЕАЭС. Особый интерес представляет научная работа А.В. Тихонова и С.О. Наумчик (2016) [12] в части сравнительного анализа налогового поля АПК России и Беларуси и установления различий в режимах налогообложения, которые влияют на ценовую конкурентоспособность молочной продукции на общем рынке.

Несмотря на значительное число публикаций по отдельным аспектам функционирования молочного рынка ЕАЭС, комплексного анализа

динамики экспортно-импортных потоков за 2022–2024 гг. в разрезе конкретных товарных групп (коды ТН ВЭД 0401–0406) с учетом изменившейся геополитической ситуации до сих пор не проводилось. Настоящее исследование, целью которого является выявление и анализ структурных сдвигов, ключевых вызовов и перспективных направлений развития экспорта и импорта молочной продукции в ЕАЭС на основе анализа внешнеторговых потоков за 2022–2024 гг., призвано заполнить этот пробел.

Основными задачами настоящего исследования являются: оценка динамики и структуры совокупного импорта и экспорта ЕАЭС; анализ страновой и товарной структуры (по кодам ТН ВЭД 0401–0406) внешней торговли; определение факторов, обусловивших рост/снижение объемов внешнеторговых операций; разработка рекомендаций для повышения устойчивости и эффективности молочного рынка ЕАЭС.

Методология исследования и информационная база. В основе методологии исследования лежит комплекс подходов и методов, позволяющих всесторонне проанализировать экспортно-импортные потоки молочной продукции в ЕАЭС за 2022–2024 гг. Количественные методы использовались для расчета темпов роста (в натуральном и стоимостном выражении) и долевых соотношений стран-участниц в совокупном импорте и экспорте. Статистический анализ применен для оценки вариативности стоимостных и натуральных объемов торговли, что позволило выявить устойчивые тренды на фоне конъюнктурных колебаний. Сравнительный метод реализован в двух направлениях: сопоставление динамики показателей между странами ЕАЭС и между товарными категориями (коды ТН ВЭД 0401–0406). Метод аналогий использован для идентификации общих закономерностей путем сопоставления полученных результатов с выводами ранее опубликованных научных исследований по смежной тематике. Методы синтеза и обобщения агрегированных данных позволили объединить частные результаты в целостную картину и сформулировать итоговые выводы, а также разработать практические предложения.

Информационную базу составили данные международной статистической базы TradeMap по глобальным потокам молочной продукции; статистика Федеральной таможенной службы России (далее — ФТС) и Евразийской экономической комиссии (далее — ЕЭК) за 2022–2024 гг.; товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД коды: 0401 — молоко и сливки несгущенные; 0402 — сгущенные молоко и сливки; 0403 — йогурт, кефир, пахта; 0404 — молочная сыворотка; 0405 — сливочное масло и молочные жиры; 0406 — сыры и творог).

Ход исследования. Доля импорта молочной продукции в совокупном объеме потребления ЕАЭС (в стоимостном выражении) стабильно низка — не превышает 4% от общемирового объема импорта молочной продукции (3,56% в 2022 г., 3,46% в 2024 г.), что свидетельствует о высоком уровне самообеспеченности Союза (рис. 1).

Однако при этом импорт ЕАЭС в натуральном выражении за 2022–2024 гг. вырос на 19%, что указывает на растущий спрос при дефиците собственного сырья в отдельные сезоны, волатильность цен на сухое молоко и жиры, а также удорожание внутреннего производства (рис. 2).

Экспорт за тот же период увеличился незначительно — всего на 3,62% в натуральном выражении (рис. 3). Сдерживающими факторами стали разрыв привычных цепочек поставок на внешние рынки и инфраструктурные ограничения (пропускная способность пограничных переходов, дефицит рефрижераторных мощностей и пр.).

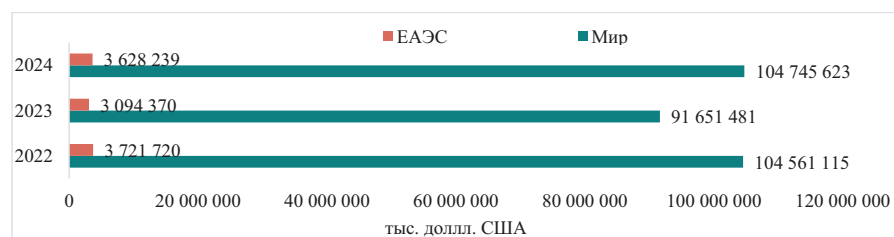


Рисунок 1. Общемировой объем импорта молока и молочных продуктов в 2022–2024 гг., тыс. долл. США
Figure 1. Global imports of milk and dairy products in 2022–2024, in thousands of US dollars

Источник: составлено авторами по данным TradeMap

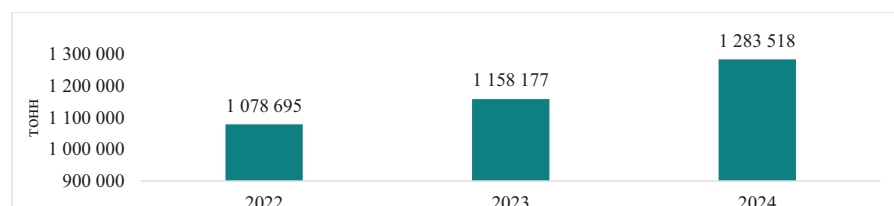


Рисунок 2. Импорт молока и молочных продуктов в ЕАЭС в 2022–2024 гг., тонн
Figure 2. Import of milk and dairy products in the EAEU in 2022–2024, tons

Источник: составлено авторами по данным TradeMap



В общем объеме импорта молока и молочной продукции ЕАЭС (рис. 4) доминирует Россия (86,83% в стоимостном выражении, 79,44% — в натуральном в 2024 году). Второе место занимает Беларусь (11,68% и 17,75% соответственно). За 2022–2024 гг. доля Беларуси в натуральном импорте молока и молочной продукции ЕАЭС выросла на 1,81% при сокращении доли России на 0,78%, что отражает углубление кооперации и переориентацию закупок на более дешевое и качественное белорусское сырье.

В общем объеме экспорта молока и молочной продукции ЕАЭС также лидирует Россия (76,06% в стоимостном выражении, 82,88% — в натуральном в 2024 году). Казахстан занимает вторую позицию (17,30% и 14,07% соответственно). Наиболее значительное снижение продемонстрировала Армения: ее доля в экспорте молока и молочной продукции ЕАЭС в натуральном выражении сократилась на 4,97% за период анализа 2022–2024 гг., что связано с приостановкой поставок в РФ весной 2023 г. из-за претензий Россельхознадзора к качеству и госконтролю.

Анализ товарной структуры внешнеторгового оборота молока и молочной продукции ЕАЭС показал, что наибольшие натуральные объемы импорта приходятся на следующие товарные категории: сыры и творог (код ТН ВЭД 0406), сгущенное молоко (код ТН ВЭД 0402) и несгущенное молоко (код ТН ВЭД 0401). При этом наибольший относительный прирост импорта зафиксирован по кодам ТН ВЭД 0402 (+31%) и 0403 (+32%), обусловленный импортозамещением отдельных компонентов, сменой поставщиков и ростом спроса на молочные продукты длительного хранения.

В товарной структуре экспорта молока и молочной продукции ЕАЭС (рис. 5) лидируют такие товарные категории, как сыры (код ТН ВЭД 0406), йогурты и кефир (код ТН ВЭД 0403), сгущенное молоко (код ТН ВЭД 0402).

Рекордный прирост в части экспорта (в 2 раза) произошел по молочной сыворотке (код ТН ВЭД 0404) вследствие роста перерабатывающих мощностей и востребованности сыворотки в пищевой промышленности (детское питание, производство кондитерских изделий и пр.).

Обратимся к анализу внешнеторгового оборота молока и молочной продукции в разрезе государств-членов ЕАЭС.

В 2022–2024 годах импорт молока и молочной продукции в Россию в натуральном выражении вырос в 1,18 раза, тогда как его стоимостная динамика носила волнообразный характер. Такой рост объясняется сочетанием нескольких факторов: высокой себестоимостью внутреннего производства, стабильным потребительским спросом и ключевой ролью поставок из Беларуси, которая предлагает конкурентоспособные цены. При этом ценовые колебания на мировых рынках сухого молока и молочных жиров создают неравномерность в динамике стоимостных объемов импорта.

Экспорт молока и молочной продукции России в натуральном выражении за тот же период увеличился в 1,15 раза. Основными драйверами роста стали увеличение объемов производства сырого молока и наращивание перерабатывающих мощностей, активная государственная поддержка экспорта, ослабление рубля, а также диверсификация поставок на рынки стран ближнего и дальнего зарубежья.

В товарной структуре импорта России как в стоимостном, так и в натуральном выражении преобладают сыры и творог, сливочное масло и молочные жиры, а также сгущенное молоко и сливки (в стоимостном выражении). В натуральном выражении, помимо сыров, значитель-

ные объемы приходятся на несгущенное молоко и сливки, йогурты, кефир и сливки. Наибольший относительный прирост импорта в натуральном выражении зафиксирован по сгущенному молоку (+29%) и по коду ТН ВЭД 0403 (йогурты, кефир, пахта и др.) — на 43%. Ключевыми факторами здесь выступили перестройка логистических цепочек и углубление экономической интеграции с Беларусью.

Что касается товарной структуры экспорта России, то наибольшие объемы в стоимостном

выражении приходятся на сыры и творог, йогурты и кефир, а также сгущенное молоко. В натуральном выражении лидируют йогурты, сливки и кефир, несгущенное молоко и сливки, а также сыры и творог. Самый заметный относительный прирост экспорта в натуральном выражении показали молочная сыворотка (код ТН ВЭД 0404) — рост в 2,1 раза, и сгущенное молоко — в 1,5 раза. Эти тенденции обусловлены масштабным увеличением производства сырья внутри страны и ростом спроса со стороны дружественных государств.

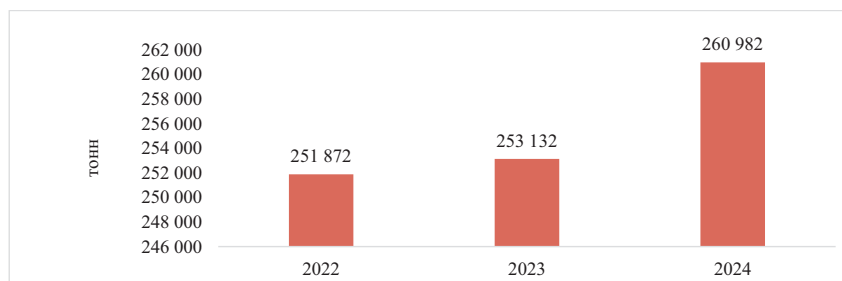


Рисунок 3. Экспорт молока и молочных продуктов в ЕАЭС в 2022–2024 гг., тонн

Figure 3. Export of milk and dairy products in the EAEU in 2022–2024, tons

Источник: составлено авторами по данным TradeMap

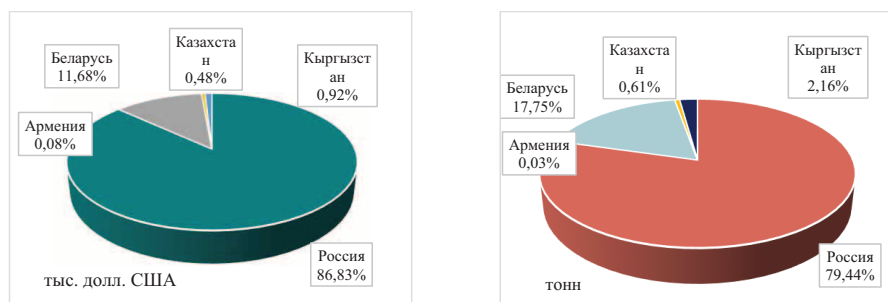


Рисунок 4. Долевая структура импорта молока и молочных продуктов в разрезе стран-членов ЕАЭС в 2024 году

Figure 4. Share structure of milk and dairy product imports by EAEU member countries in 2024

Источник: составлено авторами по данным TradeMap

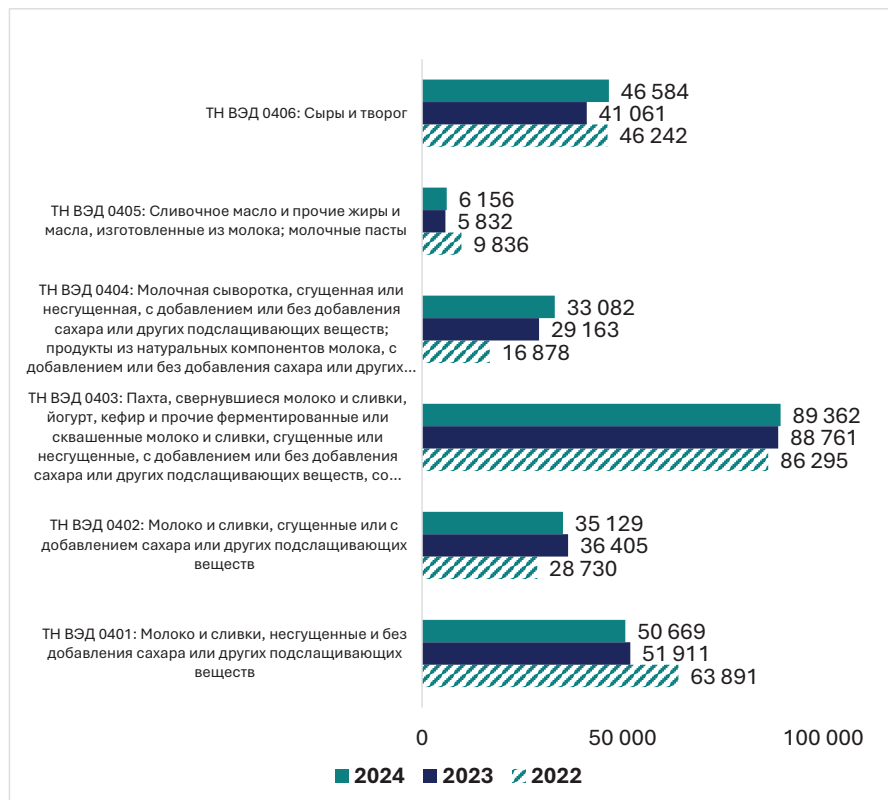


Рисунок 5. Структура экспорта молока и молочных продуктов ЕАЭС в разрезе товарных групп в 2022–2024 году, тонн

Figure 5. Structure of EAEU's milk and dairy product exports by product groups in 2022–2024, tons



За 2022–2024 годы импорт молока и молочной продукции в Беларусь в натуральном выражении вырос в 1,3 раза, тогда как в стоимостном выражении его динамика была волнообразной. Такая ситуация объясняется несколькими причинами: переработкой импортного сырья для последующего реэкспорта (преимущественно в Россию) на фоне санкций, высоким уровнем самообеспеченности страны (263%) и колебаниями цен на сырьё.

Что касается экспорта молока и молочной продукции из Беларуси, то здесь наблюдается разнонаправленная картина: стоимостные объёмы выросли в 1,6 раза, тогда как натуральные, напротив, снизились в 1,2 раза. Рост стоимости при падении физических объёмов обусловлен высокой маржинальностью экспорта в рамках ЕАЭС, возросшими логистическими издержками и структурным сдвигом в пользу продуктов с высокой добавленной стоимостью.

В товарной структуре импорта Беларуси как в стоимостном, так и в натуральном выражении преобладают сгущённое молоко и сливки, сыры и творог, а также молочная сыворотка. Такая структура связана с высокой экспортной ориентированностью страны, импортом сырья для переработки и реэкспорта, а также сложившейся специализацией перерабатывающих мощностей.

Товарная структура экспорта Беларуси, в свою очередь, в основном представлена сырами и творогом, а также сливочным маслом и прочими молочными жирами. Это объясняется развитостью белорусской молочной отрасли, высокой товарностью молока и устойчивым спросом со стороны стран-импортеров. Указанные продукты обладают высокой добавленной стоимостью, что обеспечивает значительную выручку в стоимостном выражении.

За период 2022–2024 годов импорт молока и молочной продукции в Армению в стоимостном выражении вырос в 1,4 раза, а в натуральном — в 1,8 раза. Основными причинами стали необходимость покрытия дефицита собственного сырья, переориентации логистических цепочек и повышение покупательской способности населения.

В отличие от импорта, экспорт армянской молочной продукции резко сократился: в стоимостном выражении падение составило 2,1 раза, в натуральном — 3,7 раза. Главным фактором стала приостановка поставок в Россию (основной рынок сбыта) Россельхознадзором весной 2023 года из-за претензий к качеству продукции и уровню государственного контроля. Кроме того, негативное влияние оказали внутреннее сокращение производства молока (на 3% в 2024 году) и снижение закупочных цен.

В товарной структуре импорта как в стоимостном, так и в натуральном выражении доминируют сыры и творог. Также зафиксировано увеличение объёмов импорта по коду ТН ВЭД 0405 (сливочное масло и прочие молочные жиры), что обусловлено дефицитом местного сырья, ростом внутреннего потребления и ценовой конкуренцией.

Товарная структура экспорта Армении, в свою очередь, в основном представлена сырами и творогом, а также сливочным маслом и жирами. При этом за 2022–2024 годы значительно снизились экспортные поставки по кодам ТН ВЭД 0401 (несгущённое молоко и сливки), 0402 (сгущённое молоко и сливки) и 0403 (йогурты, кефир, сливки) [13]. Такая динамика объясняется сокращением внутреннего производства сырого молока, ростом производственных издержек, высокой конкуренцией на ключевых рынках ЕАЭС и логистическими сложностями, которые в совокупности снижают конкурентоспособность местной продукции.

В 2022–2024 годах импорт молока и молочной продукции в Казахстан в стоимостном вы-

ражении сократился на 5%, а в натуральном — на 47,5%. Основной причиной стало замещение дешевой импортной продукции (сухого молока и сыворотки) собственным производством сырого молока, а также рост внутренних перерабатывающих мощностей. Определенную роль сыграл и демпинг цен со стороны иностранных поставщиков, однако в целом страна движется к снижению импортозависимости [14].

Экспорт молока и молочной продукции из Казахстана также показал отрицательную динамику: стоимостные объёмы уменьшились на 7%, натуральные — на 13,4%. Это объясняется высокой конкуренцией с более дешевым импортом, особенно из России и Беларуси, а также ростом внутреннего потребления, которое перенаправляет сырьё на местные перерабатывающие заводы, тем самым сокращая объёмы, доступные для внешних поставок.

В товарной структуре импорта Казахстана как в стоимостном, так и в натуральном выражении лидируют несколько групп: йогурты, пахта, кефир и сливки (код ТН ВЭД 0403); сгущённое молоко и сливки (0402); сыры и творог (0406); а также несгущённое молоко и сливки (0401). Такая структура обусловлена недостаточным внутренним производством сырья, высокой сезонностью (снижение надоев в зимний период), зависимостью от импорта перерабатывающего оборудования и острой конкуренцией со стороны России и Беларуси в рамках ЕАЭС.

Что касается товарной структуры экспорта Казахстана, то в стоимостном выражении наибольшие объёмы приходятся на сыры и творог, сгущённое молоко и сливки, а также сливочное масло и прочие молочные жиры. В натуральном выражении лидируют йогурты, сливки и кефир, несгущённое молоко и сливки, а также сыры и творог. Такая ситуация объясняется развитой сырьевой базой (животноводство) и высоким спросом на данные продукты в соседних странах-партнерах.

За 2022–2024 годы импорт молока и молочной продукции в Кыргызстан в стоимостном выражении вырос на 5,3%, тогда как в натуральном выражении, напротив, снизился на 7,1%. Такое расхождение объясняется высокой инфляцией, общим ростом цен на продукты питания, а также удорожанием логистических и сопутствующих услуг.

Экспортная же ситуация сложилась гораздо более драматично: стоимостные объёмы сократились на 48,4%, а натуральные — на 71,1%. Причинами стали проблемы с соблюдением санитарно-ветеринарных требований, введенные Россией (основным рынком сбыта) ограничения на ввоз продукции, рост логистических и производственных затрат, а также высокая конкуренция со стороны других поставщиков.

В товарной структуре импорта Кыргызстана как в стоимостном, так и в натуральном выражении преобладают йогурты, пахта, кефир и сливки (код ТН ВЭД 0403), сгущённое молоко и сливки (0402), а также несгущённое молоко и сливки (0401). Это обусловлено высокой потребностью внутреннего рынка при сезонном дефиците сырья и активной внутрисоюзной торговлей. Основными факторами выступают устойчивый спрос на готовую продукцию с длительным сроком хранения (йогурты, сгущённое молоко), необходимость переработки и высокая стоимость транспортировки, которая заметно увеличивает импортную цену.

Что касается товарной структуры экспорта Кыргызстана, то наибольшие объёмы как в стоимостном, так и в натуральном выражении приходятся на сыры и творог (код ТН ВЭД 0406), йогурты, пахту, кефир и сливки (0403), а также несгущённое молоко и сливки (0401). Такая структура объясняется ориентацией на рынок ЕАЭС (в первую очередь Казахстан и Россию),

наличием обширной сырьевой базы, отсутствием таможенных барьеров, а также ростом перерабатывающих мощностей внутри страны, что позволяет предлагать конкурентоспособные цены.

Результаты и обсуждение. Парадоксальная ситуация, при которой рост импорта молока и молочной продукции в ЕАЭС происходит на фоне крайне низкой доли в общем объеме потребления ЕАЭС (менее 4%), объясняется сезонным дефицитом сырого молока в России и Казахстане, а также экономической целесообразностью закупки готовых сыров и масла у Беларуси в рамках внутрисоюзного бесполоштинного импорта. Внешний импорт из Германии, Китая и Новой Зеландии при этом носит нишевый или комплементарный характер.

В свою очередь, снижение экспортных показателей в части молока и молочной продукции в Армении и Кыргызстане обусловлено не только качественными претензиями со стороны России, но и ростом внутренних издержек, сокращением сырьевой базы (в Армении производство молока упало на 3% в 2024 году), а также высокой конкуренцией со стороны РФ и Беларуси внутри ЕАЭС. Полученные данные согласуются с выводами Н. Ибраевой и М. Садирдиновой [7] о критически низком уровне сертификации и высоких логистических потерях в Кыргызстане.

Результаты анализа выявили рост средней стоимости по кодам ТН ВЭД 0405 (сливочное масло и молочные жиры) и 0401 (молоко и сливки несгущённые) как для импорта, так и для экспорта. Причинами выступают глобальный рост цен на молочные жиры, удорожание кормов и логистики, а также переориентация российского экспорта на рынки «дальней дуги» (Китай, Юго-Восточная Азия, Африка), где платежеспособный спрос выше, что подтверждается данными АНДВ [7].

Следует также отметить, что успех Беларуси, выразившийся в наращивании стоимостного экспорта (рост в 1,6 раза) при падении натурального объема (снижение в 1,2 раза), объясняется, по нашему мнению, структурным сдвигом в сторону продуктов с высокой добавленной стоимостью (сыры, масло) и ростом маржинальности поставок в Российскую Федерацию. Этот вывод соответствует результатам ранее проведенных исследований о необходимости расширения брендовой продукции [3].

Влияние торговых барьеров, подробно описанное А.К. Карамышевой [3], наглядно проявилось в случае с Арменией, где ветеринарные ограничения со стороны России привели к практически полной остановке экспорта молока и молочной продукции, что подтверждает необходимость унификации требований внутри ЕАЭС. Кроме того, конкурентное давление белорусских производителей на российский рынок, отмеченное в научных изысканиях других исследователей [5], не только сохраняется, но и усилилось в 2022–2024 годах, что выражается в росте доли Беларуси в натуральном импорте ЕАЭС.

Среди ключевых вызовов для ЕАЭС следует выделить зависимость России от белорусского импорта (особенно сыров и масла), которая создает риски при возможных двусторонних разногласиях. Снижение экспортных возможностей Армении и Кыргызстана приводит к тому, что эти страны теряют свои позиции и становятся менее значимыми участниками внутрисоюзной торговли. В свою очередь, высокая конкуренция внутри ЕАЭС (Россия, Беларусь, Казахстан) по сухому молоку и сыворотке сжимает маржу производителей. Следует также отметить, что инфраструктурные ограничения, включая нехватку рефрижераторов и длительные таможенные процедуры, снижают экспортный потенциал, что особенно критично для Кыргызстана,



где логистические потери молочной продукции достигают 40%.

В то же время, по нашему мнению, существуют и значимые перспективы развития взаимной и внешней торговли молочной продукцией государствами-членами Евразийского экономического союза. Так, рост экспорта молочной сыроворотки в Китай и страны Юго-Восточной Азии, сохранится благодаря развитию перерабатывающих мощностей. Казахстан и Беларусь могут занять ниши, освободившиеся после ухода европейских поставщиков из России по некоторым видам сыров. Перспективным представляется использование новых платежных решений для расчетов с покупателями из дальнего зарубежья.

Область применения результатов. Выводы. Результаты исследования могут быть использованы: ЕЭК для корректировки торговой и агропромышленной политики в рамках ЕАЭС; национальными министерствами сельского хозяйства и торговли стран ЕАЭС для разработки мер поддержки экспортеров и импортозамещения; отраслевыми союзами производителей молока для оценки конкурентной среды; в научных и образовательных целях при изучении региональной экономической интеграции.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы:

- рынок молочной продукции ЕАЭС характеризуется высокой степенью самообеспеченности (импорт <4%), но при этом нарастает внутренняя неравномерность: Россия и Беларусь усиливают позиции, тогда как Армения и Кыргызстан теряют экспортную долю;
- товарная структура эволюционирует в сторону продуктов с высокой добавленной стоимостью (сыры, масло) и промышленных ингредиентов (сыроворотка), что позитивно сказывается на экономике ЕАЭС;
- ключевой вызов для ЕАЭС — это разнонаправленность интересов государств-участников: Россия заинтересована в защите внутреннего рынка, Беларусь — в максимизации экспорта, Армения и Кыргызстан — в доступе без технических барьеров.

По результатам проведенного исследования авторами были разработаны следующие предложения:

1. Создать внутри ЕАЭС механизм оперативного перераспределения сырого молока в периоды сезонного дефицита (зима-весна) с компенсацией транспортных затрат из общего фонда — это позволит снизить внешний импорт (особенно в Казахстан и Кыргызстан).
2. Унифицировать и цифровизировать ветеринарный контроль с созданием общего реестра аккредитованных предприятий, исключив практику односторонних ограничений (как в случае с Арменией в 2023 г.). Внедрить взаимное признание электронных сертификатов по примеру предложений А.К. Карамышевой [6].
3. Развивать совместные логистические хабы на границе РФ и Казахстана для консолидации экспортных партий сыроворотки и сухого

молока в Китай и Узбекистан, что снизит издержки на единицу продукции.

4. Стимулировать производство молочной сыроворотки через субсидирование закупки оборудования для сушки, так как данный продукт показал двукратный рост экспорта и имеет нереализованный потенциал на рынках Юго-Восточной Азии.
5. Для Армении и Кыргызстана рекомендовать целевые программы повышения качества сырого молока (селекция, корма) с софинансированием из бюджета ЕАЭС, а также компенсацию до 70% затрат на международную сертификацию (по опыту Польши). Реализация данных предложений позволит снизить внутрисоюзные барьеры, повысить устойчивость молочного рынка и нарастить совокупный экспорт молока и молочной продукции ЕАЭС за пределы Союза как минимум на 15–20% к 2027 году.

Список источников

1. Раимбердиев Б.С., Нурбаев Б.Ш. Углубление переработки молочной продукции и организации выхода продуктов на внешние рынки // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 12-2 (106). С. 121-125.
2. Кодирзода Ш.А. Анализ развития мирового рынка молока и молочных продуктов // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2022. № 3 (50). С. 190-197.
3. Основин С.В., Основина Л.Г., Основин В.Н., Клавсуть П.В. Анализ динамики и перспектив развития рынка молока и молочных продуктов Республики Беларусь // Экономика и банки. 2022. № 2. С. 50-58.
4. Бостанджян К.Р. Инструменты укрепления продовольственной безопасности в странах ЕАЭС // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 4. № 9 (150). С. 43-53.
5. Сеитов С.К., Киселев С.В. Развитие экспорта продукции российского агропромышленного комплекса в условиях членства в Евразийском экономическом союзе // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2022. № 3. С. 84-106.
6. Карамышева А.К. Пути и последствия устранения торговых барьеров сельскохозяйственного рынка ЕАЭС // Экономика и предпринимательство. 2025. № 12-2 (185). С. 370-373.
7. Ибраева Н., Садирдинова М. Развитие устойчивых агропродовольственных цепочек в Кыргызстане: институциональные барьеры и перспективы интеграции в глобальные рынки // Известия аграрных исследований. 2026. № 1 (5). С. 129-141.
8. Daineko A., Meleshchenia A., Baihot L., Akhramovich V. Dairy and meat production in EAEU member states: state and perspectives for development // Agrarian Economics. 2018. No. 1. P. 2-10.
9. AHDB. 2025 dairy trade review: Dairy exports record remarkable growth. 2026. URL: <http://ahdb.org.uk>.
10. Судаков С.С., Зинченко А.А. Разработка методологии оценки экспортного потенциала и ее апробация на примере Республики Узбекистан // Финансовый журнал. 2024. Т. 16. № 1. С. 61-77.
11. Яковлев И.А., Тихонова А.А., Черкасов В.Ю. Международные расчеты: вызовы и возможные решения для БРИКС // Финансовый журнал. 2024. Т. 16. № 6. С. 8-23.
12. Тихонова А.В., Наумчик С.О. Налоговое поле АПК России и Республики Беларусь: сравнительная характеристика // Финансовый журнал. 2016. № 3 (31). С. 16-25.
13. Пенькова Н.В., Корольков А.Ф. Торговля молочной продукцией в Азиатско-Тихоокеанском регионе в рамках АТЭС/ЭСКАТО // International agricultural journal. 2021. Т. 64. № 6 (26).

14. Scientific Papers Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development», Volume 23, Issue 1/2023.

References

1. Raimbardiev B.S., Nurbaev B.Sh. (2023). *Uglublenie pererabotki molochnoy produktsii i organizatsii vy'xoda produktov na vneshnie ry'nki*. [Deepening the processing of dairy products and organizing the entry of products into foreign markets]. Economics and business: theory and practice, no. 12-2 (106), pp. 121-125.
2. Kodirzoda S.A. (2022). *Analiz razvitiya mirovogo ry'nka moloka i molochny'x produktov* [Analysis of the development of the world market for milk and dairy products]. Bulletin of the Technological University of Tajikistan, no. 3 (50), pp. 190-197.
3. Osnovin S.V., Osnovina L.G., Osnovin V.N., Klavsut P.V. (2022). *Analiz dinamiki i perspektiv razvitiya ry'nka moloka i molochny'x produktov Respubliki Belarus'* [Analysis of the dynamics and prospects for the development of the milk and dairy products market in the Republic of Belarus]. Economics and Banks, no. 2, pp. 50-58.
4. Bostanjyan K.R. (2024). *Instrumenty' ukrepleniya prodovol'stvennoy bezopasnosti v stranax EAE S*. [Tools for strengthening food security in the EAEU countries]. Economy and management: problems, solutions, vol. 4, no. 9 (150), pp. 43-53.
5. Seitov S.K., Kiselev S.V. (2022). *Razvitie e'ksporta produktsii rossiyskogo agropromyshlennogo kompleksa v usloviyax chlenstva v Evraziyskom ekonomicheskom soyuze* [Development of exports of products of the Russian agro-industrial complex under the conditions of membership in the Eurasian Economic Union]. Bulletin of Moscow University. Series 6: Economics, no. 3, pp. 84-106.
6. Karamyshva A.K. (2025). *Puti i posledstviya ustraneniya torgov'y'x bar'erov sel'skoxozyajstvennogo ry'nka EAE S* [Ways and consequences of removing trade barriers in the EAEU agricultural market]. Economy and entrepreneurship, no. 12-2 (185), pp. 370-373.
7. Ibraeva N., Sadirdinova M. (2026). *Razvitie ustojchiv'y'x agroprodovol'stvenny'x cepochek v Ky'rgy'zstane: institutsional'ny'e bar'ery i perspektivy integratsii v global'ny'e ry'nki* [Development of sustainable agri-food chains in Kyrgyzstan: institutional barriers and prospects for integration into global markets]. News of agricultural research, no. 1 (5), pp. 129-141.
8. Daineko A., Meleshchenia A., Baihot L., Akhramovich V. (2018). Dairy and meat production in EAEU member states: state and perspectives for development. Agrarian Economics. 2018, no. 1, pp. 2-10.
9. AHDB. 2025 dairy trade review: Dairy exports record remarkable growth. 2026. URL: <http://ahdb.org.uk>.
10. Sudakov S.S., Zinchenko A.A. (2024). *Razrabotka metodologii' ocenki e'ksportnogo potentsiala i ee aprobatsiya na primere Respubliki Uzbekistan* [Development of a methodology for assessing export potential and its testing on the example of the Republic of Uzbekistan]. Financial Journal, vol. 16, no. 1, pp. 61-77.
11. Yakovlev I.A., Tikhonova A.A., Cherkasov V.Yu. (2024). *Mezhdunarodny'e raschety: vy'zovy i vozmozhny'e resheniya dlya BRIKS* [International calculations: challenges and possible solutions for BRIKS]. Financial journal, vol. 16, no. 6. S. 8-23.
12. Tikhonova A.V., Naumchik S.O. (2016). *Nalogovoe pole APK Rossii i Respubliki Belarus': sravnitel'naya kharakteristika* [Tax field of the agro-industrial complex of Russia and the Republic of Belarus: comparative characteristics]. Financial journal, no. 3 (31), pp. 16-25.
13. Penkova N.V., Korolkov A.F. (2021). *Torgovlya molochnoy produktsiej v Aziatsko-Tixookeanskome regione v ramkax ATE S/E'SKATO* [Trade in Dairy Products in the Asia-Pacific Region within the Framework of APEC/ESCAP]. International agricultural journal, vol. 64, no. 6 (26).
14. Scientific Papers Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development», Volume 23, Issue 1/2023.

Информация об авторах:

Инна Николаевна Рыкова, доктор экономических наук, академик РАЕН, руководитель Центра отраслевой экономики НИФИ Минфина России,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9171-2278>, rykova@nifi.ru

Юрьева Анна Александровна, научный сотрудник Центра отраслевой экономики НИФИ Минфина России,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5579-8027>, yureva@nifi.ru

Information about the authors:

Inna N. Rykova, doctor of economic sciences, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, head of the Center for branch economics of the research financial institute of the ministry of finance of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9171-2278>, rykova@nifi.ru

Anna A. Yureva, researcher of the of the Center for branch economics of the research financial institute of the ministry of finance of the Russian Federation,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5579-8027>, yureva@nifi.ru





ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ЗЕРНОМ В XXI ВЕКЕ

С.В. Сенотрусова¹, В.Г. Свинухов²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Аннотация. В XXI веке географическая структура международной торговли зерном претерпевает фундаментальные сдвиги, обусловленные изменением климата, логистическими кризисами и геополитическими конфликтами. Если ранее доминирующими экспортерами выступали США и Канада, то в последние десятилетия наблюдается стремительный рост влияния стран Черноморского региона (Россия, Украина) и Южной Америки (Бразилия, Аргентина). Параллельно происходит диверсификация импортных потоков: традиционные рынки Европы и Японии дополняются быстрорастущими странами Азии (Китай, Индонезия, Филиппины) и Ближнего Востока (Египет, Турция). Эскалация торговых войн, введение продовольственных эмбарго и блокада черноморских портов в 2020-х годах стимулировали поиск альтернативных логистических маршрутов и ускорили переход к контрактам с использованием национальных валют. В результате формируется новая полицентричная модель рынка зерна, где снижается зависимость от одного полюса роста, а ключевым фактором становится способность стран адаптировать экспортно-импортные связи к условиям повышенной волатильности.

Ключевые слова: международная торговля, географическая структура, экспорт, импорт, зерновая продукция, эмбарго, санкции.

Original article

TRANSFORMATION OF THE GEOGRAPHICAL STRUCTURE OF INTERNATIONAL GRAIN TRADE IN THE 21ST CENTURY

S.V. Senotrusova¹, V.G. Svinukhov²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Abstract. In the 21st century, the geographical structure of international grain trade is undergoing fundamental shifts due to climate change, logistical crises, and geopolitical conflicts. Previously, the United States and Canada were the dominant exporters, but in recent decades there has been a rapid increase in the influence of the countries of the Black Sea region (Russia, Ukraine) and South America (Brazil, Argentina). At the same time, there is a diversification of import flows: the traditional markets of Europe and Japan are complemented by the fast-growing countries of Asia (China, Indonesia, the Philippines) and the Middle East (Egypt, Turkey). The escalation of trade wars, the imposition of food embargoes and the blockade of Black Sea ports in the 2020s stimulated the search for alternative logistics routes and accelerated the transition to contracts using national currencies. As a result, a new polycentric grain market model is being formed, where dependence on one pole of growth is decreasing, and the key factor is the ability of countries to adapt export-import relations to conditions of increased volatility.

Keywords: international trade, geographical structure, export, import, grain products, embargo, sanctions

Введение. Актуальность темы обусловлена тем, что зерно является критически важным товаром для обеспечения глобальной продовольственной безопасности, а его рынок сильно подвержен влиянию климатических, геополитических и экономических шоков. Глубокие изменения в географической структуре потоков, вызванные ростом спроса в Азии, политикой крупнейших экспортеров и климатическими аномалиями, требуют постоянного анализа. Изучение этой трансформации необходимо для прогнозирования ценовой конъюнктуры, выработки адаптивных стратегий государствами и формирования устойчивых логистических цепочек. Таким образом, исследование современных тенденций имеет высокую практическую значимость для обеспечения стабильности как национальных экономик, так и мирового аграрного рынка в условиях нарастающей нестабильности.

Торговые отношения на мировом зерновом рынке, представляют собой один из существенных факторов, определяющих состояние мировой экономики, на том основании, что регулирование импорта и экспорта зерновой продукции является основой продовольственной безопасности стран мира. Страны импортеры

в развитии экономической политики ориентируются на использование мер, позволяющих закупать зерновые ресурсы в достаточном объеме. В свою очередь, экспортеры выбирают наиболее оптимальные стратегии поставок в целях извлечения выгоды. Следовательно, фокус внимания международных торговых и сельскохозяйственных организаций неизменно будет направлен на мировой рынок зерна для получения информации об актуальных тенденциях и на долгосрочную перспективу.

Регулярные доклады о состоянии мирового рынка зерна, его географической структуре, основных поставщиках и потребителях, динамике цен, а также структуре спроса и предложения предоставляются Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (далее ПСО ООН), Министерством сельского хозяйства США и другими крупными аналитическими агентствами, анализирующими вторичные данные или информацию, собранную по итогам собственных исследований.

Результаты исследования. Обращение к актуальным аналитическим докладам, опубликованным данными организациями по итогам 2024 - 2025 годов, позволяет сделать вывод о том, что основной тенденцией на рынке зерна

является постепенный рост объема предложения. Так, согласно данным ПСО ООН и Минсельхоза США, в сезоне 2024/2025 гг., был зафиксирован рост на 1%, что составляет порядка 3,59 млрд тонн зерна [1].

Сезон 2025-2026 гг., не завершен, но прогнозы остаются положительными. Прогнозируется тенденция к росту рынка зерна до 1,43%. Однако фиксация тенденции к росту предложения на мировом рынке зерна, не указывает прямо на стабильное развитие данного сектора. Структура предложения зерна включает в себя два раздела: объем произведенного зерна на конец периода и запасы зерна. За период 2023-2024 гг., производство зерна составило 2,8 млрд т, а запасы 782 млн т, что составляет 21,8% от общего мирового предложения [1]. Положительная тенденция будет иметь место только тогда, когда объем запасов зерна будет постепенно повышаться относительно показателя мирового предложения. Вывод об этом можно сделать только рассмотрев динамику соотношения предложения и запасов зерна за предыдущие периоды (рис. 1).

Сопоставление запасов и предложения зерна в динамике показывает, что соотношение, полученное по итогам 2023-2024 гг., может



рассматриваться как самое низкое за последние 7 лет. Так, в 2022-2023 соотношение составило 28,9%, в 2021-2022 гг. 28,5%. Повышение соотношения было зафиксировано в 2020-2021 гг. (30,17%). Наибольшее значение по соотношению за период между 2015-2024 гг., было достигнуто в 2018-2019 гг. и составило 31,33%. Следовательно, в настоящее время факт повышения предложения на мировом рынке зерна не может однозначно рассматриваться как признак положительного развития.

Вероятные причины, способствующие сокращению процентного соотношения между предложением по зерну и конечными запасами, могут быть выявлены при оценке факторов, влияющих на спрос и потребление зерна, в том числе: производство, использование, торговля, исчезновение запасов. В таблице 1 отражена совокупность перечисленных факторов, относительно запасов зерна.

Анализ представленных данных показывает, что с 2015 года происходит рост объемов производства зерна. Однако рост фиксируется наряду с ростом предложения. При этом

положительную тенденцию имеет рост объемов использования зерна, наряду с высокими объемами торгового оборота на рынке. Текущая ситуация приводит к сокращению запасов зерна и исчезновению их, что наглядно прослеживается при соотношении параметров «использование» и «исчезновение» с объемами конечных запасов.

Приоритетное значение в структуре современного рынка зерна, среди прочих культур занимает кукуруза. По итогам 2023-2024 гг., объем кукурузного зерна составил 43% от общего объема произведенного зерна. На втором месте по производству находится пшеница, составляя 29% от общего объема и на третьем месте рис в 19% от общего объема зерна [1]. Ввиду того, что общие запасы зерна сокращаются, и кукуруза преобладает на рынке, предположительно отрицательные тенденции будут касаться стран, специализирующихся на производстве данных с/х культур. Сделанное предположение подтверждается публикуемыми ПСО ООН прогнозными данными. Так, во второй половине 2024 года, намечилось снижение общего объема

производства зерновых в мире, что неизменно отразилось на прогнозах. По сообщению ПСО ООН: «ожидается, что мировой объем производства зерновых сократится на 0,6 процента по сравнению с уровнем прошлого года, что тем не менее станет вторым по величине объемом производства за всю историю наблюдений» [3].

Сделанные выводы напрямую касаются мирового валового производства кукурузы, составляющего 80% от общего объема фуражных зерновых культур. В первые месяцы 2025 года ожидается производство 1217 млн т кукурузы, что несколько ниже данных прошлого месяца и на 1,9 процента ниже уровня 2023 года. Снижение урожайности связано с неблагоприятными погодными условиями в странах Европейского союза и Америки. Вместе с тем, урожаи пшеницы, к концу 2024 года, также были несколько снижены. По данным ПСО ООН: «производства пшеницы в мире в 2024 году несколько снижено и составит 789 млн тонн, что соответствует объемам производства в 2023 году» [2].

В свою очередь, географическое распределение объемов произведенного зерна, в соотношении с предыдущим периодом, демонстрирует следующую картину (табл. 2).

Согласно данным таблицы 2, прослеживается общая тенденция к снижению производства зерновых культур в мире. Индекс производства впервые стал отрицательным к 2021 году и в 2023 году вновь достиг отрицательной отметки. Вместе с тем, нельзя не отметить, что по ряду регионов в динамике за период фиксируется положительная тенденция по производству зерна, такими регионами являются: Азия, Южная Америка, Северная Америка и Океания. При этом Океания, согласно темпам прироста, за 2022 и 2023 гг., может рассматриваться как признанный лидер, тогда как в регионах, традиционно рассматриваемых как лидеры, напротив, наблюдается тенденция к понижению темпов производства зерна.



Рисунок 1. Динамика объемов предложения зерна на мировом рынке, (млн тонн) [1]

Figure 1. Dynamics of grain supply volumes on the world market (million tons)

Таблица 1. Факторы воздействующие на запасы зерна в динамике [2]

Table 1. Factors affecting grain stocks in dynamics

Год	Производство	Предложение	Использование	Торговля	Конечные запасы	Отношение мировых запасов к использованию	Отношение запасов основных экспортеров к исчезновению
Млн. тонн						%	
2015/16	2 583,5	3 350,7	2 550,9	393,1	790,4	30,1	17,0
2016/17	2 663,5	3 453,8	2 626,6	406,7	825,9	31,1	17,7
2017/18	2 691,3	3 517,2	2 655,2	423,3	855,7	32,0	18,0
2018/19	2 639,0	3 494,7	2 677,8	411,8	834,5	30,8	18,6
2019/20	2 712,0	3 546,5	2 707,3	440,2	831,2	30,1	18,2
2020/21	2 773,3	3 604,5	2 761,6	483,3	833,4	29,9	18,2
2021/22	2 810,2	3 643,6	2 789,6	484,6	854,7	30,7	19,0
2022/23	2 813,5	3 668,1	2 786,2	479,4	873,1	30,7	21,2

Таблица 2. Производство зерновых культур в мире (2017-2024) [3]

Table 2. Global grain production (2017-2024)

Регион	17/16	18/17	19/18	20/19	21/20	22/21	23/22	24/23
Азия	+3,4	-0,1	1,0	1,6	-0,1	-0,3	+1,0	1,5
Африка	+12,5	-2,5	-3,6	1,1	+3,4	-4,1	+0,2	-3,4
Центральная Америка и Карибский бассейн	-3,5	-1,9	-2,8	2,0	+0,2	+3,9	-1,4	-8,8
Южная Америка	+25,3	-9,9	15,5	0,9	-3,5	+7,5	+1,3	1,8
Северная Америка	-7,7	+1,5	-3,3	5,1	+0,1	-3,3	+7,6	0,1
Европа	+2,0	-7,1	8,1	-5,1	+4,0	-7,3	-1,3	-6,1
Океания	-37,3	-14,5	-0,8	56,3	+0,1	-8,6	+31,1	16,8
Мир	+0,6	-2,4	2,1	1,3	+0,7	-2,0	+0,9	-0,4





Наметившаяся тенденция к сокращению производства зерна в мире может негативно сказаться на глобальной торговле зерном, так как количество стран, нуждающихся в импорте зерна, растет. Так, в 2017 году, количество стран, нуждающихся в поставках зерна, составляло 37. К 2024 году, количество таких стран увеличилось до 45 [2]. Данные о росте количества стран, нуждающихся в поставках зерна, указывают на то, что несмотря на достаточно высокие объемы производимой продукции, мировой рынок зерна не сбалансирован. В том числе, на том основании, что многие страны мира по-прежнему испытывают дефицит в поставках зерна, есть основание полагать, что для стран лидеров

в производстве могут быть открыты новые рынки. Согласно данным, отраженным в таблице 3, мировая торговля зерном имеет тенденцию к снижению, в том числе снижается соотношение мировых запасов зерна к потреблению.

Представленные данные показывают на то, что перед мировым рынком зерна в настоящее время стоит задача, направленная на поиск новых способов хранения запасов зерна, а также задача по стимулированию торгового оборота ввиду того, что в мире увеличивается количество стран, нуждающихся в поставках зерна.

Статистические данные показывают, что следует выделить те регионы и страны, которые в настоящее время, выступают в качестве

лидеров по производству и экспорту зерна. В таблице 4 представлены количественные показатели по производству зерна в регионах мира.

Анализ данных таблицы показывает, что среди всех регионов мира лидирующие позиции занимают: Азия, Дальний Восток, Северная Америка, Европа и Европейский Союз, в частности, и Южная Америка. При этом положительный темпы прироста зерна по структуре регионов, отмечены в каждом из названных регионов, кроме Европы и Европейского союза. В Северной Америке, темпы прироста в 2024 году, относительно 2023 года, составили 0,1%, что может свидетельствовать о тенденции к снижению в следующем периоде.

Однако, в сезоне 2023-2024 гг., США, как крупнейший производитель зерна в Северной Америке, сохранили свое лидерство. На рисунке 2, представлены страны-лидеры по производству зерна [1].

Согласно данным рисунка 2 можно отнести к странам-лидерам по производству зерна: КНР, США, Индию, ЕС и Бразилию. При этом, не все страны-лидеры по производству могут рассматриваться в качестве основных экспортеров. На объемы экспорта влияют объемы запасов зерна. Анализ показывает, что основными экспортерами зерна в мире, согласно распределению запасов являются: Австралия, Аргентина, Европейский союз, Казахстан, Канада, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки и Украина. В том числе основными экспортерами фуражного зерна являются: Австралия, Аргентина, Бразилия, Европейский союз, Канада, Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки и Украина. Основными экспортерами риса являются: Вьетнам, Индия, Пакистан, Соединенные Штаты Америки и Таиланд.

Перечень стран-экспортеров зерна, представленный на рисунке 3, подтверждает, что те страны, которые в настоящее время сосредотачивают существенные объемы запасов зерна на выполняют роль основных поставщиков зерна.

Однако, следует отметить, что на экспорт зерна влияет не только объем сосредоточенных запасов. Например, согласно данным статистики Российской Федерация является одним из ключевых экспортеров зерна. Тем не менее, после 2023 года, в РФ запасы зерна сократились на 27%. Запасы зерна сократились также в США, где в 2020 года относительно 2024 года, снижение составило 8%.

Помимо соотношения таких показателей, как аккумуляция запасов зерна, производство зерна и экспорт зерна, на мировую торговлю оказывают влияние также объемы потребления. Так, по данным ПСО ООН: «Мировое потребление зерновых в сезоне 2024–2025 годов предполагается на уровне 2859 млн тонн, что на 1,8 млн тонн выше прогноза и на 0,6 процента выше показателя сезона 2023–2024 годов» [2]. Аналитики ООН, предполагали, что в 2025 году ожидается заметное увеличение потребления в странах азиатского региона. Данные о потреблении подтверждаются аналитиками цифровой платформы «Forkagro», которые отметили, что в 2024 году, был отмечен рост уровня потребления пшеницы на 4 млн тонн. Также в 2025 году прогнозировалось повышение спроса на соя-бобы, а также рис [5].

Отмеченные тенденции, связанные с ростом спроса на зерно в мире в период 2024/2025,

Таблица 3. Показатели мирового рынка зерна. Запасы к потреблению (2022-2025 гг.) [4]
Table 3. Indicators of the global grain market. Reserves for consumption (2022-2025)

Показатель	2022/23	2023/24	2024/25	2024/25 к 2023/24 (%)
Производство	2 813,50	2 859,20	2 848,10	-0,4
Торговля	479,4	504,6	485	-3,9
Использование	2 786,30	2 843,20	2 857,40	0,5
Потребление зерновых продуктов на душу населения (кг/год)	147,3	148,1	148,5	0,3
Запасы	872,7	883,8	888,6	0,6
Отношение мировых запасов к потреблению (%)	30.07.2025	30.09.2025	30.06.2025	-1.0

Таблица 4. Производство зерна по регионам (млн тонн) [4]
Table 4. Grain production by region (million tons)

Регион	2022	2023	2024	Темп п. к 2023 (%)
Азия	1 264,40	1 290,30	1 309,20	1,5
Дальний Восток	1 162,70	1 184,10	1 199,20	1,3
Ближний Восток	64,7	73,5	73,1	-0,5
Южный Кавказ и Центральная Азия	37	32,7	36,8	12,6
Африка	200,8	198,9	192,2	-3,4
Северная Африка	31	30,9	30,8	-0,4
Западная Африка	69,3	68	67,4	-0,8
Центральная Африка	7,3	7,2	7,3	2,1
Восточная Африка	56,1	54,1	56,2	3,8
Южная Африка	37,2	38,7	30,5	-21,3
Центральная Америка и Карибский бассейн	42,5	41,2	37,6	-8,8
Южная Америка	246,6	247	251,5	1,8
Северная Америка	472,1	519,8	520,1	0,1
Европа	526	519,4	487,7	-6,1
Европейский союз	270,5	273,7	264,5	-3,4
СНГ в Европе	162,5	147,2	134,4	-8,7

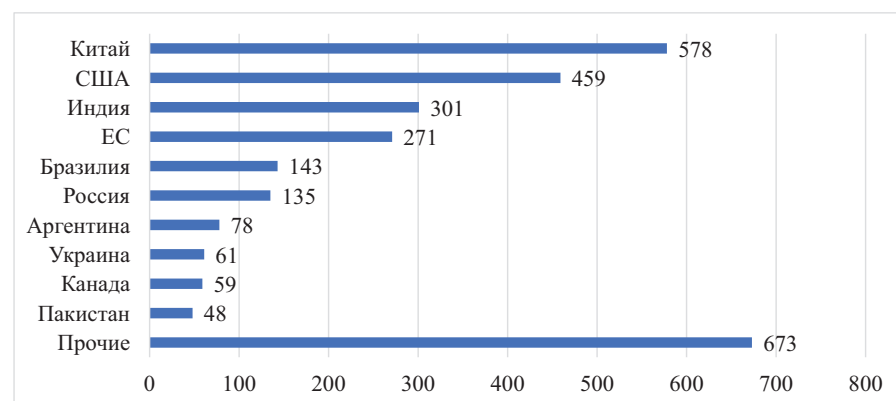


Рисунок 2. Страны-лидеры в производстве зерна (2023/2024 гг. млн тонн)
Figure 2. Leading countries in grain production (2023/2024 million tons)

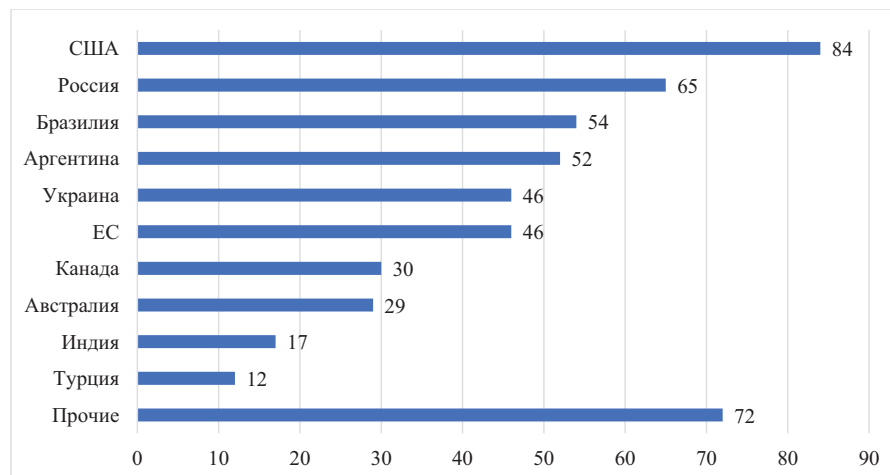


Рисунок 3. Страны-лидеры по экспорту зерна [1]

Figure 3. Leading countries in grain exports

будут стимулировать рост цен, а также влиять на торговую активность. На торговую активность стран-экспортеров зерна будут влиять такие факторы как: повышение цен на продукцию, снижение темпов производства, повышение спроса на зерно и в том числе в тех странах, которые нуждаются в зерновых поставках или имеют скудные запасы зерна [7, 8, 9]. Немаловажное значение на развитие торговых отношений будут оказывать также установленные в странах режимы экспортных и импортных ограничений на поставки зерна. В этом отношении торговля в рамках международных торгово-экономических союзов будет стимулировать объемы экспортных поставок зерна, ввиду создания комфортного режима для заключения сделок [10, 11].

Закключение. Анализ современного состояния мирового рынка зерна позволил сделать следующие выводы:

1. Наблюдается устойчивый сдвиг центров спроса в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, прежде всего в Китай и страны АСЕАН, что переориентирует глобальные товарные потоки с традиционных рынков сбыта на Восток.
2. География предложения стала более концентрированной и уязвимой, где доминирование ограниченного круга крупных экспортеров (Россия, США, ЕС, Украина) создает риски для глобальной продовольственной безопасности в условиях климатических аномалий и геополитической напряженности.
3. Ключевым следствием данной трансформации является растущая фрагментация и регионализация рынка, проявляющаяся в формировании новых логистических коридоров и усилении протекционистских мер.

Список источников

1. Рынок зерна в РФ: место России в мире, перспективы экспорта, крупнейшие игроки. Официальный сайт консалтинговой группы «Деловой профиль». <http://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-zerna-v-rf-mesto-rossii-v-mire-perspektivy-eksporta-krupneyshie-igroki>.
2. Положение с продовольствием в мире. Официальный сайт Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb.ru>.
3. Прогнозы урожая и продовольственная ситуация. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. <http://www.fao.org/giews/reports/crop-prospects.ru>.
4. Crop Prospects and Food Situation — Triannual Global Report. No. 3, November 2024. Rome. <http://doi.org/10.4060/cd3168en>.
5. Прогноз: ухудшение перспектив мирового рынка зерна из-за сокращения производства и роста потребления. Цифровая платформа для развития бизнеса на национальном и международном рынке «Forkagro». <http://forkagro.com/incubator/v/prognos-uhudshenie-perspektiv-mirovogo-rynka-zerna-iz-za-sokrashcheniya-proizvodstva-i-rosta-potrebleniya>.
6. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) — Ежегодник зернового рынка. <http://www.fao.org/markets-and-trade/publications.ru>.
7. Searchinger, T., et al. (2023). The global geopolitics of grain: New challenges for food security // Nature Food, 4(2), 122-129.
8. Worku, M. A. (2021). The global wheat trade network and structural balance analysis. Scientific Reports, 11(1), 23902. <http://www.nature.com/articles/s41598-021-03405-6>.
9. Bailey, R., & Wellesley, L. (2021). Chopsticks, barley and Russia: how climate change is transforming global trade // Nature, 595(7867), 332-334. <http://www.nature.com/articles/d41586-021-01842-x>.

10. Патрушев Г.А., Сенотрусова С.В. Трансформация мер государственного регулирования международной торговли сельскохозяйственной продукцией стран ЕАЭС // Страховое дело. 2025. № 6, с. 13-21.

11. Никитин К.С., Сенотрусова С.В. Анализ рыночных инструментов международной торговли зерном // Проблемы теории и практики управления. 2025. № 9. с. 6-18

References

1. Consulting group «Business Profile». *Rynok zerna v RF: mesto Rossii v mire, perspektivy ehksporta, krupneishie igroki* [Grain market in Russia: Russia's place in the world, export prospects, major players], <http://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-zerna-v-rf-mesto-rossii-v-mire-perspektivy-eksporta-krupneyshie-igroki>.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Polozhenie s prodovol'stviem v mire* [The global food situation], <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb.ru>.
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Prognozy urozhaya i prodovol'stvennaya situatsiya* [Crop forecasts and food situation], <http://www.fao.org/giews/reports/crop-prospects.ru>.
4. Crop Prospects and Food Situation. Triannual Global Report. No. 3, November 2024. Rome. <http://doi.org/10.4060/cd3168en>.
5. Forkagro is a digital platform for business development in the national and international market. *Prognos: uhdshenie perspektiv mirovogo rynka zerna iz-za sokrashcheniya proizvodstva i rosta potrebleniya* [Forecast: deterioration of the prospects for the global grain market due to a reduction in production and an increase in sweat], <http://forkagro.com/incubator/v/prognos-uhudshenie-perspektiv-mirovogo-rynka-zerna-iz-za-sokrashcheniya-proizvodstva-i-rosta-potrebleniya>.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Ezhegodnik zemovogo rynka* [The yearbook of the grain market]. <http://www.fao.org/markets-and-trade/publications.ru>.
7. Searchinger, T., et al. (2023). The global geopolitics of grain: New challenges for food security. *Nature Food*, 4(2), 122-129.
8. Worku, M. A. (2021). The global wheat trade network and structural balance analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 23902. <http://www.nature.com/articles/s41598-021-03405-6>.
9. Bailey, R., & Wellesley, L. (2021). Chopsticks, barley and Russia: how climate change is transforming global trade. *Nature*, 595(7867), 332-334. <http://www.nature.com/articles/d41586-021-01842-x>.
10. Patrushev G.A., Senotrusova S.V. (2025). Transformation of measures of state regulation of international trade in agricultural products of the EAEU countries]. *Insurance business*, no. 6, pp. 13-21.
11. Nikitin K.S., Senotrusova S.V. (2025). *Analiz rynochnykh instrumentov mezhdunarodnoi trgovli zernom* [Analysis of market instruments of international grain trade]. *Problems of management theory and practice*, no. 9, pp. 6-18.

Информация об авторах:

Сенотрусова Светлана Валентиновна, доктор биологических наук, профессор, МГУ имени М.В. Ломоносова.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8030-8803>, senotrusovasv@gmail.ru

Свинухов Владимир Геннадьевич, доктор географических наук, профессор, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3180-9876>, customs202@gmail.ru

Information about the authors:

Svetlana V. Senotrusova, doctor of biological sciences, professor, Lomonosov Moscow State University.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8030-8803>, senotrusovasv@gmail.ru

Vladimir G. Svinukhov, doctor of geographical sciences, professor, Plekhanov Russian University of Economics,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3180-9876>, customs202@gmail.ru





Научная статья

УДК 339.54.012

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_484

СВИНОВОДСТВО В СИСТЕМЕ МИРОВОЙ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ТОРГОВЛИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.А. Аксенов, Г.А. Трунин, М.С. Фабриков,
Н.В. Хрусталева, К.В. Названова, И.Н. Рошин

Владимирский государственный университет, Владимир, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются долгосрочные тенденции развития мирового рынка свинины в контексте трансформации агропромышленного комплекса и международной торговли продовольствием. Анализ охватывает период с 1960 по 2023 годы и включает оценку динамики производства, экспорта и импорта мяса свинины, а также изменение роли отдельных стран и регионов в глобальной системе поставок. Особое внимание уделяется странам — ключевым производителям и экспортёрам, таким как Китай, страны Европейского союза, США и Бразилия, а также анализируется эволюция позиций Российской Федерации на мировом рынке. В работе показано, что мировой рынок свинины характеризуется устойчивым ростом производства при высокой чувствительности к эпизоотическим рискам, изменениям торговой политики и колебаниям потребительского спроса. Раскрыты причины перераспределения экспортных и импортных потоков, связанные с технологической модернизацией, регионализацией производства, ростом населения и изменением структуры питания. Отдельный блок исследования посвящён анализу потребительского поведения и динамике импорта в ведущих странах-импортёрах. Полученные результаты позволяют выявить ключевые факторы конкурентоспособности национальных отраслей свиноводства и определить перспективы дальнейшего развития мирового рынка мяса свинины в условиях глобальной экономической нестабильности.

Ключевые слова: мировой рынок свинины, агропромышленный комплекс, международная торговля, экспорт свинины, импорт свинины, продовольственная безопасность

Благодарности: работа подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию (наименование темы научного исследования «Разработка и реализация стратегии развития внешнеэкономических связей сельского хозяйства и агропромышленного комплекса Российской Федерации с учетом санкционных ограничений и новых приоритетов экономического сотрудничества с зарубежными странами»; код научной темы, присвоенной учредителем — FZUN-2024-0007).

Original article

PIG FARMING IN THE WORLD AGRICULTURAL AND FOOD TRADE SYSTEM: CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE RUSSIAN FEDERATION

I.A. Aksyonov, G.A. Trunin, M.S. Fabrikov,
N.V. Khrustaleva, E.S. K.V. Nazvanova, I.N. Roshchin

Vladimir State University, Vladimir, Russia

Abstract. This article examines long-term trends in the global pork market in the context of the transformation of the agro-industrial complex and international food trade. The analysis covers the period from 1960 to 2023 and includes an assessment of the dynamics of pork production, export, and import, as well as the changing roles of individual countries and regions in the global supply chain. Particular attention is paid to key producing and exporting countries, such as China, the European Union, the United States, and Brazil, and the evolution of the Russian Federation's position in the global market is also analyzed. The paper demonstrates that the global pork market is characterized by steady production growth and high sensitivity to epizootic risks, changes in trade policy, and fluctuations in consumer demand. The reasons for the redistribution of export and import flows are revealed, related to technological modernization, regionalization of production, population growth, and changing dietary patterns. A separate section of the study is devoted to an analysis of consumer behavior and import dynamics in leading importing countries. The obtained results allow us to identify key factors in the competitiveness of national pig farming industries and determine the prospects for further development of the global pork market in the context of global economic instability.

Keywords: global pork market, agro-industrial complex, international trade, pork export, pork import, food security

Acknowledgments: This work was prepared based on the results of research carried out at the expense of the federal budget under a state assignment (the title of the research topic is "Development and implementation of a strategy for the development of foreign economic relations of agriculture and the agro-industrial complex of the Russian Federation taking into account sanctions restrictions and new priorities for economic cooperation with foreign countries"; the code of the research topic assigned by the founder is FZUN-2024-0007).

Введение. Целью данного исследования является комплексный анализ развития мирового рынка мяса свинины, включая динамику производства, экспорта и импорта, а также оценка изменения позиций Российской Федерации в глобальной системе агропродовольственной торговли.

Объектом исследования выступает мировой рынок мяса свинины как элемент глобального агропромышленного комплекса и международной торговли продовольственными товарами.

Годы исследования. Исследование охватывает временной интервал с 1960 по 2023 годы, что позволяет проследить долгосрочные структурные изменения и выявить ключевые этапы трансформации отрасли.

Информационную основу исследования составляют статистические данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО), международные базы данных, официальные отчёты профильных ведомств и аналитические обзоры. В работе

применялись методы статистического и сравнительного анализа, структурного и динамического анализа, системного подхода, а также методы графической и табличной визуализации данных.

Теоретической базой исследования послужили положения экономической теории международной торговли, теории сравнительных преимуществ, концепции продовольственной безопасности, а также теории устойчивого развития аграрных рынков. В рамках данных



подходов мировой рынок мяса свинины рассматривается как система взаимосвязанных национальных рынков, в которой объемы производства, экспорта и импорта формируются под влиянием специализации стран, уровня технологического развития, ресурсного потенциала и государственной аграрной политики.

Согласно теории сравнительных преимуществ, страны ориентируются на производство и экспорт продукции, в которой они обладают относительными преимуществами, что в полной мере проявляется на рынке свинины. Государства с развитой кормовой базой, высокой концентрацией производства и современными технологиями переработки занимают лидирующие позиции в мировых поставках, тогда как страны с дефицитом ресурсов или высокими издержками производства становятся чистыми импортерами.

Важное место в теоретическом осмыслении рынка свинины занимает концепция продовольственной безопасности, согласно которой устойчивое производство и доступность животного белка являются ключевыми условиями социально-экономической стабильности. В условиях роста численности населения, урбанизации и изменения структуры питания мясо свинины выступает одним из базовых продуктов, формирующих продовольственный баланс многих стран.

Также в исследовании учитываются положения теории глобальных цепочек добавленной стоимости, позволяющие рассматривать рынок свинины не только как торговлю сырьём, но и как систему глубокой переработки, логистики, сертификации и маркетинга, где конкурентоспособность определяется уровнем интеграции в международные цепочки поставок.

Результаты исследования. Анализ долгосрочной динамики мирового производства мяса свинины свидетельствует об его устойчивом росте на протяжении последних шести десятилетий. В период с начала 1960-х годов по 2023 год объёмы производства увеличились более чем в четыре раза, что отражает возрастающую роль свиноводства в структуре мирового агропромышленного комплекса (рис.1). Данный рост был обусловлен совокупным воздействием технологического прогресса, интенсификации животноводства, изменения структуры питания населения и расширения международной торговли продовольствием.

На начальном этапе рассматриваемого периода, в 1960–1980-х годах, производство свинины росло относительно равномерно. Увеличение объемов было связано с послевоенным восстановлением экономики, развитием интенсивных методов животноводства и расширением потребительского спроса в промышленно развитых странах Европы и Северной Америки. В указанный период производство свинины в мире увеличилось более чем в два раза, что свидетельствует о формировании устойчивого спроса на данный вид мясной продукции [2].

С 1980-х по середину 1990-х годов темпы роста производства ускорились. Это было связано с внедрением новых генетических линий, совершенствованием кормовой базы, а также расширением масштабов промышленного свиноводства. В данный период мировое производство мяса свинины достигло новых пиковых значений, что сопровождалось усилением международной конкуренции и ростом экспортных поставок.

Конец 1990-х и начало 2000-х годов характеризовались краткосрочными колебаниями объемов производства, связанными с эпизоотическими рисками, изменением рыночной конъюнктуры и структурной перестройкой аграрного сектора в ряде стран. Несмотря на это, общий тренд оставался восходящим. С 2010 года мировой рынок вновь демонстрирует устойчивый рост, который лишь временно нарушался в отдельные годы под воздействием эпидемий африканской чумы свиней и логистических ограничений.

Таким образом, динамика мирового производства свинины носит долгосрочный устойчивый характер, при этом чувствительность отрасли к внешним шокам подчёркивает её зависимость от биологических, экономических и институциональных факторов [1].

Страновой анализ мирового производства мяса свинины показывает существенные изменения в географии отрасли за исследуемый период. Если в середине XX века ведущие позиции занимали страны Европы и Северной Америки, то к началу XXI века центр мирового производства сместился в сторону Азии, прежде всего Китая (рис. 2).

К началу 1990-х годов Китай уже сформировал доминирующее положение на мировом рынке, обеспечивая более двух пятых общего объёма производства. Это стало результатом высокой численности населения, традиционно высокого потребления свинины и ориентации аграрной политики на развитие внутреннего производства. В то же время США и ведущие страны Европейского союза сохраняли значительные доли производства, опираясь на индустриальные технологии и развитую перерабатывающую инфраструктуру [10].

В 2000-х годах наблюдается дальнейшее укрепление позиций Китая, доля которого в мировом производстве приблизилась к половине. Одновременно усиливается роль отдельных европейских стран, в частности Испании и Германии, которые активно наращивали объёмы производства за счёт экспортной ориентации и модернизации аграрного сектора. В этот же период ряд стран, ранее занимавших значительные позиции, продемонстрировали снижение доли в мировом производстве, что было связано с институциональными преобразованиями и сокращением государственной поддержки [5].

Производство Мяса свинины с костью, свежее или охлажденное по годам (Все страны)

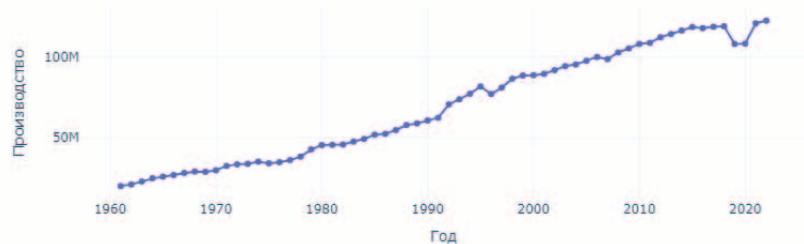


Рисунок 1. Данные по мировому объёму производства свинины

Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [13]

Figure 1. Data on global pork production volume

Compiled by the authors based on FAO statistics [13]

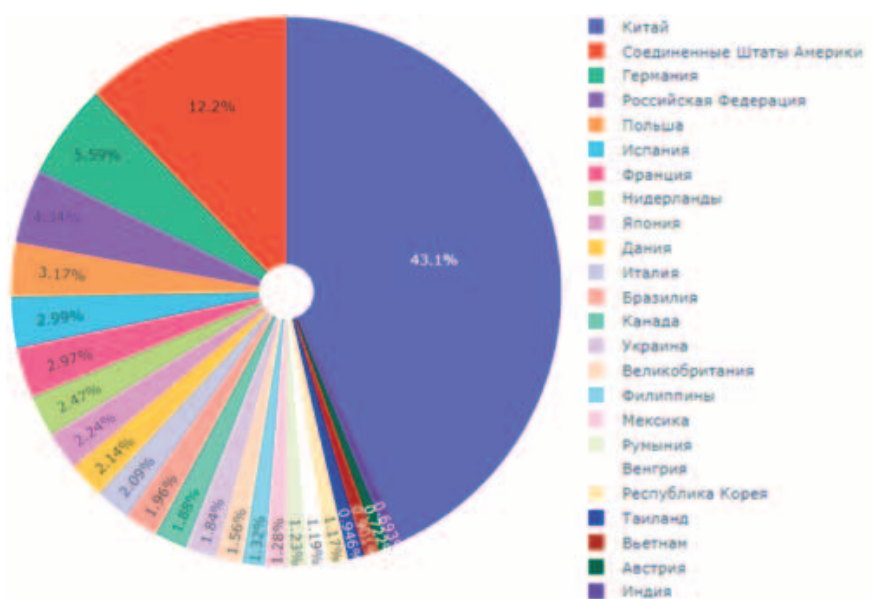


Рисунок 2. Страны-лидеры в мировом производстве мяса свинины за 2020 г.

Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [13]

Figure 2. Leading countries in global pork production in 2020

Compiled by the authors based on FAO statistics [13]



К 2010–2022 годам структура мирового производства свинины окончательно приобрела выраженный многополярный характер. Китай сохраняет статус крупнейшего производителя, обеспечивая около половины мирового выпуска. США остаются одним из ключевых игроков, совмещающая значительные объемы производства с активной экспортной деятельностью. Существенно усилили свои позиции Бразилия и Испания, которые за счёт конкурентоспособной себестоимости и ориентации на внешние рынки вошли в число мировых лидеров.

Особое влияние на динамику мирового производства мяса свинины оказали эпизоотические факторы, прежде всего вспышки африканской чумы свиней. В отдельные годы они приводили к резкому сокращению поголовья и снижению объемов производства в крупнейших странах-производителях, что отражалось на глобальном уровне. Наиболее заметное сокращение было зафиксировано в период 2018–2021 годов, когда эпидемия в странах Азии вызвала снижение мирового производства и перераспределение торговых потоков.

В то же время данные кризисы способствовали ускоренной модернизации отрасли, усилению мер биобезопасности и диверсификации производства, что в долгосрочной перспективе повысило устойчивость мирового рынка свинины.

Развитие свиноводства в Российской Федерации в постсоветский период характеризуется глубокой структурной трансформацией, отражающей переход от централизованной плановой системы к рыночной модели агропромышленного комплекса. В начале 1990-х годов отрасль столкнулась с системным кризисом, вызванным распадом хозяйственных связей, сокращением государственной поддержки, резким ростом издержек и падением инвестиционной активности. В результате объемы производства мяса свинины сократились почти в три раза, что привело к росту импортной зависимости и снижению уровня продовольственной безопасности.

С начала 2000-х годов ситуация в отрасли начала постепенно стабилизироваться (рис.3). Ключевую роль в этом процессе сыграли институциональные реформы, направленные на

формирование рыночных механизмов, а также активизация частных инвестиций. Государственная аграрная политика стала ориентироваться на поддержку животноводства, развитие племенной базы, субсидирование процентных ставок и создание благоприятных условий для крупных агрохолдингов [3]. Это позволило заложить основу для последующего устойчивого роста производства.

Анализ динамики производства мяса свинины в Российской Федерации в период с 1991 по 2023 годы выявляет несколько отчетливо выраженных этапов развития. Первый этап, охватывающий 1991–2000 годы, характеризуется резким спадом производства. В указанный период объем выпуска сократился почти на половину, что было обусловлено разрушением колхозно-совхозной системы, гиперинфляцией, дефицитом оборотных средств и отсутствием эффективных механизмов государственной поддержки.

Второй этап, начиная с начала 2000-х годов и до середины 2010-х годов, характеризуется интенсивным восстановительным ростом. В этот период объемы производства увеличивались ускоренными темпами, что стало результатом масштабных инвестиций в строительство современных свинокомплексов, внедрения промышленных технологий содержания и кормления животных, а также развития вертикально интегрированных структур. Производство мяса свинины за данный период увеличилось более чем в два раза [9].

Третий этап, охватывающий период с 2015 по 2023 годы, характеризуется переходом отрасли в фазу зрелости. В указанный период производство продолжило расти, однако темпы роста стали более умеренными. К 2023 году объем производства мяса свинины в России достиг уровня, обеспечивающего полное самообеспечение внутреннего рынка, что позволило стране перейти от импортозависимой модели к экспортно ориентированной стратегии развития отрасли.

Региональный анализ производства мяса свинины в Российской Федерации показывает высокую степень территориальной концентрации отрасли. Основные объемы производства сосредоточены в Центральном, Приволжском

и Южном федеральных округах, где сложились наиболее благоприятные условия для развития интенсивного свиноводства. Данные регионы характеризуются развитой кормовой базой, близостью к основным рынкам сбыта, наличием современной производственной инфраструктуры и высокой инвестиционной привлекательностью [4].

Формирование крупных свиноводческих кластеров в указанных регионах позволило обеспечить эффект масштаба, снизить себестоимость продукции и повысить конкурентоспособность российских производителей как на внутреннем, так и на внешнем рынках. В то же время региональная концентрация производства усиливает зависимость отрасли от эпизоотических рисков и требует развития системы биобезопасности и диверсификации размещения производственных мощностей.

Результаты исследования показывают, что за последние три десятилетия Российская Федерация совершила один из наиболее значительных рывков в мировом свиноводстве. Если в 1990-е годы страна занимала второстепенные позиции и была ориентирована преимущественно на импорт, то к началу 2020-х годов Россия вошла в число крупнейших мировых производителей мяса свинины [7].

Рост производства был обеспечен за счёт вертикальной интеграции агропромышленных холдингов, внедрения современных генетических технологий, автоматизации производственных процессов и активной государственной поддержки. В результате Россия не только достигла продовольственной независимости по мясу свинины, но и сформировала экспортный потенциал, ориентированный на рынки стран Азии, СНГ и Ближнего Востока.

Мировой экспорт мяса свинины за исследуемый период претерпел существенные количественные и качественные изменения, трансформировавшись из ограниченного регионального обмена в один из ключевых сегментов международной торговли продовольствием. В 1960–1970-х годах экспортные операции носили преимущественно локальный характер и были сосредоточены в пределах Западной Европы. Ограниченная развитость транспортной инфраструктуры, высокие санитарные барьеры и отсутствие глобальных торговых соглашений сдерживали расширение международных потоков [11].

С конца 1970-х годов начался этап поступательного роста мирового экспорта свинины. Данный процесс был обусловлен глобализацией экономики, развитием холодильной логистики, унификацией ветеринарных требований и либерализацией международной торговли. Существенную роль сыграли страны Европейского союза, сформировавшие экспортно ориентированную модель производства мяса свинины. В этот же период усилились позиции США и Канады, которые начали активно интегрироваться в мировой рынок животноводческой продукции.

К началу XXI века экспорт свинины приобрёл выраженный глобальный характер. Поставки осуществлялись практически на все континенты, а объемы мировой торговли достигли рекордных значений. Особое значение приобрели рынки стран Восточной и Юго-Восточной Азии, где рост доходов населения и ограниченность внутренних производственных ресурсов стимулировали устойчивый импортный спрос [12].

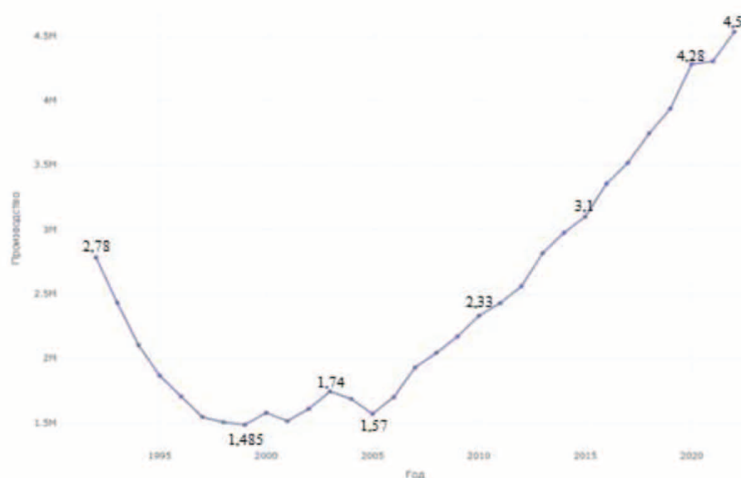


Рисунок 3. Динамика производства мяса свинины на территории России с 1991 г.

Составлено авторами на основе статистических данных ФАО ООН [13]

Figure 3. Dynamics of pork production in Russia since 1991

Compiled by the authors based on statistical data from the FAO [13]



Анализ страновой структуры мирового экспорта мяса свинины показывает, что на протяжении длительного периода лидирующие позиции занимали страны Европейского союза. В 1990-х годах доминирующее положение принадлежало Нидерландам, Дании и Франции, что объяснялось высокой концентрацией производства, развитой перерабатывающей промышленностью и выгодным географическим положением.

В 2000-х годах структура мирового экспорта начала постепенно меняться. Усилилась роль Германии и Испании, которые активно наращивали производственные мощности и выходили на новые внешние рынки. Германия в этот период стала одним из крупнейших мировых экспортёров, опираясь на высокую эффективность производства и развитую логистическую инфраструктуру. Испания, в свою очередь, продемонстрировала одну из наиболее высоких динамик роста экспорта, превратившись из второстепенного участника рынка в одного из его лидеров [8].

В 2010–2022 годах мировой экспорт мяса свинины характеризовался высокой концентрацией. Лидирующие позиции занимали Испания, Германия, Дания, США и Нидерланды. Рост экспорта в этот период был во многом обусловлен увеличением поставок в Китай и другие страны Азии на фоне эпизоотических кризисов и сокращения внутреннего производства в регионе [6].

Результаты исследования свидетельствуют, что успех ведущих стран-экспортёров определяется совокупностью факторов, включая уровень технологического развития, степень вертикальной интеграции, государственную поддержку и способность адаптироваться к изменениям мировой конъюнктуры. Испания за последние десятилетия прошла путь от незначительного экспортёра до мирового лидера, что стало возможным благодаря интеграции в общеевропейский рынок, модернизации отрасли и активному освоению азиатских направлений.

Нидерланды и Дания традиционно сохраняют сильные позиции за счёт высокой специализации, интенсивного производства и ориентации на экспорт. США, в свою очередь, существенно укрепили свои позиции на мировом рынке за счёт масштабных инвестиций, расширения географии поставок и заключения международных торговых соглашений, обеспечивающих доступ к ключевым рынкам сбыта.

В то же время в последние годы наблюдается усиление конкуренции со стороны стран Южной Америки, прежде всего Бразилии, которая благодаря низкой себестоимости производства и активной экспортной политике постепенно увеличивает свою долю на мировом рынке.

Анализ экспортной динамики Российской Федерации показывает, что до середины 2010-х годов участие страны в мировой торговле мясом свинины было минимальным. Экспорт носил эпизодический характер и не оказывал заметного влияния на мировые потоки. Основными причинами являлись недостаточный уровень развития отрасли, ориентация на внутренний рынок и отсутствие устойчивых внешнеэкономических связей.

С 2014 года начался качественно новый этап развития российского экспорта свинины. Политика импортозамещения, государственная поддержка агропромышленного комплекса и рост внутреннего производства создали предпосылки для выхода на внешние рынки. В последние годы экспорт демонстрировал высокие

темпы роста, а география поставок расширилась за счёт стран СНГ и Юго-Восточной Азии.

Однако в 2022–2023 годах экспортная динамика столкнулась с новыми ограничениями, связанными с геополитической нестабильностью, логистическими трудностями и ужесточением санитарных требований. Несмотря на это, Российская Федерация сохраняет потенциал для дальнейшего наращивания экспорта при условии диверсификации рынков сбыта и повышения уровня переработки продукции.

Обсуждения. Полученные в ходе исследования результаты подтверждают, что мировой рынок мяса свинины представляет собой динамичную и многоуровневую систему, развитие которой определяется совокупным воздействием экономических, технологических, институциональных и биологических факторов. Долгосрочный рост мирового производства свинины свидетельствует о высокой устойчивости отрасли к структурным изменениям в глобальной экономике, однако выявленные колебания подчёркивают её уязвимость к эпизоотическим рискам и внешним шокам.

Сравнительный анализ стран-производителей и экспортёров показывает, что лидирующие позиции на мировом рынке занимают государства, ориентированные на индустриальную модель свиноводства, высокую степень вертикальной интеграции и активную государственную поддержку. Опыт стран Европейского союза, США и Бразилии демонстрирует, что конкурентоспособность формируется не только за счёт масштабов производства, но и за счёт развития глубокой переработки, логистической инфраструктуры и интеграции в глобальные цепочки добавленной стоимости.

Особое внимание в ходе исследования уделено роли Китая, который одновременно выступает крупнейшим производителем и одним из крупнейших импортёров мяса свинины. Это подтверждает тезис о том, что уровень внутреннего производства не всегда коррелирует с потребностями рынка, а структура потребления и демографические факторы оказывают решающее влияние на внешнеторговые потоки. Эпидемия африканской чумы свиней продемонстрировала системную взаимосвязь национальных рынков и способность локальных кризисов трансформироваться в глобальные торговые дисбалансы.

Анализ развития свиноводства в Российской Федерации показывает, что страна за относительно короткий исторический период сумела преодолеть импортозависимость и сформировать устойчивую производственную базу. Однако результаты исследования указывают на сохраняющиеся ограничения экспортного характера, включая ветеринарные риски, недостаточный уровень глубокой переработки и зависимость от ограниченного круга рынков сбыта. В этом контексте дальнейшее укрепление позиций России на мировом рынке свинины требует перехода от количественного роста к качественной модели развития, ориентированной на повышение добавленной стоимости и диверсификацию экспортной структуры.

Заключение. Проведённое исследование позволило комплексно охарактеризовать эволюцию мирового рынка мяса свинины как одного из ключевых сегментов глобального агропродовольственного комплекса. На основе анализа статистических данных за период с 1960 по 2023 годы установлено, что отрасль

свиноводства демонстрирует устойчивую способность к долгосрочному развитию, несмотря на циклические колебания, обусловленные эпизоотическими рисками, изменениями торгово-экономической конъюнктуры и трансформацией международных институциональных условий.

Выявлено, что структурные изменения в географии мирового производства и торговли свининой отражают более широкие процессы перераспределения экономической активности в мировой экономике. Смещение центра производства в сторону стран Азии, прежде всего Китая, а также усиление роли стран Южной Америки свидетельствуют о формировании многополярной модели мирового рынка. При этом страны Европейского союза и США сохраняют ведущие позиции за счёт высокой технологической оснащённости, развитых логистических систем и эффективной интеграции в глобальные цепочки добавленной стоимости.

Результаты исследования подтверждают, что мировой рынок свинины характеризуется высокой степенью взаимозависимости национальных рынков. Локальные кризисы, связанные с сокращением поголовья или нарушением ветеринарной безопасности, способны оказывать существенное влияние на глобальные торговые потоки и ценовую конъюнктуру. Это обстоятельство усиливает значение международного сотрудничества в области ветеринарного контроля, стандартизации и обмена информацией, а также подчёркивает роль государств в обеспечении устойчивости агропродовольственных рынков.

Особое место в исследовании занимает анализ развития свиноводства в Российской Федерации. Установлено, что в результате последовательной государственной политики, направленной на поддержку агропромышленного комплекса, а также активного участия частного капитала Россия смогла в относительно сжатые сроки преодолеть структурный спад 1990-х годов и сформировать современную индустриальную модель производства мяса свинины. Достижение высокого уровня самообеспечения внутреннего рынка создало предпосылки для выхода страны на мировые рынки и формирования экспортно ориентированной стратегии развития отрасли.

Вместе с тем выявлено, что дальнейшее укрепление позиций Российской Федерации на мировом рынке мяса свинины требует перехода к более сложной модели внешнеэкономической деятельности. К числу приоритетных направлений относятся диверсификация экспортных рынков, повышение доли продукции глубокой переработки, снижение зависимости от ограниченного круга торговых партнёров и развитие собственной логистической инфраструктуры. Не менее важным фактором является усиление системы биобезопасности и внедрение инновационных технологий, направленных на повышение устойчивости отрасли к эпизоотическим угрозам.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использования при разработке государственной аграрной и внешнеторговой политики, формировании стратегий развития свиноводческих предприятий и оценке перспектив интеграции России в мировую систему агропродовольственной торговли. Полученные выводы также могут быть использованы в научных исследованиях,





посвящённых проблемам продовольственной безопасности, устойчивого развития аграрных рынков и внешнеэкономической деятельности в сфере сельского хозяйства.

В целом результаты исследования подтверждают, что мировой рынок мяса свинины будет и в дальнейшем развиваться в условиях высокой неопределённости, обусловленной демографическими, экологическими и геополитическими факторами. В этих условиях конкурентоспособность национальных отраслей свиноводства будет определяться их способностью к инновационному развитию, адаптации к изменениям мировой конъюнктуры и эффективному взаимодействию с глобальными рынками.

Список источников

1. Баюров Л.И. Состояние и перспективы развития свиноводства в мире. Современные проблемы в животноводстве: состояние, решения, перспективы : Сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академika В.Г. Рядчикова, Краснодар, 25–26 января 2024 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. С. 38–44.
2. Броун Е. Производство основных видов мясного сырья — свинины и мяса птицы // Мясной ряд. 2025. № 2(100). С. 12–17.
3. Демакова Е.А. Характерные особенности, проблемы и перспективы производства свинины на постсоветском пространстве // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 2(59). С. 95–100. DOI: 10.33938/202-95.
4. Кравченко В. Нарастание объемов свинины не прекращается // Животноводство России. 2023. № 6. С. 21–23.
5. Кузнецов А.С. Анализ динамики объема производства свинины и цен на нее в странах ЕС, а также факторов ценообразования на эту продукцию // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. 2003. — № 1. С. 222.
6. Лукин А.А. Прогноз развития производства и потребления свинины в разных странах / А.А. Лукин, Ю.А. Бец, Н.Л. Наумова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № 2(67). С. 88–95. DOI: 10.33979/2219-8466-2021-67-2-88-95.

7. Надаенко А.Ю. Прогноз результатов импортозамещения в промышленной системе пищевой индустрии // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10, № 6. С. 32.
8. Небурчилова Н.Ф. Современное состояние мирового мяса / Н.Ф. Небурчилова, И.В. Петрунина // Мясная индустрия. 2017. № 4. С. 21–25.
9. Нифонтова Е.А. Прогнозирование развития рынка свинины в Российской Федерации / Е.А. Нифонтова, А.Н. Романов // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 7. С. 75–81. DOI: 10.32651/207-75.
10. Хлыстунов В. Показатели производства свинины с учетом ценовой динамики на сельскохозяйственном рынке // Свиноводство. 2009. № 1. С. 21–24.
11. Цой Л.М. Проблемы регулирования рынка свинины на современном этапе развития // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 1(37). С. 43–49.
12. Цыпин А.П. Сравнительный статистический анализ производства свинины в постсоветских странах / А.П. Цыпин, С.А. Банников // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 92. С. 76–82. DOI: 10.21515/1999-1703-92-76-82.
13. FAO. (2022). FAO publications catalogue 2022 [Katalog publikatsiy FAO 2022]. Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Accessed: 10.12.2025).

References

1. Bayurov L.I. (2024). *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya svinovodstva v mire* [State and prospects of pig farming development in the world]. *Sovremennyye problemy v zhivotnovodstve: sostoyaniye, resheniya, perspektivy: Sbornik statey po materialam II Mezhduнародnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu akademika V.G. Ryadchikova, Krasnodar, 25–26 yanvarya 2024 goda* [Modern problems in animal husbandry: state, solutions, prospects: Collection of articles based on the materials of the II International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of Academician V.G. Ryadchikov, Krasnodar, January 25–26, 2024], pp. 38–44.
2. Braun E. (2025). *Proizvodstvo osnovnykh vidov myasnogo syr'ya — svininy i myasa ptitsy* [Production of main types of meat raw materials — pork and poultry meat]. *Myasnaya ryad*, no. 2(100), pp. 12–17.
3. Demakova E.A. (2020). *Kharakternyye osobennosti, problemy i perspektivy proizvodstva svininy na postsovetском prostranstve* [Characteristic features, problems and prospects of pork production in the post-Soviet space]. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve*, no. 2(59), pp. 95–100. DOI: 10.33938/202-95.

4. Kravchenko V. (2023). *Narashchivaniye ob'emov svininy ne prekrashchaetsya* [Increasing pork volumes does not stop]. *Zhivotnovodstvo Rossii*, no. 6, pp. 21–23.
5. Kuznetsov A.S. (2003). *Analiz dinamiki ob'ema proizvodstva svininy i tsen na nee v stranakh ES, a takzhe faktorov tsenobrazovaniya na etu produktsiyu* [Analysis of the dynamics of pork production volume and prices in the EU countries, as well as factors in pricing for this product. (Germany)]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva. Referativnyy zhurnal*, no. 1, p. 222.
6. Lukin A.A., Bets Yu.A., Naumova N.L. (2021). *Prognoz razvitiya proizvodstva i potrebleniya svininy v raznykh stranakh* [Forecast of development of pork production and consumption in different countries]. *Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov*, no. 2(67), pp. 88–95. DOI: 10.33979/2219-8466-2021-67-2-88-95.
7. Nadaenko A.Yu. (2018). *Prognoz rezul'tatov importozameshcheniya v promyshlennoy sisteme pishchevoy industrii* [Forecast of the results of import substitution in the industrial system of the food industry]. *Vestnik evraziyskoy nauki*, vol. 10, no. 6, p. 32.
8. Neburchilova N.F., Petrushina I.V. (2017). *Sovremennoe sostoyaniye mirovogo myasa* [Current state of world meat]. *Myasnaya industriya*, no. 4, pp. 21–25.
9. Nifontova E.A., Romanov A.N. (2020). *Prognostirovaniye razvitiya rynka svininy v Rossiyskoy Federatsii* [Forecasting the development of the pork market in the Russian Federation]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*, no. 7, pp. 75–81. DOI: 10.32651/207-75.
10. Khlystunov V. (2009). *Pokazateli proizvodstva svininy s uchetom tsenovoy dinamiki na sel'skokhozyaystvennom rynke* [Pork production indicators taking into account price dynamics in the agricultural market]. *Svinovodstvo*, no. 1, pp. 21–24.
11. Tsouy L.M. (2020). *Problemy regulirovaniya rynka svininy na sovremennom etape razvitiya* [Problems of pork market regulation at the present stage of development]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve*, no. 1(37), pp. 43–49.
12. Tsypin A.P., Bannikov S.A. (2021). *Sravnitel'nyy statisticheskiy analiz proizvodstva svininy v postsovetsskikh stranakh* [Comparative statistical analysis of pork production in post-Soviet countries]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 92, pp. 76–82. DOI: 10.21515/1999-1703-92-76-82.
13. FAO. (2022). FAO publications catalogue 2022 [Katalog publikatsiy FAO 2022]. Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Accessed: 10.12.2025).

Информация об авторах:

- Аксенов Илья Антонович**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственного права и управления таможенной деятельностью, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0541-327X>, il_aks@mail.ru
- Трунин Григорий Александрович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового права и таможенной деятельности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0035-0903>, Trunin_gr@mail.ru
- Фабриков Максим Сергеевич**, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по экономике и развитию инфраструктуры, заведующий кафедрой технологического и экономического образования, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-7063-7529>, fabrikoff@mail.ru
- Хрусталева Надежда Владимировна**, старший преподаватель кафедры технологического и экономического образования, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6147-5429>, Anadia2010@mail.ru
- Названова Карина Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2782-1859>, kalateya_flower@mail.ru
- Рощин Иван Николаевич**, кандидат экономических наук, доцент кафедры технологического и экономического образования, roshin_ivan@mail.ru

Information about the authors:

- Ilya I. Aksekov**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of state law and customs management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0541-327X>, il_aks@mail.ru
- Grigory A. Trunin**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of financial law and customs activities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0035-0903>, trunin_gr@mail.ru
- Maxim S. Fabrikov**, candidate of pedagogical sciences, associate professor, vice-rector for economics and infrastructure development, head of the department of technological and economic education, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-7063-7529>, fabrikoff@mail.ru
- Nadezhda V. Khrustaleva**, senior lecturer at the department of technological and economic education, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6147-5429>, Anadia2010@mail.ru
- Karina V. Nazvanova**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of management and marketing, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2782-1859>, kalateya_flower@mail.ru
- Ivan N. Roshchin**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of technological and economic education, roshin_ivan@mail.ru



Научная статья
УДК 338.43 + 334.012.2
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_489

ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКЕ ИЗРАИЛЯ

Ю.А. Левин

Московский государственный институт международных отношений, Москва, Россия

Аннотация. В исследовании под государственно-частным партнерством в агропромышленной политике понимается долгосрочное договорное взаимодействие, в рамках которого кооператив, частное хозяйство, частный инвестор или инфраструктурная организация как партнеры принимают на себя значимую долю производственных, инвестиционных, инновационных и эксплуатационных работ, обязанностей, оказываемых услуг, а государство обеспечивает регуляторную рамку, элементы финансирования или гарантию спроса, а также контроль качества и достижение общественно значимых результатов. В статье аргументировано, что данный подход особенно релевантен сельскому хозяйству из-за наличия внешних эффектов. Целью исследования является анализ и научно-методическое обоснование опыта реализации организационно-экономических механизмов и практических мер по развитию основных направлений взаимодействия государства и частного партнера, применяемых в Израиле в сферах, непосредственно влияющих на сельское хозяйство. В результате исследования выявлены современные особенности и базовая практика направлений и форм развития механизмов государственно-частного партнерства в агропромышленной политике Израиля. Обобщены теоретико-методологические подходы к оценке эффектов для государства и партнеров с учетом типовых показателей эффективности.

Ключевые слова: многоукладное сельское хозяйство, инфраструктурные проекты, технологические инкубаторы, чистая приведенная стоимость, тарифный эффект, совокупная факторная производительность, агрострахование, урожайность

Original article

PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN ISRAEL'S AGRO-INDUSTRIAL POLICY

Yu.A. Levin

Moscow State Institute of International Relations, Moscow, Russia

Abstract. In the study, public-private partnerships in agriculture and other significant sectors are understood as long-term contractual interactions in which cooperatives, private farms, private investors, and infrastructure organizations assume significant shares of production, investment, innovation, operational work, and responsibilities. The state provides a regulatory framework, elements of financing, and demand assurance, as well as quality control to ensure socially significant results. The article argues that this approach is particularly relevant to agriculture because of the presence of externalities: irrigation sustainability, environmental safety, disaster damage reduction, and innovative solutions create public benefits that are not fully reflected in private revenues. The purpose of the study is to analyze and scientifically substantiate the experience of implementing organizational and economic mechanisms and practical measures used in Israel to develop the main areas of cooperation between the government and private partners in areas that directly affect agriculture. These areas include desalination and purification of wastewater for reuse in irrigation, distribution of natural risks through insurance mechanisms, and creation of agrotechnological incubators. As a result of the research, the study summarizes the modern features and best practices of the development of public-private partnerships in Israel's agro-industrial policy. It also summarizes theoretical and methodological approaches to evaluating the benefits for the government and partners, taking into account typical performance indicators.

Keywords: multi-structural agriculture, infrastructure projects, technological incubators, net present value, tariff effect, cumulative factor productivity, agricultural insurance, crop capacity

Введение. Израиль, несмотря на ограниченные природные ресурсы стал развитой индустриально-аграрной страной и вошел в тройку мировых лидеров по использованию новых технологий в сельском хозяйстве [5]. Израильский вариант решения аграрного вопроса позволил решить проблему продовольственной безопасности страны: на протяжении 50 лет свыше 90% продовольственных потребностей страны удовлетворялось за счет собственного производства, а экспорт сельскохозяйственной продукции позволял финансировать основную часть импорта продуктов питания [3].

Теоретический базис и методы исследования. Исследование ключевых направлений, форм развития и оценка эффектов механизмов государственно-частного партнерства в агропромышленной политике Израиля производится в рамках методов синтеза и анализа. Автор в предыдущих трудах обосновал точку зрения о том, что «изначально требуется воспринять влияние национальных факторов на развитие отрасли в совокупной целостности, признавая, что для исследования этой реальности фундаментально такое восприятие будет слишком поверхностным» [13]. Поэтому в качестве первого шага в ходе рассмотрения современных особенностей, базовой

практики ключевых направлений агропромышленной политики Израиля, согласно авторской методологии, определяется «суть влияния государства как партнера на решение проблем отрасли, а вторым шагом выступает последующий синтез, который позволяет найти общее и особенное» [13] в реализации возможностей. Параллельно с методами синтеза и анализа применяются исторический и логический методы, а также факторный анализ и институциональные подходы при построении прикладной матрицы сфер партнерства в инфраструктурных проектах, непосредственно связанных с развитием сельского хозяйства Израиля. Использовались положения теории стейкхолдеров, как теории по учету интересов различных сторон, которые вкрупне дополнили методологическую составляющую анализа оценки эффективности партнерства.

Исследование. Становление многоукладного аграрного сектора. Роль государства в становлении аграрного сектора национальной экономики в Израиле исторически была и продолжает оставаться системообразующей при формировании земельных отношений через законодательное регулирование, субсидии, страхование, поддержку инфраструктуры и инвестиции в научные исследования [1, 16, 20].

Земельный фонд страны подразделяется на земли частной и государственной собственности (общественные земельные угодья). В государственной собственности находится около 95% всех земель страны, большая часть которых земли сельскохозяйственного использования, остальная часть (5%) является частной собственностью, принадлежащей в сельском хозяйстве фермерам. Частная собственность сформировалась в период до образования государства Израиль, в результате свободного приобретения земель и по настоящее время гарантируется государством. Вместе с тем государство может экспроприировать «любую землю, находящуюся в частной собственности или сданную в любую форму аренды» на общественные нужды в интересах экономического развития, национальной безопасности и др. Резервы прироста обрабатываемой площади, равно как и большинство других источников экстенсивного роста сельского хозяйства, были почти исчерпаны к концу 1950-х годов [2].

Основной формой использования земли в сельском хозяйстве является коллективная (кооперативная) или индивидуальная (фермерская) долгосрочная аренда у государства. Однако, несмотря на доминирование государственного землевладения в Израиле собственность



на землю и другие средства производства не является определяющим фактором хозяйствования [17].

Большую часть сельскохозяйственного производства и услуг в Израиле (примерно 80%) обеспечивают возникшие на базе коллективной аренды земли различные формы кооперативных объединений [15].

По сравнению с ними частные фермы являются наименьшим по размеру обрабатываемых площадей и численности занятых, но весьма устойчивым аграрным укладом.

Таким образом многоукладное сельское хозяйство страны выступает как своеобразный гибрид частных ферм и хозяйств-поселений в форме кооперативов. Кооперативами обрабатывается большинство пахотной земли, они владеют более 80% основных сельскохозяйственных фондов страны [17].

Опыт Израиля показывает, что многоукладность создавала основу высокоэффективного сельского хозяйства в условиях рыночной экономики с активным партнерством государства, которое обеспечивало благоприятные стартовые условия различным укладам [16,18]. Периодическая масштабная реструктуризация государственно-частного партнерства исторически сопровождалась проведением при необходимости реабилитационных мер, поиском новых источников финансирования для развития ценных ресурсов Израиля — качественной сельскохозяйственной продукции и сельскохозяйственных инноваций.

Матрица сфер государственно-частного партнерства. За счёт государственного регулирования и стимулирования инвестиций Израиль является одним из ведущих экспортёров сельскохозяйственной продукции в мире. В стране сформировался устойчивый спрос на институциональные решения в сельском хозяйстве и агро-значимых секторах экономики, которые ускоряют инвестиции в инфраструктуру, распределяют риски между государством и частным сектором, обеспечивают внедрение технологий и практику управления ресурсами [12].

Израильский опыт особенно показателен тем, что государственно-частное партнерство используется не как единичный инструмент, а как набор взаимодополняющих форм, встроенных практически во все сферы сельского хозяйства, его инфраструктуру и аграрно-значимые отрасли. Например, в систему водного баланса, санитарного контроля, инновационной политики и управления рисками. Характерная черта израильской модели институциональной

архитектуры партнерства государства и частного сектора в Израиле — институциональная концентрация компетенций по проектам партнерства, что дает три практических эффекта: стандартизацию проектной подготовки и распределения рисков; воспроизводимость контрактных моделей (для схожих объектов) и снижение транзакционных издержек межведомственной координации.

В таблице приведена прикладная матрица сфер партнерства в аграрно-значимых секторах экономики Израиля.

Крупнейшей сферой партнерства государства и частного сектора является инфраструктура водного хозяйства: опреснение, орошение и повторное использование очищенных сточных вод.

Вода как один из ценнейших ресурсов на Земле становится все более дефицитным, а спрос на него только растет — вне зависимости от ситуации в мировой экономике. На уровень развития сельского хозяйства существенное влияние оказывает высокая нагрузка на водные ресурсы и дефицит поливной воды. При этом многие страны практически исчерпали свой потенциал экстенсивного развития орошаемого земледелия.

Сельское хозяйство Израиля в этом плане не исключение, оно характеризуется низким уровнем и плохо распределенным количеством осадков. Сельскохозяйственный сектор Израиля нуждается в преодолении дефицита водных ресурсов [8], исходя из того, что из 400 тыс. га обрабатываемых земель около 160 тыс. га нуждается в орошении.

К настоящему времени мировым лидером в мембранной очистке, способным производить около 150 миллионов кубических метров питьевой воды в год, является опреснительная установка Сорек в Израиле, представляющая по своей организационной форме партнерство государства и частного сектора по проектированию, строительству и эксплуатации с рекордно низкой ценой воды. Новый проект также в форме государственно-частного партнерства «Сорек 2» после завершения станет шестой опреснительной станцией, работающей в Израиле с производительностью 200 миллионов кубических метров в год.

Технологическая и, соответственно, экономическая логика эффекта для сельского хозяйства в таких проектах преимущественно системная: опреснение, в первую очередь стабилизируя городское водоснабжение, за счет управляемого «портфеля воды» снижает давление на природные источники и повышает

предсказуемость распределения воды, включая орошение, что важно для соблюдения водного баланса и инфраструктурной надежности; а систематизированное дозированное орошение возделываемых культур позволяет получать два-три урожая овощей и фруктов в год.

Для решения проблемы очистки вод в 1987 году было создано ставшее крупнейшим в мире водоперерабатывающее предприятие «Шафран» с магистральной подачей 140 млн кубических метров очищенной воды в год, в т.ч. для сельскохозяйственного орошения засушливых районов на юге вплоть до пустыни Негева. В целом, результатами использования очищенных сточных вод в сельском хозяйстве являются:

- рост надежности ресурса орошения и снижение дефицита пресной воды;
- снижение экологической нагрузки от сбросов;
- рост производительности воды (при прочих равных больше выпуска на единицу дефицитного ресурса);
- обеспечение растений питательными веществами
- снижение межгодовой волатильности урожайности (за счет надежности поливов).

Израиль, став одним из мировых лидеров в сфере очистки сточных вод, накопил за последние три десятилетия богатый опыт по использованию очищенных сточных вод для орошения и стал крупнейшим пользователем очищенных сточных вод в сельском хозяйстве среди стран Организации экономического сотрудничества и развития: более 80% очищенных стоков повторно используется для сельскохозяйственных целей, орошая до 40% земель в стране.

В итоге за последние 30 лет объем сельскохозяйственного производства в стране увеличился более чем в 5 раз, а расход воды остался практически на том же уровне, в первую очередь, за счет применения новых технологий орошения, основанных на экономии воды за счёт капельного орошения.

Некоторые преимущества такого подхода:

- **Снижение потерь влаги.** По сравнению с дождеванием или затоплением, при капельном орошении потери на испарение и фильтрацию сведены к минимуму (4–5% вместо 40–50%).
- **Целенаправленное распространение влаги.** Влага распространяется более регулируемо, чем при любых иных способах.
- **Возможность проводить орошение круглогодично.** Это возможно независимо от внешних условий, таких как ветер и испарение.

Таблица. Матрица сфер партнерства в инфраструктурных проектах, непосредственно связанных с развитием сельского хозяйства Израиля
Table. A matrix of partnership spheres in infrastructure projects directly related to the development of agriculture in Israel

Сфера партнерства	Типовой объект/ примеры	Источник возмещения затрат частного партнера	Типовые ключевые показатели эффективности	Типовые риски
Инфраструктура водного хозяйства: опреснение	Опреснительная установка Сорек как проект партнерства; конкурс Сорек 2 с «бенчмарком» цены	Платежи за поставку воды или платежи за доступность в тарифной модели	Доступность мощности; качество; удельная стоимость кубического метра; энергоёмкость; срок ввода	Строительный риск; технологический риск; риск изменения тарифов; экологические ограничения
Инфраструктура водного хозяйства: орошение и повторное использование очищенных сточных вод	Комплекс Шафдан и доведение качества до уровня, пригодного для орошения; магистральная подача на юг	Тарифы на водоотведение и очистку; платежи за доступность; инвестиционная поддержка	Доля повторного использования; параметры качества; надёжность поставки; объём подачи на орошение	Санитарный риск; несоответствия стандартам; репутационный риск; сезонность спроса
Управление рисками: агро-страхование	Страховой фонд природных рисков с равным участием государства и фермерских организаций	Страховые премии; бюджетная поддержка; перестрахование	Охват страхованием; скорость урегулирования; устойчивость резервов; снижение волатильности доходов	Риск катастроф; моральный вред; неблагоприятный отбор; тарифный риск
Технологические инкубаторы	Концессионная модель технологических инкубаторов с государственным финансированием управленческих затрат и инфраструктуры	Гранты; частные инвестиции; доля в капитале; лицензионные платежи	Коммерциализация; частный капитал на единицу государственного финансирования; скорость внедрения	технологическая несостоятельность; риск финансирования; регуляторные риски



- *Предотвращение оттока воды.* Медленная подача воды и её распределение из точечного источника предотвращает отток воды даже в сложных топографических условиях.
- *Усвоение большого количества воды.* Орошаемые культуры усваивают до 95% поступающей воды.

Капельное орошение также дает другие преимущества: более ранний урожай, предотвращение эрозии почвы, уменьшение вероятности распространения болезней и сорняков. Израильские компании занимают 50% мирового рынка капельного орошения.

При этом к необходимым экономическим условиям достижения эффекта также относятся наличие стандартов качества, мониторинга и инфраструктуры хранения и распределения, так как спрос на полив сезонен, а поступление сточных вод сравнительно равномерно.

Участие государства в страховании природных рисков. Ущерб сельскохозяйственным производителям наблюдается во всем мире из-за влияния неблагоприятных погодных условий и природных аномалий, влияющих на сельскохозяйственное производство. Ущерб может быть значительно ниже при условии наличия эффективной национальной схемы страхования с государственной поддержкой, имеющейся в Израиле [20].

Израиль активно развивает сельскохозяйственное страхование уже более 50 лет. Страховой фонд природных рисков в сельском хозяйстве (KANAT — Insurance Fund For Natural Risks To Agriculture Ltd.) действует с 1967 года. Его активы распределены между государством и фермерскими маркетинговыми советами и организациями.

Правительство Израиля рассматривает KANAT как важнейший страховой инструмент, который позволяет фермерам, чьи фермы подвержены стихийным бедствиям, защищать и увеличивать свой доход. Чтобы поддержать израильское сельское хозяйство за счет бюджета субсидируются ставки страховых взносов и перестраховывается портфель рисков на международном уровне. Государство также покрывает 80% страховых взносов по отдельной Программе стихийных бедствий. Сельскохозяйственное страхование в Израиле является обязательным, поэтому уровень распространения сельскохозяйственного страхования в стране составляет около 90%.

Экономический эффект такой модели сельскохозяйственного страхования в Израиле проявляется через:

- снижение дисперсии доходов и повышение кредитоспособности хозяйств;
- снижение потребности в «постфактум» бюджетных компенсациях, поскольку часть рисков заранее финансируется через премии и резервы;
- улучшение данных о частоте и тяжести событий, полезных для климатической адаптации и тарифного моделирования страховых продуктов.

Развитие агротехнологий в формате венчурной экосистемы. В Израиле сложилась конфигурация необходимых для развития венчурной экосистемы предпосылок. Израиль, по мнению ряда исследователей, является примером успешного использования механизмов государственно-частного партнерства при запуске и развитии индустрии венчурного инвестирования [9,10,13]. Роль государства как субъекта экосистемы и одновременно как «катализатора» в стимулировании венчурной экосистемы в Израиле является основополагающей [11]. Однако она не сводится к функции контроля или основного инвестора, а ориентируется на

стимулирование частных инвестиций, создание инфраструктуры инноваций и законодательной базы для инвесторов и стартапов [19].

В Израиле в формате венчурной экосистемы активно развиваются агротехнологии — инновационные методы ведения сельского хозяйства, которые повышают производительность, устойчивость и продовольственную безопасность. На основе инновационных, иногда весьма рискованных технологических идей, развиваются такие агротехнологии как:

- Точное земледелие — оптимизация использования воды и удобрений.
- Мониторинг урожая на основе искусственного интеллекта для принятия решений в режиме реального времени.
- Технологии опыления — повышают урожайность и биоразнообразие.
- Методы устойчивого земледелия — улучшают здоровье почвы и снижают зависимость от химикатов.

Государством финансируется сотрудничество сельхозпроизводителей и учёных, разрабатывающих и внедряющих методы, которые помогают усовершенствовать сельское хозяйство, внедрить технические новинки, современные ирригационные установки. В 2025 году Экономический и социальный совет ООН повторно утвердил израильскую резолюцию об агротехнологиях для устойчивого развития. В центре резолюции — повышение продуктивности и сокращение потерь продовольствия на всех этапах производства, роль ООН в продвижении инноваций, включая исследования, искусственный интеллект, биотехнологии и цифровизацию сельского хозяйства.

Государственная программа технологических инкубаторов, или, как их называют в Израиле, теплицы, положила начало развитию высоких технологий, повлиявших в конечном итоге и на сельское хозяйство [14].

Идея создания инкубаторов заключалась в том, чтобы развить инновационные рискованные технологические идеи, находящиеся на ранней стадии, с помощью специально созданных для этих целей компаний. Предприятия, имеющие отношение к АПК, занимают пока что небольшую нишу в инкубаторах: около 10-15% от всех компаний. Ежегодно государство инвестирует в агротехнические исследования и разработки \$300 млн., понимая, что нужно сделать инновации экспортируемыми товарами и услугами, востребованными на мировых рынках, а это в полной мере касается аграрных технологий.

Концессионная модель технологических инкубаторов с государственным финансированием управленческих затрат и инфраструктурные предпосылки собой форму разделения рыночного риска: государство снижает барьер входа для проектов с высокой неопределенностью, беря на себя часть затрат, а частный оператор обеспечивает дисциплину отбора и коммерциализации. Это особенно значимо в условиях ограниченного доступа к финансированию новых проектов в силу сложности подтверждения положительного денежного потока, стоящего перед агротехническими стартапами.

В Израиле, хотя и обеспечивается более значительная институциональная поддержка в форме льгот, кредитов и регулятивных послаблений, чем в большинстве других стран, но все равно проявляется нехватка инструментов государственного стимулирования венчурного инвестирования в форме льгот, кредитов и регулятивных послаблений. При сохранении такой ситуации можно предполагать, что за счет венчурных инвестиций развиваться смогут только агро-стартапы с положительным денежным

потоком, а также сумевшие обеспечить ключевой эффект, возникающий при наличии каналов внедрения (демонстрационные площадки, сервисные компании, государственная служба распространения знаний).

Методологические подходы к оценке эффективности партнерства. Оценки эффективности партнерства проводятся на основе принципа измеримости результата и привязки возмещения к результату.

Основные показатели, которые всегда учитываются при оценке:

- *Ресурсная затратность* — эффективный проект должен обеспечивать получение максимального результата, но с минимальными затратами на ресурсы.
- *Институциональная эффективность* — минимизация рисков, возникающих при реализации проекта партнерства.
- *Целевая эффективность* — количественные показатели проектов.

В качестве параметров, учитываемых при оценке эффективности сфер партнерства в инфраструктуре сельского хозяйства Израиля, можно привести:

- *Для воды и очистки:* доступность мощности; качество; удельная стоимость кубического метра; потери воды; доля повторного использования; энергоёмкость.
- *Для орошения и производства:* урожайность; добавленная стоимость на гектар; производительность воды; стабильность урожайности; доля продукции, соответствующей стандартам.
- *Для управления рисками:* охват страхованием; скорость выплат; устойчивость резервов; снижение волатильности доходов.
- *Для инноваций:* доля коммерциализации; частный капитал на единицу государственного финансирования; скорость внедрения.

Платежи в проектах партнерства предусматривают их привязку к четко определенным выходным параметрам и стандартам производительности; это рассматривается как основа практического распределения рисков и стимулирования к качественной эксплуатации.

Заключение и рекомендации. В рамках сравнения вариантов реализации необходимо применение логики сравнительного показателя эффекта для государственного сектора, заключающегося в сопоставлении приведенной стоимости проекта партнерства с приведенной стоимостью наиболее эффективной традиционной модели реализации с учетом ожидаемой стоимости рисков и распределения рисков. Приведенная стоимость для государства рассчитывается как дисконтированная сумма разности выгод и затрат бюджета.

При выборе зарубежных точек адаптации опыта агропромышленной политики Израиля для создания эффективных рычагов государственно-частного партнерства с учетом географических рамок, например, при реализации государственной программы развития мелиоративного комплекса с дифференцированным выделением зон ряда регионов России, где вода является ограничителем продуктивности, рекомендуется обязательный учет тарифного эффекта, который оценивается как разница приведенной стоимости платежей пользователей (или бюджета) в двух сценариях:

- сценарий партнерства государства и частного сектора (с учетом платежей частному партнеру, индексации, штрафов и требований качества);
- сценарий традиционной реализации (капитальные и эксплуатационные затраты государства или муниципалитета).





Возможно применение дополнительных показателей и параметров для оценки эффекта в зависимости от специфических особенностей земельных отношений, инфраструктурных проектов аграрных преобразований [7,21], проявляющихся, в частности, в том, что устойчивость орошения, экологическая безопасность, снижение ущерба от стихийных бедствий, инновационные решения и стабильность продовольственных цепочек за счет повышения урожайности создают общественную выгоду, не полностью отражаемую в частной выручке. Например, для водных проектов важно дополнять расчет оценкой эффектов на урожайность и определением совокупной факторной производительности, а также оценкой «стоимости надежности» как экономического ущерба от дефицита воды в засушливые периоды и его снижения за счет партнерства.

Список источников

1. Аль-Дахир Д.С., Дудин М.В. Государственное регулирование инноваций в Израиле // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2018. № 4 [Электронный ресурс]. <http://ekonomika.snauka.ru/2018/04/15885> (дата обращения: 21.03.2026).
2. Вершинин В.В. Израиль: земельные отношения и землеустройство [Электронный ресурс]. http://www.kadastr.ru/upload/docs/vershinin_01_2004.pdf (дата обращения: 21.03.2026).
3. Головина С.Г., Бордман Б. Сельское хозяйство Израйля: взгляд из далекой России // Аграрный вестник Урала. № 1937. 2007. С. 61.
4. Голубев Д.А. Сельское хозяйство Израйля: развитие и вызовы трагедии 7 октября 2023 года Вестник Московского университета Серия 13. Востоковедение. 2024. Том 68, № 4. С. 153-163. DOI: 10.55959/MSU0320-8095-13-68-4-12.
5. Есельсон Е. Уникальное явление — сельское хозяйство Израйля. Доклад. URL: <http://www.rehes.org/ist5/eselson1.html> (дата обращения: 21.03.2026).
6. Забутый А. Сельское хозяйство Израйля. (Перевод с нем.) // Sonderdruck aus Hannoversches Jahrbuch 2012. Band 3, Serie: Landwirtschaft.
7. Исаева О.В. Многоукладность российского АПК: современные реалии и приоритеты развития // Научное обозрение: теория и практика. 2021. Т. 11, № 3(83). С. 671-683. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-3-671-683.
8. Коган Г., Марьясис Д.А. Проблема водных ресурсов в Израиле // Сборник студенческих научных работ, 44 М.: МГИМО (У) МИД РФ, 2002 г., с.77-81.
9. Кравцова Д.А. Особенности развития инновационной среды в Израиле // Молодой ученый. 2022. № 47 (442). С. 147-149. URL: <http://moluch.ru/archive/442/96583>.
10. Ладуба Д.А. Израиль как пример успешного использования механизмов государственно-частного партнерства при запуске и развитии индустрии венчурного инвестирования // Мировая экономика и международные экономические отношения. 2012. № 6(91). С. 196-200. [Электронный ресурс]. URL: http://ecs.ru/wp-content/uploads/201206_196.pdf (дата обращения: 11.03.2026).
11. Ларионов А.С. Роль государства в создании и развитии экосистемы венчурных инвестиций, стартапов и технологических инноваций в экономике Израйля // Финансовый журнал. № 2. 2025. с. 100-121. DOI: 10.31107/2075-1990-2025-2-100-121.
12. Лебедко Е.Я. Организационно-экономические и технологические особенности эффективного ведения аграрного производства в Израиле // Научные вести. 2019 № 9 (14). С. 87-105.
13. Левин Ю.А. Агротехнологии: тенденции венчурного инвестирования // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 2 (404). С.183-185. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_2_183
14. Марьясис Д.А. Опыт построения экономики инноваций: пример Израйля. Москва: ИВ РАН. 2015. — 267 с.
15. Папцов А.Г. Современные тенденции развития кооперации в сельском хозяйстве Израйля // Международная экономика. 2020. № 12. С. 56-65. DOI: 10.33920/vne-04-2012-06.
16. Пашкевич О. Устойчивое развитие сельских территорий в Израиле // Наука и инновации. 2018. № 1. С.39-42.
17. Федорченко А.В. Израильский вариант развития аграрного сектора экономики // Проблемы современной экономики. 2002. № 3/4. С.112-115.
18. Федорченко А.В. Израиль в мировых экономических рейтингах (в первые два десятилетия) // Сборник статей по материалам I Международной израилюведческой научной конференции, науч. редактор Е.Э. Носенко-Штейн. Москва. 2022. С. 205-219.
19. Устойчивое развитие в Израиле: Информационно-аналитический обзор. Составитель Е. Чумакова; Отв. ред. С. Поршаков. Национальный Совет по корпоративному управлению. 2023. [Электронный ресурс]. <http://nokc.org.ru/wp-content/uploads/2024/04/ustojchivoerazvitie-v-izraile.pdf> (дата обращения: 20.03.2026).
20. Israel-Agriculture. Assets performed by Country commercial guides. Published date: 2026-03. <http://www.trade.gov/country-commercial-guides/israel-agriculture> (дата обращения: 24.03.2026).
21. Voronkova O.Yu., Akhmetshin E.M., Sycheva I.N., Shpakova R.N. & et al. Economic mechanism of regulating land relations in the agricultural sector of Russia // European Research Studies Journal. 2018. Vol. 21. № 4. Pp. 280-291. DOI: 10.35808/ersj/1120.
8. Kogan, G. & Maryasis, D.A. (2002). Problema vodny'x resursov v Izraile [The problem of water resources in Israel]. Collection of student scientific papers, Moscow, MGIMO (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, pp. 77-81.
9. Kravtsova, D.A. (2022). Osobennosti razvitiya innovatsionnoy sredy v Izraile [Features of the development of the innovation environment in Israel]. Young Scientists, no. 47 (442), pp. 147-149. <http://moluch.ru/archive/442/96583>.
10. Laduba, D.A. (2012). Izrail' kak primer uspehnogo ispol'zovaniya mexanizmov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva pri zapuske i razvitiy indusrii venchurnogo investirovaniya [Israel as an example of the successful use of public-private partnership mechanisms in the launch and development of the venture investment industry] World economy and international economic relations, no. 6(91), pp. 196-200. http://ecs.ru/wp-content/uploads/201206_196.pdf.
11. Lariouov, A.S. (2025). Rol' gosudarstva v sozdanii i razvitiy e'kosistemy venchurny'x investitsiy, startapov i tekhnologicheskix innovatsiy v e'konomike Izrailya [The role of the state in the creation and development of an ecosystem of venture investments, startups and technological innovations in the Israeli economy]. Financial Journal, no. 2, pp. 100-121. DOI: 10.31107/2075-1990-2025-2-100-121.
12. Lebedko, E.Ya. (2019). Organizatsionno-e'konomicheskie i tekhnologicheskie osobennosti e'fektivnogo vedeniya agrarnogo proizvodstva v Izraile [Organizational, economic and technological features of effective agricultural production in Israel]. Scientific news, no. 9 (14), pp. 87-105.
13. Levin, Yu.A. (2025). Agrotekhnologii: tendentsii venchurnogo investirovaniya [Agrotechnologies: trends in venture investment]. International Agricultural Journal, no. 2 (404), pp.183-185. DOI: 10.55186/25876740_2025_68_2_183.
14. Maryasis, D.A. (2015). Opy't postroeniya e'konomiki innovatsiy: primer Izrailya [The experience of creation an innovation economy: the example of Israel], Moscow, RAS, 267 p.
15. Papczov, A.G. (2020). Sovremennyy'e tendentsii razvitiya kooperatsii v sel'skom khozyajstve Izrailya [Modern trends in the development of cooperation in agriculture in Israel]. International economics, no.12, pp. 56-65. DOI: 10.33920/vne-04-2012-06
16. Pashkevich, O. (2018). Ustojchivoe razvitie sel'skix territoriy v Izraile [Sustainable rural development in Israel]. Science and Innovation, no. 1, pp. 39-42.
17. Fedorchenko, A.V. (2002). Izrail'skiy variant razvitiya agrarnogo sektora ekonomiki [The Israeli option for the development of the agricultural sector of the economy]. Problems of the modern economy, no. 3/4, pp.112-115.
18. Fedorchenko, A.V. (2022) Izrail' v mirovy'x e'konomicheskix rejtingax (v pervy'e dva desyatiletiya) [Israel in the world economic rankings (in the first two decades)]. Collection of articles based on the materials of the I International Israel Studies Scientific Conference. Editors Maryasis, D.A., Yakimova, E.A. & Melkonyan, S.G. Scientific Editor Nosenko-Stein, E.E. Moscow, pp. 205-219.
19. Ustojchivoe razvitie v Izraile: Informatsionno-analiticheskij obzor (2023). [Sustainable development in Israel: An information and analytical review], editor: Porshakov, S., National Council on Corporate Governance. <http://nokc.org.ru/wp-content/uploads/2024/04/ustojchivoerazvitie-v-izraile.pdf>.
20. Israel-Agriculture. Assets performed by Country commercial guides. Publ. date: 2026-03 URL: <http://www.trade.gov/country-commercial-guides/israel-agriculture>.
21. Voronkova O.Yu., Akhmetshin E.M., Sycheva I.N., Shpakova R.N. & et al. (2018). Economic mechanism of regulating land relations in the agricultural sector of Russia. European Research Studies Journal, vol. 21, no. 4, pp. 280-291. DOI: 10.35808/ersj/1120.

Информация об авторе:

Левин Юрий Анатольевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры национальной экономики и экономического регулирования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9568-7866>, Scopus Author ID 57211605513, Researcher ID (WoS) AAC-8446-2020, levin25@mail.ru

Information about the author:

Yuri A. Levin, doctor of economic sciences, professor, professor at the department of national economy and economic regulation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9568-7866>, Scopus Author ID 57211605513, Researcher ID (WoS) AAC-8446-2020, levin25@mail.ru



Научная статья
УДК 339.54.012+338.001.36
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_493

ЦИРКУЛЯРНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОВОЩЕВОДЧЕСКОГО СЕКТОРА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ РЫНКА АПК

М.В. Лысенко¹, О.А. Полянская¹, Ю.В. Лысенко²,
Д.Н. Корнеев², Л.И. Кошечкина³, Л.В. Камдина⁴

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

²Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Москва, Россия

³Челябинского Государственного университета, Костанайский филиал, Костанай, Казахстан

⁴Челябинский Государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Цель исследования заключается в разработке и обосновании перехода к модели циркулярного развития овощеводства Костанайской области для повышения эффективности профессионального сектора. Методология работы включает глубокий анализ структурных изменений земельного фонда региона за десятилетний период, аналитическую группировку 5 технологических категорий хозяйств и корреляционно-регрессионное моделирование производственных процессов. Выявлено, что крестьянские (фермерские) хозяйства за 10 лет увеличили посевные площади на 34,2%, став ведущими субъектами товарного производства. Математический анализ подтвердил наличие сильной прямой связи между площадью землепользования и удельными материальными вложениями, где коэффициент детерминации равен 0,8843. Установлен региональный порог технологической устойчивости на уровне 2256,6 тысяч тенге на 1 гектар. Доказано, что хозяйства площадью 20 — 50 га являются наиболее критическим сегментом региональной экономики с пиковым уровнем потерь 22,5%, из-за острого инвестиционного дефицита. Установлено, что темп роста амортизации инфраструктуры в 135,6% значительно отстаёт от динамики суммарных операционных затрат в 276,4%. Авторами разработана модель циркулярного агро — хаба замкнутого цикла «Костанайский региональный био — ресурсный кластер», который предусматривает консолидированный закуп ресурсов с получением дисконта 15 -20%, и снижение уровня технологического брака до 5-7% через совместное использование автоматизированных овощехранилищ. Обоснована экономическая эффективность интеграции овощеводства с кормопроизводством для полной монетизации некондиционной продукции. Сделан вывод о целесообразности реализации проекта в качестве республиканского пилотного проекта для обеспечения продовольственной безопасности и реализации принципов зеленой экономики в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: циркулярная интеграция замкнутого цикла, материальные затраты, корреляционно-регрессионный анализ, некондиционные овощи

Original article

CIRCULAR TRANSFORMATION OF THE VEGETABLE SECTOR IN THE KOSTANAY REGION AS A BASIS FOR EFFECTIVE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL MARKET

M.V. Lysenko¹, O.A. Polyanskaya¹, Yu.V. Lysenko²,
D.N. Korneev², L.I. Koshevaya³, L.V. Kamdina⁴

¹Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov,
Saint Petersburg, Russia

²South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Moscow, Russia

³Chelyabinsk State University, Kostanay Branch, Kostanay, Kazakhstan

⁴Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The purpose of the study is to develop and justify the transition to a circular development model for vegetable growing in the Kostanay region in order to increase the efficiency of the professional sector. The research methodology includes a thorough analysis of the structural changes in the region's land fund over a ten-year period, an analytical grouping of five technological categories of farms, and correlation and regression modeling of production processes. It was found that peasant (farm) households have increased their cultivated areas by 34.2% over the past 10 years, becoming the leading producers of commodities. Mathematical analysis confirmed the existence of a strong direct relationship between the area of land use and specific material investments, with a determination coefficient of 0.8843. The regional threshold of technological sustainability was established at 2.256.6 thousand tenge per hectare. It has been proven that farms with an area of 20-50 hectares are the most critical segment of the regional economy, with a peak loss rate of 22.5%, due to a severe investment deficit. It has been established that the growth rate of infrastructure depreciation, at 135.6%, is significantly lower than the growth rate of total operating costs, at 276.4%. The authors have developed a model of a circular agro-hub of a closed cycle "Kostanay regional bio-resource cluster", which provides for the consolidated purchase of resources with obtaining a discount of 15-20%, and reducing the level of technological defects to 5-7% through the joint use of automated vegetable storage facilities. The economic efficiency of the integration of vegetable growing with fodder production for the full monetization of substandard products is substantiated. The paper concludes that it is advisable to implement the project as a national pilot project to ensure food security and implement the principles of the green economy in the agro-industrial complex.

Keywords: circular closed-loop integration, material costs, correlation and regression analysis, substandard vegetables

Введение. Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения продовольственной безопасности Республики Казахстан и повышения конкурентоспособности отечественного овощеводства в ус-

ловиях глобального перехода к «зеленой» экономики. В Костанайской области овощеводство развивается через увеличение орошаемых площадей [1, С 65]. Лидерами области являются КХ «Бекиров Б.С.», ТОО «Халык Агро

KST», КХ «Тэрра». Опыт этих фермеров демонстрирует, что интенсификация производства и внедрение современных агротехнологий повышают урожайность культур и способствуют стабилизации рынка овощной продукции



в межсезонье, однако средние и малые крестьянские (фермерские) хозяйства остаются в зоне высокого риска.

Цель исследования — разработать и экономически обосновать модель перехода от линейного производства к Костанайскому региональному био — ресурсному кластеру, обеспечивающему полную монетизацию продукции через механизмы циркулярной интеграции.

Методология проведения исследования.

В основе методологии работы был применен комплекс методов:

- статистическая оценка динамики посевных площадей и материальных затрат в Костанайской области за периоды 2015-2019 и 2020-2024 годы;
- аналитическая группировка категорий хозяйств овощеводства. В результате сформированы 5 групп хозяйств по размеру посевных площадей (от 5 до 300+ га) для выявления технологической неоднородности;
- корреляционно-регрессионный анализ для выявления связей между размером площади (х) и уровнем потерь (у), между размером площади (х) и затратами на 1 гектар посевной площади.

В исследование использовались официальные данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК, официальные отчеты управлений сельского хозяйства Костанайской области. Опыт предприятий региона: КХ «Бекиров Б.С.», ТОО «Халык Агро КСТ», КХ «Тэрра» был использован в качестве эталона для 5 группы.

Хозяйства в интервале площади (20 — 100 га) стали объектом работы как наиболее нуждающийся сегмент для внедрения пилотного проекта циркулярного агро- хаба.

Ход исследования. Эффективность овощеводческого сектора во многом определяется характером использования земельных угодий. В этой связи целесообразно провести ретроспективный анализ структурных изменений, произошедшие в распределении земельных ресурсов за последние десятилетия (табл. 1)

Анализ таблицы 1 позволяет говорить о глубокой структурной перестройки овощеводческого сектора. В области происходит качественная перестройка отрасли, так как наблюдается незначительное уменьшение суммарной общей площади под овощами на 4,6%. А вот расширение земельного фонда в крестьянских (фермерских) хозяйствах на 34,2%, свидетельствует, что они становятся основными участниками профессионального овощеводства. В большей степени сократили площади посева овощей на 58,2% сельхозпредприятия. Это указывает на то, что происходит реорганизация крупных предприятий в более гибкие формы крестьянских хозяйств. Хозяйства населения сократили площади на 14,7%. Это свидетельствует о том, что рынок уходит от стихийного дачного производства к индустриальному фермерству, где важны технологии и сохранность урожая.

Выявленная тенденция роста сегмента крестьянских (фермерских) хозяйств ставит перед авторами задачу детального изучения их экономической эффективности [2]. Однако профессиональный сектор овощеводства Костанайской области крайне неоднородно распределен по масштабам землепользования.

Для того, чтобы выявить скрытые закономерности в управлении урожаем, возникла необходимость дифференциации предприятий. Авторы исходили из того, что разные по размеру хозяйства обладают принципиально разными

агротехнологиями. Для верификации данных об уровне брака и некондиции был применен комплексный метод:

- нормативный метод, с помощью которого использованы отраслевые стандарты естественной убыли и порчи при хранении;
- экспертный опрос руководителей ведущих крестьянских (фермерских) хозяйств региона для выявления реального процента отходов при различных способах уборки и хранения.

Такая методология позволила нам выделить пять основных групп хозяйств в зависимости от площади овощевода и сопоставить их с расчетными нормами потерь, характерными для каждой технологической группы (табл. 2)

Согласно проведенному анализу, площадь в 20 — 50 гектар является «переломной» для овощеводческого хозяйства Костанайской области. На этом этапе объемы производства уже превышают возможности ручного труда и бытового хранения, характерных для мелких крестьянских (фермерских) хозяйств (5 — 20 га), но еще не достигают масштабов, позволяющих оккупить строительство высокотехнологичных автоматизированных комплексов. Можно сделать вывод что это наиболее критический сегмент для региональной экономики, так как именно здесь фиксируется максимальный уровень некондиции и порчи от 20 до 25%. Следовательно, общая экономическая эффективность овощеводства региона сегодня напрямую зависит от решения проблем крестьянских (фермерских) хозяйств этого типа.

Для подтверждения этой гипотезы и поиска путей оптимизации необходимо перейти к более глубокому анализу. С этой целью нами был применен математический метод корреляционного анализа.

Применение корреляционного анализа позволит математически подтвердить наличие связи между уровнем потерь продукции и размером площадью хозяйства. Также возможным станет продемонстрировать на диаграмме, после какого размера расширения площадей без инвестиций в технологии приводит к экономической дестабилизации предприятия.

Для анализа тесноты связи в работе используется метод сопоставления средних групповых значений. Это позволило нивелировать случайные ситуации индивидуальных хозяйств и выявить общую региональную закономерность. Для этого используем медиану (середина интервала), занесем данные для проведения регрессии — корреляционного анализа в табл. 3.

Для обеспечения наглядности выявленных закономерностей и построения математической модели зависимости, данные таблицы 3 были преобразованы в графическую форму. Построение диаграммы рассеяния (рисунок 1) позволяет визуализировать тесноту связи между исследуемыми факторами и определить общую региональную тенденцию развития профессионального сектора овощеводства.

На графике представлена линия тренда, описывающая линейную регрессионную модель вида $y = -0,033x + 18,171$, где x — средняя площадь хозяйства, а y — прогнозируемый уровень потерь овощей. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,6534$, подтверждает, что на 65%, уровень потерь в области зависит именно от размера хозяйства и его технологической оснащенности. (рис. 1)

Таблица 1. Динамика земельных угодий производства овощей в Костанайской области, гектар
Table 1. Dynamics of vegetable crop areas by farm category in the Kostanay region, hectares

Наименование показателя	В среднем за период 2015-2019 гг	В среднем за период 2020-2024 гг	Темп роста, %
Все категории хозяйств	2 412,9	2 302,7	95,4
Сельхозпредприятия, гектар	108,4	45,4	41,8
Крестьянские (фермерские) хозяйства, гектар	596,2	799,9	134,2
хозяйства населения, гектар	1 708,3	1 457,5	85,3

Таблица 2. Группировка хозяйств и расчетные нормы потерь
Table 2. Grouping of farms and estimated loss rates

Группировка хозяйств (площадь овощеводов, га)	Расчетная норма некондиции и порчи (%)	Примечание (технологическое обоснование)
Группа 1 (от 5 до 20 га)	12 — 15%	Высокий процент механических повреждений при уборке (ручной труд) и практически полное отсутствие системного хранения
Группа 2 (от 20 до 50 га)	20-25%	Самая проблемная группа, площади уже требуют механизации, но собственных овощехранилищ с климат — контролем нет. Высокий риск массовой порчи при хранении в приспособленных помещениях.
Группа 3 (от 50 до 100 га)	15-18%	У этой группы хозяйств уже имеются некоторые технологии хранения. В овощехранилищах используется частичная автоматизация вентиляции. Некондиционные овощи имеются и занимают не малый процент из — за устаревшей техники.
Группа 4 (от 100 до 300 га)	7-10%	Передовые хозяйства области имеют современную инфраструктуру хранения овощей с автоматизированным температурным режимом и вентиляцией. Потери равны к технологической норме.
Группа 5 (от 300 га)	5 — 7%	Производственный процесс хозяйств полностью автоматизирован. Имеются системы капельного орошения, цифровые мониторинги условий хранения. Уровень потерь считается эталонным, и является минимально возможным для Костанайского региона.



Линия тренда наглядно показывает обратную закономерность, чем больше площадь, тем ниже потери. Точка (2 — ая группа) со средней площадью 35 гектар несет высокие потери в размере 22,5%. Она находится выше всех остальных точек, что является математическим доказательством того, что средние хозяйства Костанайской области страдают больше всего, так как старые методы уже не работают, а на новые методы не хватает финансовых ресурсов. Вторая группа хозяйств находится в зоне риска, и именно эти предприятия нуждаются в разработке предложений по снижению уровня потерь и поиска инвестиций для повышения технологического уровня.

Значение коэффициента детерминации ($R^2 = 0,6534$) подтверждает достоверность корреляции, однако модель не обладает абсолютной прогностической точностью, так как в расчеты включены данные анализа от мелких (крестьянских) хозяйств до крупных агрохолдингов, соответственно имеющие фундаментальные различия в технологиях производства.

Для минимизации погрешностей и более точного научного прогнозирования возникла необходимость в проведении регрессионного анализа среди наиболее чувствительного сектора — хозяйств площадью от 20 до 100 гектар (группы 2 и 3). Графическая интерпретация модели показана на рис. 2.

График на рис. 2, подтверждает, что, уменьшение диапазона исследования только среди 2 и 3 группы хозяйств, показывает, что коэффициент детерминации переходит от стохастической к практически детерминированной (прямой) зависимости ($R^2 = 1$). Это математически подтверждает, что именно эти хозяйства при увеличении площади особенно нуждаются в современных агротехнологиях. Уравнение регрессии $y = -0,15x + 27,75$, наглядно показывает более высокую интенсивность снижения потерь, в среднем составит на 15%. Это подтверждает гипотезу о том, что инвестиции в инфраструктуру хранения в сегменте в 20 — 100 гектар дают максимальный удельный эффект снижения брака.

В этой связи наиболее эффективным механизмом реализации данного потенциала выступает циркулярный агро-хаб замкнутого цикла. Консолидация ресурсов мелких производителей позволит преодолеть индивидуальный инфраструктурный дефицит и достичь необходимого эффекта масштаба для строительства коллективных овощехранилищ [3].

Таким образом построение второго графика позволило верифицировать полученные ранее данные и доказать, что именно переходный этап от мелкого к более среднему является точкой максимальной эффективности для внедрения интеграционных систем замкнутого цикла, использование некондиционной продукции в кормопроизводство [4].

Установленная зависимость между ростом площади и снижением уровня потерь требует детального экономического обоснования. Для этого необходимо проанализировать финансовую нагрузку на каждый гектар в профессиональном секторе овощеводства. На основе данных о материальных затратах для всех категорий хозяйств рассмотрим динамику статей материальных затрат в среднем за два пятилетних периода (таблица 4) [5].

Анализ табл. 4 позволяет сделать вывод что, при общем росте материальных затрат

Таблица 3. Средние групповые показатели для расчета математической модели
Table 3. Average group indicators for calculating the mathematical model

Группа	Аргумент X (средняя площадь, га)	Результат Y (средний % потерь)
1 группа (5-20га)	12,5	13,5
2 группа (20-50 га)	35	22,5
3 группа (50 — 100 га)	75	16,5
4 группа (100-300 га)	200	8,5
5 группа (свыше 300 га)	400	6
Коэффициент корреляции		0,6534

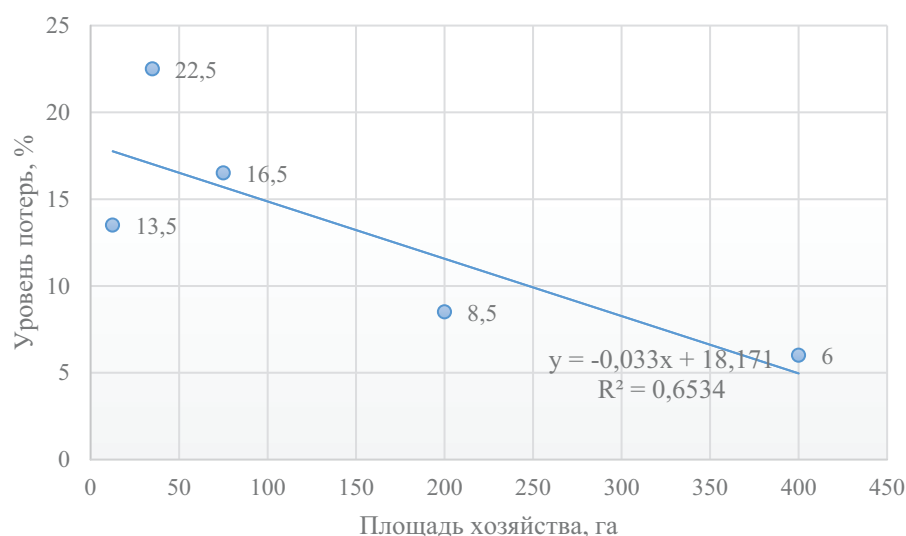


Рисунок 1. Диаграмма точечного рассеяния и линия регрессии влияния масштабов площади на объём некондиции и порчи

Figure 1. Scatter plot and regression line showing the effect of area scale on the volume of substandard and damaged products

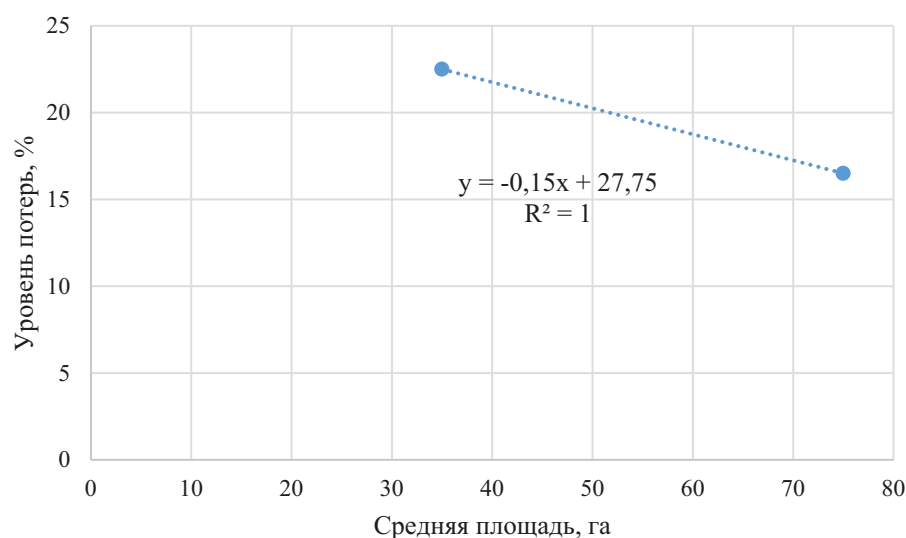


Рисунок 2. Корреляционно-регрессионная математическая модель зависимости уровня потерь в хозяйствах с площадью 20 — 100 гектар

Figure 2. Local regression model of the loss level in farms with an area of 20 to 100 hectares

в 2,7 раза в 2020 — 2024 годы, инвестиции в обновление основных фондов и инфраструктуру (амортизация) показали самый низкий темп роста — всего 135,6%. Это означает что техническая база и мощности по хранению растут в 1,4 раза медленнее, чем общие операционные расходы. Также наблюдается резкий перекося сторону интенсификации за счет «расходных материалов». Взрывной рост затрат на минеральные удобрения (581,2%) на фоне слабого

роста амортизации говорит о том, что хозяйства пытаются добиться урожайности за счет химии, не имея при этом современной техники и складов для качественной обработки и сохранения этого урожая.

Далее целесообразно перейти к расчету и анализу ключевого индикатора технологического уровня производства показателя материальных затрат на 1 гектар посевной площади (табл. 5).





Данные табл. 5 показали, что материальными затраты на производство овощей в Костанайской области выросли более быстрыми темпами чем посевная площадь в среднем за период 2020 — 2024 годы по сравнению с предыдущим периодом. Поэтому можно утверждать, что

отрасль находится на интенсивном пути развития. Профессиональный сектор переходит к использованию более дорогих семян, удобрений и технологий. Однако данная ситуация сказывается на сильном росте затрат, вложенных в 1 гектар земли. Материальные затраты на 1 гектар

в 2020 — 2024 годы возросли на 130,4%. Произошло резкое возрастание материалоемкости производства овощей, что делает единоличное ведение хозяйства крайне рискованным. В этой ситуации интеграция замкнутого цикла видится единственным путем чтобы распределить возросшие затраты и обеспечить сохранность дорогостоящего урожая. Объединение в этом случае поможет фермерам окупить высокие затраты на 1 гектар, минимизировав потери и направив некондиционные овощи на переработку [6,7].

Выявленный средний уровень материальных затрат на 1 гектар равный 3222,8 тыс. тнг в овощеводстве по Костанайской области свидетельствует об интенсивности производства, однако не учитывает разнородные технологии, которые используют производители.

Для выявления зависимости между масштабом производства и уровнем затрат на 1 гектар авторами применен метод аналитических группировок. По причине отсутствия доступа к первичной финансовой информации сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств, была построена математическая модель, где в качестве аргумент (X) выступают медианные значения интервалы используемой площади в предприятиях типичных для региона, в качестве показателя (Y) — расчетные материальные затраты, распределенные методом линейной интерполяции вокруг регионального среднего значения. Выявленные группы хозяйств овощеводческого сектора показаны в таблице 6.

Проведенная авторами группировка хозяйств в таблице 6, показывает прямую зависимость между масштабом площади и уровнем затрат производства. От малых к крупным хозяйствам наблюдается последовательный рост материальных затрат на 1 гектар. Коэффициент корреляции равный 0,8843, свидетельствует о наличии сильной прямой связи между площадью хозяйства и объемом затрат в технологию возделывания каждого гектара. Это подтверждает гипотезу о том, что именно крупные предприятия в овощеводческом секторе обладают высокими финансовыми ресурсами для внедрения интенсивных технологий.

Для наглядной интерпретации выявленной закономерности и расчета математической модели, позволяющей прогнозировать необходимый порог вложений, авторами было построен график линейной регрессии (рисунок 3).

Графическая визуализация данных рисунка 3 доказывает сильную связь, где коэффициент детерминации $R^2=0,8843$ говорит о том, что 88,4% случаев объем материальных вложений в гектар предопределен именно размером площади хозяйства.

Линейная регрессионная модель вида $y=6,1409x+2256,6$ имеет глубокий экономический смысл. Свободный член 2256,6 указывает на базовый уровень затрат, необходимый для ведения профессионального овощеводства в современных условиях региона вне зависимости от площади.

Коэффициент регрессии 6,1409 показывает, что увеличение площади на каждый дополнительный гектар требует увеличения вложений в среднем на 6,14 тыс. тнг.

Математическая модель ясно доказывает, что, малые хозяйства 1 и 2 группы находятся ниже линии тренда на графике, это говорит о том, что

Таблица 4. Динамика материальных затрат в овощеводстве Костанайской области в среднем за 2 пятилетних периода, тнг

Table 4. Dynamics of material costs in vegetable growing in the Kostanay region over 2 five-year periods, tenge

Название статьи	В среднем за 2015 — 2019 годы	В среднем за 2020 — 2024 годы	Темп роста, %
Амортизация	98 720,9	133 845,0	135,6
Семена и посадочный материал	293 296,2	752 097,1	256,4
Минеральные удобрения	33 173,6	192 799,9	581,2
Топливо	198 056,6	576 074,6	290,9
Энергия	22 444,5	59 040,1	263,0
Затраты на воду	9 780,4	17 627,1	180,2
Покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия	217 675,5	788 394,2	362,2
Работы и услуги производственного характера, выполненные сторонними организациями	112 457,1	204 074,6	181,5
Итого материальные затраты, тыс тнг	985 604,8	2 723 952,7	276,4

Таблица 5. Динамика удельных материальных затрат в секторе овощеводства Костанайской области

Table 5. Dynamics of specific material costs in the vegetable growing sector of the Kostanay region

Показатели	В среднем за 2015 — 2019 годы	В среднем за 2020 — 2024 годы	Темп роста, %
Материальные затраты, тыс тнг	985 604,8	2 723 952,7	276,4
Посевная площадь, га	704,6	845,2	120,0
Затраты на 1 га, тыс тнг	1 398,8	3 222,8	230,4

Таблица 6. Группировка хозяйств по размеру площади и уровню затрат на 1 гектар

Table 6. Grouping of vegetable farming enterprises by area size and level of material investments

Группа	Аргумент X (средняя площадь, га)	Результат Y (затраты на 1 гектар, тыс тнг)
1 группа (5-20га)	12,5	1870
2 группа (20-50 га)	35	2450
3 группа (50 — 100 га)	75	3100
4 группа (100-300 га)	200	3800
5 группа (свыше 300 га)	400	4500
Коэффициент корреляции		0,8843

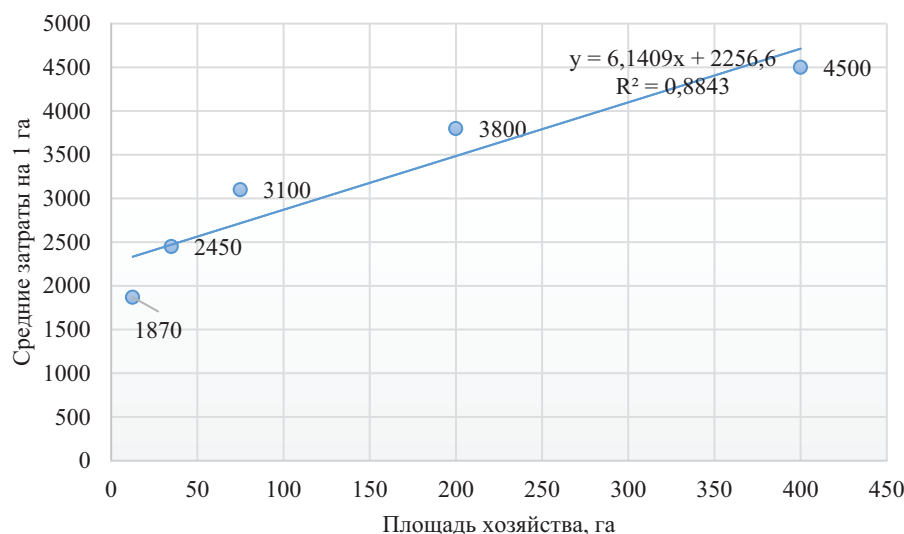


Рисунок 3. Корреляционно — регрессионная зависимость средних затрат на 1 гектар от площади хозяйства в Костанайской области

Figure 3. Correlation and regression analysis of average costs per hectare by farm area in the Kostanay region



Рисунок 4. Механизм трансформации производственных потерь в добавленную стоимость через создание регионального био-ресурсного агро-хаба
 Figure 4. Model of transformation of production losses into additional revenues through the creation of a regional bio — resource agro — hub

их уровень вложения затрат на 1 гектар ниже порогового значения, равного 2256,6 тыс тг по области. Предприятия характеризуются как технологически отставшие и они же соответственно несут высокие потери овощной продукции [8].

Единственным механизмом, позволяющим средним производителям (35 — 75 га) преодолеть этот региональный финансовый порог материальных вложений и достичь уровня технологий лидера, является интеграция. Консолидация ресурсов позволит фермерам аккумулировать необходимые оборотные средства для закупа элитных семян и современных систем защиты растений, переводя их из зоны выживания в зону высококоротельного интенсивного производства [9,10].

Результаты и обсуждение. Проведенное исследование позволило констатировать ситуацию, что овощеводство Костанайской области развивается интенсивным способом, так как рост удельных затрат с 1398,8 до 3222,8 тыс. тг на гектар, но при этом в отрасли наблюдается критическое отставание инвестиций в инфраструктуру, где рост амортизации в 1,4 раза медленнее операционных расходов. Математическая модель подтвердила, что у фермеров, где посевная площадь составляет от 20 до 100 гектар агротехнологически отстают в производстве овощей. Ядром исследования является рассчитанный авторами показатель регионального уровня затрат на 1 га в овощеводстве, и он составил 2256,6 тыс тг/га. На графике корреляционного анализа, видно, что материальные вложения хозяйств первой и второй группы находятся ниже или в точке регионального значения уровня затрат на 1 гектар. Выявленная закономерность, позволяет судить что для внедрения современных интенсивных агротехнологий и обеспечения сохранности продукции необходимо преодолеть значение порога регионального показателя затрат. Наиболее остро

эта проблема проявляется во второй группе хозяйств, где отсутствие автоматизированных охладительных систем и современной техники, обуславливает максимальный уровень потерь — 22,5% урожая. Таким образом, можно утверждать, что уровень затрат на 1 гектар выступает ключевым фактором технологического уровня производства.

Формирование модели замкнутого цикла «Костанайский региональный био — ресурсный кластер» авторами рассматривается как перспективный инструмент повышения эффективности овощеводства. Процесс циркулярной интеграции позволяет изменить структуру издержек производства овощей по следующим ключевым направлениям:

1. Прежде всего это касается негативного влияния розничных цен, на закупку сырья и удобрений малыми хозяйствами. Циркулярный агро-хаб замкнутого цикла позволит реализовать механизм консолидированного заказа элитных семян и современных средств защиты растений напрямую у заводов изготовителей, которые предоставляют дисконт в размере 15–20% на крупные партии поставки. Дополнительным эффектом интеграции замкнутого типа является коллективное использование современной техники агро-хаба. Что позволит сократить удельные расходы на ремонт изношенного оборудования и ГСМ, при этом увеличится скорость и качество уборки. Таким образом фермер получает технологию уровня лидера группы 5, но по более низкой цене, чем при самостоятельном покупке.

2. Важнейшим результатом интеграции замкнутого цикла является защита урожая через коллективную инфраструктуру. Строительство современного овощехранилища с автоматизированным климат — контролем на 5000+ тонн неопытно для одного хозяйства 2 и 3 группы. В рамках агро- хаба удельные вложения в хранение на 1 тонну продукции снижаются за счет

масштаба. Также современное овощехранилище защищает хозяйства от потерь. Потери у хозяйств 2 группы составляют 22,5%, за счет использования современного овощехранилища эти потери сократятся до 5–7%.

3. Хозяйства в агро — хабах замкнутого цикла смогут повысить маржинальность производства и реализации овощей через прямые продажи и утилизацию некондиционной продукции. Интеграция замкнутого цикла открывает доступ к прямым каналам сбыта как торговые сети и на экспорт, которые закрыты для крестьянских (фермерских) хозяйств 1 и 2 группы из-за нестабильности объемов. Важнейшим элементом агро — хаба замкнутого цикла является централизованная переработка некондиционных овощей. Переработка брака в сочные корма, и его реализация по рыночным ценам позволяет монетизировать некондиционную продукцию, которая раньше подлежала утилизации.

4. Участие крупных агропроизводителей в Костанайском агро — хабе замкнутого цикла позволит максимизировать отдачу от их капиталовложений. Обладая мощной инфраструктурой хранения и парком машин, лидеры могут выступать в качестве сервисных центров агро — хаба. Это позволит максимально загрузить собственные мощности в периоды простоя, при этом распределить расходы на общие объемы продукции, что снизит издержки хранения собственного урожая. Наличие в структуре циркулярной интеграции специализированного цеха по производству кормов, позволяет лидерам монетизировать те объемы некондиционной продукции, которые ранее подлежали утилизации. Объемы сбора овощей от интеграции овощеводческих хозяйств усилят переговорные позиции лидеров при работе с зарубежными ритейлерами и позволяет оптимизировать транспортные расходы за счет консолидации грузов.



Таким образом лидеры в циркулярной интеграции замкнутого типа отрасли занимают позицию технологического локомотива. Их участие превращает интеграцию в полноценный промышленный кластер, где крупные производители снижают свои операционные расходы, а малые получают доступ к агротехнологиям мирового уровня.

Визуализация перехода от традиционной модели овощеводства к организации циркулярного агро-хаба замкнутого цикла «Костанайский региональный био-ресурсный кластер» представлен на рис. 4.

Область применения результатов. Результаты исследования предназначены для использования в деятельности Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан и региональных акиматов при разработке программ стратегического развития агропромышленного комплекса. Разработанная модель регионального био — ресурсного кластера является универсальной и может быть масштабирована на другие овощеводческие регионы страны на основе принципов «зеленой» экономики.

Список источников

1. Лысенко М.В., Лысенко Ю.В., Лысенко Н.В., Кошевая Л.И., Лилимберг С.И. Анализ и прогнозирование развития отрасли овощеводства на примере Костанайской Области Республики Казахстан // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2025. № 2. С. 63-88.
2. Лысенко, Ю. В., Лысенко М.В., Кошевая Л.И. Сравнительный анализ экономической эффективности производства овощей в сельхозпредприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах Костанайской области // АПК: Экономика, управление. 2025. № 11. С. 149-157. DOI: 10.33305/2511-149.
3. Доценко Е.Ю., Ездина Н.П., Мудрова С.В. Бизнес-модели циркулярной экономики // Постсоветский материк. 2023. № 2 (38). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/biznes-modeli-tsirkulyarnoy-ekonomiki>
4. Молдован А.А. Циркулярная экономика в сельском хозяйстве // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2025. № 3 (85).

<http://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-selskom-hozyaystve>

5. Официальный сайт Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. <http://stat.gov.kz/ru>.

6. Тактарова С.В., Солдатова С.С. Современные тенденции и направления развития овощеводства в целях обеспечения продовольственной безопасности страны // АБВ. 2024. № 7. <http://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-i-napravleniya-razvitiya-ovoshevodstva-v-tselyah-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-strany>

7. Амирова Н.Р., Саргина Л.В., Кондратьева Я.Э., Циркулярная экономика: возможности и барьеры // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. 2021. № 3 (59). <http://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-vozmozhnosti-i-bariery>

8. Журова Г.Ш., Абдухалилов Ж. Шамсиддин Угли Использование мини технологии переработки некондиционных сельхозпродуктов для корма животных // Universum: технические науки. 2020. № 4-1 (73). <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mini-tehnologii-pererabotki-nekonditsionnykh-selhozproduktov-dlya-korma-zhivotnykh>

9. Мухаммедов М. Циркулярная экономика в контексте устойчивого развития // Вестник науки. 2024. № 3 (72). <http://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-kontekste-ustoychivogo-razvitiya>

10. Минаков И.А. Тенденции регионального развития овощеводства открытого грунта // Наука и образование. 2023. № 2. <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-regionalnogo-razvitiya-ovoshevodstva-otkrytogo-grunta>

References

1. Lysenko M.V., Lysenko Yu.V., Lysenko N.V., Kosheva L.I., Liliimberg S.I. (2025). *Analiz i prognozirovaniye razvitiya otrasli ovoshevodstva na primere Kostanayskoy Oblasti Respubliki Kazakhstan* [Analysis and forecasting of the development of the vegetable growing industry on the example of the Kostanay Region of the Republic of Kazakhstan]. *International Journal of Applied Sciences and Technologies «Integral»*, no. 2, pp. 63-88.
2. Lysenko Yu.V., Lysenko M.V., Koshevaya L.I. (2025). *Sravnitel'nyi analiz ekonomicheskoy effektivnosti proizvodstva ovoshechey v sel'khozpredpriyatiyakh i krest'yanskikh khozyaystvakh Kostanayskoy oblasti* [Comparative analysis of the economic efficiency of vegetable production in agricultural enterprises and peasant (farmer) households

of the Kostanay region]. *AIC: Economy, Management*, no. 11, pp.149-157.

3. Dotsenko E.Yu., Ezdina N.P., Mudrova S.V. (2023). *Biznes-modeli tsirkulyarnoy ehkonomiki* [Business models of the circular economy]. *The post-Soviet continent*, no. 2 (38). <http://cyberleninka.ru/article/n/biznes-modeli-tsirkulyarnoy-ekonomiki>

4. Moldovan A.A. (2025) *Tsirkulyarnaya ehkonomika v sel'skom khozyaystve* [Circular economy in agriculture] *Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement*, no. 3 (85), <http://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-selskom-hozyaystve>.

5. Official website of the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. <http://stat.gov.kz/ru>.

6. Taktarova S.V., Soldatova S.S. (2024). *Sovremennye tendentsii i napravleniya razvitiya ovoshevodstva v tselyakh obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti strany* [Modern Trends and Directions of Vegetable Growing Development in Order to Ensure the Country's Food Security]. *AVU*, no. 7. <http://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-i-napravleniya-razvitiya-ovoshevodstva-v-tselyakh-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-strany>

7. Amirova N.R., Sargina L.V., Kondrat'eva Ya.Eh. (2021). *Tsirkulyarnaya ehkonomika: vozmozhnosti i bar'ery* [Circular Economy: Opportunities and Barriers]. *Izvestiya VUZov. Povolzhsy Region. Social Sciences*, no. 3 (59). <http://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-vozmozhnosti-i-bariery>

8. Zhuraeva G.Sh., Abdukhaliyov Zh. Shamsiddin Ugli. (2020). *Ispol'zovanie mini tekhnologii pererabotki nekonditsionnykh sel'khozproduktov dlya korma zhivotnykh* [The Use of Mini-Technology for Processing Substandard Agricultural Products for Animal Feed] *Universum: Technical Sciences*, no. 4-1 (73). <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-mini-tehnologii-pererabotki-nekonditsionnykh-selhozproduktov-dlya-korma-zhivotnykh>

9. Mukhammedov M. (2024). *Tsirkulyarnaya ehkonomika v kontekste ustoychivogo razvitiya* [Economy in the Context of Sustainable Development] *Bulletin of Science*, no 3 (72). <http://cyberleninka.ru/article/n/tsirkulyarnaya-ekonomika-v-kontekste-ustoychivogo-razvitiya>

10. Minakov I.A. (2023). *Tendentsii regional'nogo razvitiya ovoshevodstva otkrytogo grunta* [Trends in the Regional Development of Open-Field Vegetable Growing] *Science and Education*, no. 2. <http://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-regionalnogo-razvitiya-ovoshevodstva-otkrytogo-grunta>

Информация об авторах:

- Лысенко Максим Валентинович**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, учета и анализа хозяйственной деятельности, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0680-4478>, Dec_eib@mail.ru
- Полянская Ольга Алексеевна**, кандидат экономических наук, заведующая кафедрой экономики, учета и анализа хозяйственной деятельности, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5377-1891>, Polyanskaya_78@mail.ru
- Лысенко Юлия Валентиновна**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, управления и права, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8173-4174>, lysenkoyulia@mail.ru
- Корнеев Дмитрий Николаевич**, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой экономики, управления и права, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0461-0354>, Korneevdn73@mail.ru
- Кошевая Людмила Ивановна**, магистр, старший преподаватель кафедры экономики Костанайского филиала Челябинского государственного университета, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-7980-0121>, andrich83@mail.ru
- Камдина Людмила Владимировна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Челябинский государственный университета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2028-5763>, Kamdina_prof@mail.ru

Information about the authors:

- Maxim V. Lysenko**, doctor of economic sciences, professor, department of economics, accounting, and analysis of economic activity, Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0680-4478>, Dec_eib@mail.ru
- Olga A. Polyanskaya**, candidate of economic sciences, head of the department of economics, accounting, and analysis of economic activity, Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5377-1891>, Polyanskaya_78@mail.ru
- Yulia V. Lysenko**, doctor of economic sciences, professor, department of economics, management, and law, South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8173-4174>, lysenkoyulia@mail.ru
- Dmitry N. Korneev**, candidate of pedagogical sciences, head of the department of economics, management, and law, South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0461-0354>, Korneevdn73@mail.ru
- Lyudmila I. Koshevaya**, senior lecturer department of economics, Kostanay Branch of Chelyabinsk State University, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7980-0121>, andrich83@mail.ru
- Lyudmila V. Kamdina**, candidate of economic sciences, department of economics, Chelyabinsk State University, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2028-5763>, Kamdina_prof@mail.ru



Научная статья
УДК 633.18:631.674.6
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_499

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ БАРЬЕРЫ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВА РИСА В РЕСПУБЛИКЕ ГАНА: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Д.Г. Йамоах, И.А. Приходько, Х.Е. Кесафоти, В.Е. Клименко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

Аннотация. Рис является стратегической сельскохозяйственной культурой Республики Гана, формирующей 15% ВВП и обеспечивающей продовольственную безопасность миллионов домохозяйств. Однако за последнее десятилетие разрыв между внутренним производством и потреблением критически увеличился, достигнув 50%-й зависимости от импорта. Несмотря на существенный успех в производстве риса, который наблюдается в последние годы, собственное производство риса покрывает только 47% при общем спросе в 1,5 млн т. Основной проблемой достижения самообеспечения страны рисом является отсутствие рисовых оросительных систем, современных водосберегающих технологий возделывания риса и достаточного количества специалистов. В связи с этим среднегодовая урожайность риса по двум сезонам (влажному и сухому) составляет от 2,5 до 3,5 т/га при потенциальной урожайности сортов 10 т/га. Поэтому в настоящей работе проведен комплексный анализ системных барьеров, сдерживающих развитие рисоводства в Гане. Анализ научных работ за 2013–2025 гг. показывает, что основными проблемами отрасли остаются деградация и засоление почв, климатическая нестабильность с потеплением на 0,21°C за десятилетие, острая нехватка мелиоративной и перерабатывающей инфраструктуры при 77,6% ручного труда, а также нерациональное управление водными и питательными ресурсами. Критическим звеном признана мелиорация: из-за использования малой доли ирригационного потенциала и опоры на дождевое земледелие отрасль крайне уязвима перед погодными аномалиями. В качестве решения предложен переход к комплексному управлению ресурсами, включающий масштабирование капельного орошения и метода чередования влажных и сухих периодов (AWD), восстановление почв с помощью биоугля и рисовой соломы, а также внедрение стрессоустойчивых сортов *Oryza glaberrima*. Сделан вывод о необходимости смены парадигмы: от экстенсивного импортозамещения — к устойчивой интенсификации на принципах агроэкологии и климатически оптимизированного земледелия.

Ключевые слова: Республика Гана, рис, урожайность риса, водосберегающие технологии возделывания риса, режимы орошения риса, природоподобные технологии

Original article

AGRO-ECOLOGICAL AND INFRASTRUCTURAL BARRIERS TO SUSTAINABLE RICE PRODUCTION IN REPUBLIC OF GHANA: A SYSTEMATIC ANALYSIS AND WAYS FORWARD

D.G. Yamoah, I.A. Prikhodko, Kh.E. Kesafoti, V.E. Klimenko

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. Rice is a strategic agricultural crop for Republic of Ghana, accounting for 15% of GDP and ensuring food security for millions of households. However, over the past decade, the gap between domestic production and consumption has widened dramatically, reaching 50% dependence on imports. Despite significant progress in rice production in recent years, domestic rice production only covers 47% of total demand of 1.5 million tons. The primary challenge to achieving rice self-sufficiency is the lack of rice irrigation systems, modern, water-efficient rice cultivation technologies, and a sufficient number of specialists capable of implementing them across Ghana. Consequently, the average annual rice yield across the two seasons (wet and dry) ranges from 2.5 to 3.5 t/ha, with potential yields of 10 t/ha for various varieties. Therefore, this paper provides a comprehensive analysis of the systemic barriers hindering the development of rice cultivation in Ghana. Based on a synthesis of modern literary sources (2013–2025), four key clusters of problems were identified: soil degradation and salinization; climatic instability with a temperature increase of 0.21°C per decade; critical insufficiency of land reclamation and processing infrastructure with 77.6% manual labor; irrational management of water and nutrient resources. Particular attention is paid to the reclamation aspect: it has been proven that with the use of only a small share of the irrigation potential and the prevalence of a rainfall cultivation regime, the sector remains extremely vulnerable to weather anomalies. A concept for transitioning to integrated resource management is proposed, including scaling up drip irrigation systems and the wet-dry cycle (AWD) method, using biochar and rice straw for soil restoration, and introducing stress-tolerant *Oryza glaberrima* varieties. A paradigm shift is needed: from extensive import substitution to sustainable intensification based on the principles of agro-ecology and climate-smart agriculture.

Keywords: Republic of Ghana, rice, rice yield, water-saving rice cultivation technologies, rice irrigation regimes, nature-like technologies

Введение. Рис (*Oryza sativa* L. и *Oryza glaberrima* Steud.) занимает уникальное положение в аграрной экономике Республики Гана. Являясь основной продовольственной культурой для городского и сельского населения, он одновременно формирует 15% валового внутреннего продукта страны и обеспечивает средства к существованию для сотен тысяч мелких фермерских хозяйств. В период с 2008 по 2025 гг. производство необрушенного риса (падди) увеличилось с 302 до 1135 тыс. т [1] (рис. 1),

а посевные площади расширились. Однако, если проанализировать посевные площади, занятые под посадкой риса, которые за последние 10 лет увеличились на 57%, то можно сделать вывод, что данный рост был достигнут преимущественно экстенсивным путем — за счет вовлечения новых земель, а не повышения урожайности.

Парадокс современного этапа развития рисоводства Ганы заключается в следующем: при наличии благоприятных агроклиматических условий в шести экологических зонах (от возвы-

шенных плато до приливных водно-болотных угодий), наличии местных адаптированных генотипов и политической воли к импортозамещению, отрасль демонстрирует хроническую нестабильность, что выражается в том, что при уверенном расширении посевов фактические сборы риса «лихорадит» из года в год из-за погодных скачков, слабой ирригации и логистических потерь.

Импорт покрывает более половины внутреннего спроса, а в периоды глобальных логистиче-

ских сбоев (как в 2024 г.) цены на местном рынке возрастают на 225%, что оборачивается реальной угрозой продовольственной безопасности Ганы: даже имея потенциал, страна остается заложницей внешних рынков, а ценовой шок — маркер провала системы хранения и формирования запасов.

Поэтому поставленные в наших исследованиях задачи ставят целью систематизацию и критический анализ фундаментальных проблем, препятствующих устойчивому развитию рисоводства Ганы. В отличие от предыдущих работ, фокусировавшихся на отдельных аспектах (экономических, агротехнических или климатических), настоящий обзор рассматривает проблему в разрезе четырех взаимосвязанных блоков: почвенно-агрохимического, климатического, инфраструктурного и мелиоративного. Особый акцент сделан на мелиорации как «узком горлышке» всей производственной цепочки.

Основная часть. В первую очередь, необходимо обратиться к состоянию почвенного покрова, поскольку именно он задает базовые условия для выращивания риса. Исследования показывают, что состояние почв рисовых полей Ганы характеризуется устойчивой негативной динамикой, которая выражается в комплексе процессов: критическом снижении содер-

жания органического вещества, подкислении (рН 4,0-5,5), прогрессирующем засолении (более 30% орошаемых площадей), физической деградации (уплотнение, эрозия) и накоплении тяжелых металлов (превышение ПДК по мышьяку и свинцу до 10 раз).

В настоящее время выделяют две группы индикаторов почвенного неблагополучия [2]: визуальные (кристаллические солевые частицы на поверхности, ожоги листового аппарата) и физиологические (поверхностное уплотнение, низкая полевая всхожесть, угнетение кущения, стерильность колосков). Анализ солевого стресса на урожайность риса показал, что он является лимитирующим фактором в прибрежных зонах и районах с нерациональным орошением и указывает на ограниченность органических методов мелиорации засоленных почв в условиях Ганы. Скудная растительность в агроэкологической зоне, отсутствие паровых полей и высокая конкуренция за растительную биомассу (использование для кровли, топлива, кормов и ремесел) делают традиционные стратегии внесения органических веществ трудно-выполнимыми.

Дополнительным фактором деградации выступает утрата органического углерода [3]. Длительное применение бессистемных севооборотов и преобладание монокультуры риса

привели к значительному снижению содержания органического углерода в почвах, что демонстрирует прямую корреляцию между использованием исключительно неорганических удобрений и падением содержания органического углерода в почвах, изменением рН, а также доступного азота. Это, в свою очередь, нарушает трофические связи почвенной микробиоты и снижает естественное плодородие, что выражается в падении содержания органического углерода ниже критического уровня 1,0%, подкислении почв до рН 4,9-5,5 и устойчивом снижении урожайности, которое проявляется в форме высокой волатильности и которое не компенсируется минеральными удобрениями.

В качестве перспективного направления восстановления почв признается агролесоводство, использование которого доказывает, что наличие древесной растительности на рисовых полях или по их периметру улучшает биоразнообразие, способствует аккумуляции влаги и повышает устойчивость агроэкосистем [4].

Не менее важным инструментом улучшения почвенного плодородия служат севообороты. Севооборот с бобовыми и кукурузой демонстрирует высокую экономическую эффективность, использование этих культур, как показывает проведенный анализ, дает рост урожайности риса на 10,5% и кукурузы на 11,3% при введении ротационных схем, с одновременным увеличением чистой прибыли на 16,7%. Также, согласно проведенным исследованиям, севооборот нарушает циклы вредителей и болезней, улучшает плодородие почвы, снижает ее долгосрочную деградацию и решает проблемы почвенных вредителей и сорняков, с которыми пестициды часто не справляются. Это подтверждает необходимость пересмотра структуры посевных площадей.

Наряду с почвенными проблемами, производство риса в Гане сталкивается с серьезными климатическими вызовами [5]. Гана находится в зоне повышенной климатической уязвимости, поэтому производство риса сталкивается с рядом угроз, связанных с экстремальными погодными явлениями, вызванными изменением климата. Засухи, наводнения, ураганы и высокие температуры нарушают агроэкологическую стабильность, снижают устойчивость, создают экономические трудности и усугубляют продовольственную нестабильность. Проведенный климатический анализ многолетнего ряда наблюдений показал, что наблюдается повышение среднегодовой температуры на 0,21°C за десятилетие (с 1990 г.), с прогнозируемым ростом на 1,7°C к 2030 г. (рис. 2). В результате чего был установлен физиологический порог для *Oryza sativa*: отклонение от оптимума (22-28°C) в фазе цветения индуцирует стерильность пыльцы и резкое снижение озерненности метелок.

Климатические изменения в Гане проявляются прежде всего в усилении неравномерности выпадения осадков. Если на юге страны по-прежнему фиксируется два дождливых сезона (апрель-июль и сентябрь-ноябрь), то на севере влажный период укорачивается, а сухой, напротив, удлиняется (с ноября по май). Согласно проведенному анализу многолетнего ряда наблюдений количества осадков, выявлена общая тенденция к уменьшению годовых сумм

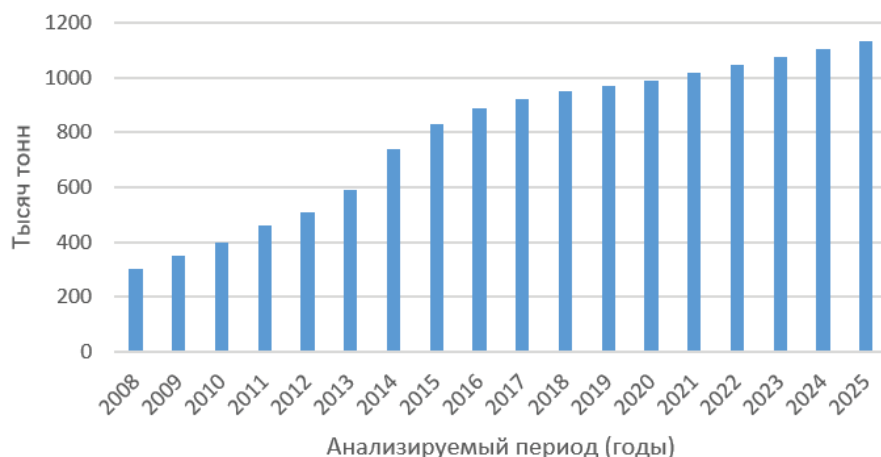


Рисунок 1. График динамики производства необрушенного риса (2008- 2025 гг.)
Figure 1. Graph of the dynamics of paddy rice production (2008-2025)

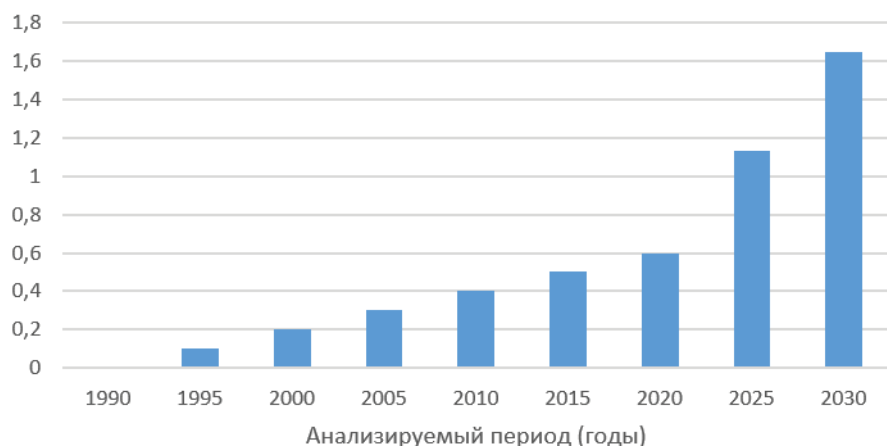


Рисунок 2. Хронология колебаний температуры и количества выпадающих осадков в Гане в интервале 1990-2030 гг.
Figure 2. Chronology of temperature and rainfall fluctuations in Ghana during the period 1990-2030



осадков при одновременном росте их экстремальности. Это нарушает привычные сроки посева и уборки, заставляя аграриев пересматривать стратегии управления полями. Ливневые осадки вызывают затопление рисовых чеков, приводят к кислородному голоданию корней, накоплению токсичных форм железа, марганца и сероводорода, а также укорачивают вегетацию. Засушливые периоды, наоборот, создают осмотический и солевой стресс у растений. Как показывает практика возделывания риса в Верхневосточном регионе Ганы, нестабильность увлажнения способствует вспышкам пирикулярноза, из-за чего потери урожая в очагах поражения достигают 50% [6]. Экономические последствия такой нестабильности уже вполне ощутимы, характеризуются как «парадокс дефицита среди изобилия» и выражаются в следующем:

- количественный разрыв (около 900 тыс. т): внутреннее производство покрывает лишь половину растущего спроса, из-за чего Гана вынуждена импортировать почти 1 млн т риса ежегодно. Расходы на импорт риса являются серьезным бременем для экономики, превышая 3 млрд седи в год;
- структурный разрыв: рост спроса обусловлен быстрой урбанизацией (почти 60% населения живут в городах) и предпочтением потребителями импортного риса, который составляет до 70% продаж в стране. На фоне этого рису в Гане отводится лишь 2,6% сельхозугодий, а устаревшие методы производства и слабая инфраструктура обрекают местную продукцию на неконкурентоспособность;
- кризис сбыта (более 1,3 млн т): наиболее остро парадокс проявляется в том, что на складах страны скопилось свыше 1,3 млн т нереализованного местного риса. Фермеры не могут найти сбыт своей продукции из-за того, что рынок переполнен дешевым импортом, иногда контрабандным;
- экономический и социальный шок: ситуация усугубляется резкими скачками цен. В 2024 г. цены на рис взлетели на 225%, что, вкупе с общим снижением урожая зерновых на 21,82%, вынудило значительную часть населения экономить на еде: 58,3% домохозяйств снизили качество питания, 44,71% — урезали порции.

Становится очевидным, что именно провалы в местном выращивании риса являются главной причиной 50%-й импортной зависимости Ганы. Крах 2024 г., когда цены на рис взлетели на 225%, наглядно показал уязвимость сложившейся модели продовольственной безопасности. В этой связи улучшение агротехнических приемов и сортовой основы рассматривается в наших исследованиях как ключевое направление адаптации к климатическим изменениям и способности фермеров осуществлять подбор сортов и методов ведения хозяйства с учетом локальных почвенно-климатических условий.

Тем не менее даже при благоприятном сочетании почв и погоды главным препятствием остается инфраструктурная и техническая отсталость. Около 77,6% всех сельхозопераций в Гане до сих пор выполняются вручную — махеты, мотыгами и серпами [7]. Прimitивный инвентарь доминирует как при подготовке

земли, так и в уходе за посевами, что не только сдерживает производительность труда, но и блокирует внедрение ресурсосберегающих технологий. Одним из ключевых инфраструктурных ограничений, согласно заявлению министра продовольствия и сельского хозяйства Ганы, остается острая нехватка рисовых перерабатывающих предприятий непосредственно в зонах выращивания культуры. Из-за дефицита мощностей для первичной и глубокой обработки зерна фермеры вынуждены либо продавать сырец по заниженным ценам, либо мириться с потерями урожая при хранении. В результате складывается замкнутый круг: низкая доходность не дает возможности инвестировать в обновление, а отсутствие модернизации консервирует отсталость.

Не менее важное звено — мелиорация и регулирование водопользования. Согласно принятой системе земледелия в Гане, поля, занятые возделыванием риса, делятся на три категории: орошаемые, низинные (с естественным переувлажнением) и богарные. Доля систематически орошаемых земель остается неприемлемо малой; страна использует лишь малую часть имеющегося ирригационного потенциала. Из этого следует, что основная масса посевов полностью зависит от нерегулярных осадков. В качестве основного способа полива повсеместно применяется затопление, которое отличается низкой эффективностью использования воды, значительными потерями на испарение и фильтрацию, а также провоцирует вторичное засоление.

Более совершенная технология — метод чередования влажных и сухих периодов (AWD), при котором поле не держат постоянно под слоем воды, а периодически осушают. Попыты, проведенные в районе Вольта, подтвердили, что метод чередования влажных и сухих периодов (AWD) вполне работоспособен в местных условиях: он дает ощутимую экономию поливной воды без значимых потерь в урожайности. Более простой и дешевый вариант — дождевание — тоже является альтернативой затоплению, но у него есть серьезные недостатки: высокая доля испарения с поверхности листвы, а также сильная зависимость равномерности полива от ветра. Намного лучшие результаты демонстрирует капельное орошение. Так, в ходе экспериментов на аэробных посевах риса удалось одновременно поднять урожайность на 29%, сократить водозабор наполовину и довести водопродуктивность до 1,03 кг/м³ [8]. Схожие исследования [9] также подтвердили положительный эффект от перехода на капельную систему: расход оросительной воды снизился на 42%, а эффективность полива заметно выросла. Но у этой технологии есть и оборотная сторона — она требует точной настройки и регулярного обслуживания (проверка эмиттеров, промывка линий, контроль влажности). В условиях, когда большинство хозяйств Ганы испытывают острую нехватку технических средств и квалифицированных кадров, такой барьер становится практически непреодолимым. Внедрение водосберегающих методов, таких как точное земледелие, аэробное выращивание риса, гидропонное размножение семян и сбор дождевой воды, является эффективным способом борьбы с последствиями изменения климата. Расширение

иригационной инфраструктуры позволит снизить, а в дальнейшем не зависеть от нерегулярных осадков.

Все вышеизложенное позволяет утверждать: мелиоративный комплекс Ганы находится в состоянии институциональной и технологической ловушки. При наличии апробированных водосберегающих технологий их массовое внедрение сдерживается высокой капиталоемкостью систем точного орошения, отсутствием сервисных служб и кадрового потенциала, фрагментацией землепользования (мелкотоварный сектор), а также дефицитом энергоснабжения для насосных станций.

Неразрывно с мелиорацией связано управление почвенным плодородием и удобрениями. Управление питательными веществами является критическим фактором устойчивости рисоводства. Однако реальная практика в Гане далека от научно обоснованных рекомендаций. Чрезмерное использование удобрений привело к деградации почвы и оказало негативное воздействие на экосистемы и биоразнообразие. Перекус в сторону азотных удобрений при игнорировании калийных и фосфорных, нарушение сроков внесения и дозирования привели к физико-химической деградации почв [10]. В то же время существует большой ресурсный потенциал рисовой соломы. Результаты исследований в этой области [11] убедительно демонстрируют, что рисовая солома содержит 80% потребляемого рисом калия (K), 40% азота (N) и 30% фосфора (P). Ее заделка в почву позволяет не только сократить потребность в минеральных удобрениях, но и повысить содержание органического углерода, улучшить структуру и стимулировать почвенную биоту. В Гане рисовая солома остается «обильным и недоиспользуемым ресурсом биомассы». Традиционная практика сжигания соломы на полях или ее вывоз должна быть заменена на компостирование и прямое внесение.

Отдельного внимания заслуживает биоуголь как мелиорант. Данные исследований полевых опытов в Гане доказали [9], что внесение биоугля повышает способность почвы секвестрировать углерод в пахотном горизонте. Синергизм биоугля и азотных удобрений приводит к росту объема корневой системы риса и улучшению поглощения NPK. Биоуголь — это твердый побочный продукт, образующийся при пиролизе органических биологических материалов в условиях низкого или ограниченного содержания кислорода. Тот же самый биоуголь вполне реально получать из рисовой соломы, что позволяет замкнуть технологический цикл переработки отходов. Добавление подобных медленно разлагающихся материалов, включая биоуголь, способствует связыванию углерода и уменьшению выбросов CO₂ в атмосферу [12]. В любом случае, все подкормки следует проводить только после почвенно-растительной диагностики и точного расчета доз NPK, что обеспечит максимальную экономию удобрений (до 30-50%), повышение урожайности на 35-50% и качества продукции при одновременном снижении негативного воздействия на почвенную микробиоту и экосистемы.

Когда органические компоненты (солома, биоуголь, навоз) комбинируются с минеральными удобрениями, возникает синергия. Органика положительно влияет на структуру почвы





и ее буферную способность, тогда как минеральные удобрения дают быстрый, ярко выраженный стартовый эффект. Подобное комплексное применение органических и неорганических удобрений дает сельскому хозяйству целый ряд выгод: растет плодородие почвы за счет поступления разнообразных питательных элементов и органического вещества, улучшается почвенная структура, повышается способность удерживать элементы питания, а также активизируется микробиологическая жизнь.

Обсуждение. Проведенный анализ позволяет перейти от констатации разрозненных проблем к построению системной модели. В-первых, следует признать, что стратегия импортозамещения в рисоводстве Ганы, реализуемая преимущественно административными и макроэкономическими методами (пошлины, квоты, кредиты), натолкнулась на жесткие технологические и экологические ограничения. Без кардинальной модернизации мелиоративного фонда наращивание производства невозможно. Во-вторых, климатические изменения выступают не просто фоновым фактором, а прямым дестабилизатором. Неравномерность осадков девальвирует традиционные знания фермеров о сроках сева и выборе полей. Адаптация к климату требует перехода от пассивного реагирования к активному управлению водным режимом. В-третьих, мелиорация и почвенное плодородие неразрывно связаны. Капельное орошение и AWD не только экономят воду, но и предотвращают засоление. Биоуголь и солома не только питают растения, но и повышают влагоемкость легких почв. Использование стрессоустойчивых сортов может повысить продуктивность и расширить выращивание риса в засоленных регионах. В-четвертых, низкая механизация — не только причина, но и следствие. Пока производство риса остается мелкозвеньевым и низкорентабельным, у фермеров нет средств для приобретения техники. Государственно-частное партнерство в создании машинно-технологических станций и ирригационных кооперативов представляется неизбежным. Эффективное использование удобрений также может уменьшить выбросы NO_3 с рисовых полей не менее чем на 25% — ключевого парникового газа, образующегося

при разложении азотных удобрений в почве, благодаря оптимизации сроков, доз и методов их внесения [13], а для решения этих проблем крайне важно внедрять устойчивые стратегии производства, которые ставят во главу угла защиту окружающей среды, рациональное использование ресурсов и социально-экономическое развитие.

Выводы. Рисоводство Ганы находится на перепутье. Экстенсивный путь развития исчерпал себя: пригодные земли вовлечены в оборот, а почвенные и водные ресурсы деградируют. Импортная зависимость достигла критического уровня, создавая угрозы продовольственной безопасности. Настоящий системный обзор демонстрирует, что глубинная причина кризиса — не в отдельно взятых факторах, а в их конвергенции: деградация почв — климатическая турбулентность — инфраструктурная отсталость — дефицит компетенций. Выход из сложившейся ситуации видится в переходе к парадигме устойчивой интенсификации на принципах климатически оптимизированного земледелия (Climate-Smart Agriculture) — с приоритетным развитием орошения и водосберегающих технологий; циркулярной экономики — полное вовлечение рисовой соломы и других побочных продуктов в агроцепочку; агроэкологического подхода — севообороты, агролесомелиорация, интегрированная защита растений. Реализация данной парадигмы требует консолидации усилий государства, научно-исследовательских институтов, частного сектора и самих фермеров. Без этого достижение продовольственного суверенитета Ганы в рисовом секторе останется недостижимым ориентиром.

Список источников, References

- Chivenge, P., Rubianes, F., Chin, D., Thach, T., Khang, V.T., Romasanta, R.R., et al. (2020). Effect of rice straw incorporation on nutrient cycling and soil organic matter. In: *Sustainable Rice Straw Management*, pp. 131-144. Springer.
- Boakyo, M.Y., Kulas, R.J. (2020). Improving water use efficiency for small-scale rice farmers in the Upper West Region of Ghana: a review of sustainable approaches. In: *Exploring synergies and trade-offs between climate change and the Sustainable Development Goals*, pp. 231-262.

- Dash, J., Kuila, M. (2023). A comparative study on the application of mathematical models to the amount of NPK fertilizers absorbed to achieve the best rice yield indicators. *Int. J. Plant Soil Sci.*, 35, 70-77. doi: 10.9734/ijps/2023/v35i72863
- Pantera, A., Mosquera-Losada, M., Herzog, F., Den Herder, M. (2021). Agroforestry and the environment. *Agroforestry Systems*, 95, 767-774. doi: 10.1007/s10457-021-00640-8
- Mangaraj, S., Paikaray, R.K., Maitra, S., Pradhan, S.R., Garnayak, L.M., Satapati, M., et al. (2022). Integrated nutrient management improves growth and yield of rice and mung bean in a rice-mung bean cropping system under coastal plain agro-climatic conditions. *Plants*, 11, 142. doi: 10.3390/plants11010142
- Yamba et al. (2023). Cited by: rainfall seasonality in Northern Ghana.
- Mohapatra, P.K., Sarkar, R.K., Panda, D., Kariahi, E. (2025). Ecology and habitat diversity of rice. In: *Rice Tillering Behaviour*, pp. 19-63. Springer. doi: 10.1007/978-981-97-5235-5_2
- Parthasarathi, T., Vanitha, K., Mohandass, S., Vered, E. (2018). Evaluation of drip irrigation system for water productivity and rice yield. *Agronomy Journal*, 110 (6), 2378-2389.
- Baidoo, I., Sam, K.O., Diaba, M.A., Brown-Appiah, E.C., Akomea, Y.P., Atiwoto, A.E., Sarpong, D.B., Bolwig, S. (2024). Integrating Biochar with Solar Drip Irrigation Technology for Smallholder Vegetable Farming in South-Eastern Ghana Yields Profitable Returns. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 42 (7), 110-125.
- Ukwu, F.K. (2024). Agro-Chemical Use in Crops in Ghana: Multidimensional Impacts and Sustainable Solutions. *Newport International Journal of Research in Medical Sciences*.
- Kumar, A., Nayak, A.K., Sharma, S., Senapati, A., Mitra, D., Mohanty, B., et al. (2023). Rice straw recycling: a sustainable approach to ensuring environmental quality and economic security. *Pedosphere*, 33, 34-48. doi: 10.1016/j.pedsph.2022.06.036
- Singh, S., Kiran, B.R., Mohan, S.V. (2024). Carbon farming: a circular model for increasing CO_2 uptake and combating climate change. *Environmental Advances*, 3 (4), 522-542. doi: 10.1039/d3va00296a
- Boateng, K.K., Obeng, G.Y., Mensah, E. (2020). Eco-Friendly Yield and Greenhouse Gas Emissions as Affected by Fertilization Type in a Tropical Smallholder Rice System, Ghana. *Sustainability*, 12 (24), 10239.

Информация об авторах:

Йамоах Дерик Гйаси, аспирант кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0176-0026>, dgyasi@aacint.org

Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, Scopus ID: 57214098822, Researcher ID: AAH-1647-2021, SPIN-код: 4011-7185, prihodkoigor2012@yandex.ru

Кесафоти Христофор Евстафьевич, ассистент кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-7468-865X>, Researcher ID: PVE-0472-2026, SPIN-код: 1186-0294, mr.kesafoti@mail.ru

Клименко Валерия Евгеньевна, заведующая лабораторией кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-9141-4921>, valeria.klimenko007@mail.ru

Information about the authors:

Derick Gyasi Yamoah, postgraduate student of the department of construction and operation of water management facilities, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0176-0026>, dgyasi@aacint.org

Igor A. Prihodko, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of construction and operation of water management facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, Scopus ID: 57214098822, Researcher ID: AAH-1647-2021, SPIN-code: 4011-7185, prihodkoigor2012@yandex.ru

Khristofor E. Kesafoti, assistant of the department of construction and operation of water management facilities, ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-7468-865X>, Researcher ID: PVE-0472-2026, SPIN-code: 1186-0294, mr.kesafoti@mail.ru

Valeria E. Klimenko, head of the laboratory of the department of construction and operation of water management facilities, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-9141-4921>, valeria.klimenko007@mail.ru



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК

Научная статья

УДК 338.43

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_503

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ И РОЛИ ЗЕРНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ РЕГИОНОВ ЧЕРНОЗЕМЬЯ

А.В. Мусьял, Н.Л. Шкилева, Д.И. Жилияков, Д.А. Зюкин

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
Курск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются основные условия и тенденции развития растениеводства в регионах Черноземья, а также дается оценка развития зернового хозяйства как ключевого направления в актуальных экономических условиях, что связано с высокой ролью регионов Центрально-Черноземного экономического района (ЦЧР) в обеспечении продовольственной безопасности. Особенностью регионов Черноземья является преобладание плодородных черноземных почв, эффективное использование которых позволяет выращивать сельскохозяйственную продукцию с высоким производственно-экономическим эффектом, используя методы интенсификации. Несмотря на то, что регионы Черноземья являются единым экономическим районом с аграрной специализацией, успехи в выращивании продукции растениеводства различны, чем и определяется актуальность выбранного направления. Для целей исследования рассмотрена динамика основных параметров развития растениеводства в регионах ЦЧР в 2020–2024 гг. с использованием методов горизонтального и вертикального анализа, интеллектуального анализа данных и сравнительной оценки. Было установлено, что в регионах Черноземья за последние 3 года произошло замедление темпов роста объемов производства продукции растениеводства в стоимостном выражении. Среди регионов Черноземья наиболее крупной остается Воронежская область, на которую приходится более 15% посевной площади сельскохозяйственных культур в Центральном федеральном округе. В структуре посевной площади регионов Черноземья устойчиво лидируют зерновые культуры, хотя в динамике и происходит изменение видовой структуры посевов в пользу технических культур. Наибольший вклад в производство зерна вносят Воронежская и Курская области, но при этом в последней высокий валовой сбор достигается за счет высокой интенсификации, а в Воронежской области — за счет большой площади посевов.

Ключевые слова: Черноземье, АПК, сельское хозяйство, растениеводство, зерновое хозяйство, интенсификация

Original article

ASSESSMENT OF TRENDS AND THE ROLE OF GRAIN PRODUCTION IN CROP PRODUCTION IN THE CENTRAL BLACK-EARTH REGIONS

A.V. Musyal, N.L. Shkileva, D.I. Zhilyakov, D.A. Zyukin

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Abstract. The article examines the main conditions and trends in the development of crop production in the regions of the Black Earth Region, and also assesses the development of grain farming as a key area in current economic conditions, which is associated with the high role of the regions of the Central Black-Earth Region in ensuring food security. A feature of the Central Black-Earth Region is the predominance of fertile chernozem soils, the effective use of which makes it possible to grow agricultural products with a high production and economic effect using intensification methods. Despite the fact that the regions of the Central Black-Earth Region are a single economic region with agricultural specialization, success in growing crop production varies, which determines the relevance of the chosen direction. For the purposes of the study, the dynamics of the main parameters of crop production development in the regions of the Central Black-Earth Region in 2020–2024 was considered using methods of horizontal and vertical analysis, data mining and comparative assessment. It was found that in the regions of the Central Black-Earth Region, over the past 3 years, there has been a slowdown in the growth rate of crop production in value terms. Among the regions of the Black Earth Region, the Voronezh Region remains the largest, accounting for more than 15% of the sown area of crops in the Central Federal District. Grain crops are steadily leading in the structure of the sown area of the Central Black-Earth Region, although the specific structure of crops is changing in favor of industrial crops. The Voronezh and Kursk Regions make the greatest contribution to grain production, but at the same time, in the latter, a high gross harvest is achieved due to high intensification, and in the Voronezh Region — due to a large area of crops.

Keywords: Central Black-Earth Region, agro-industrial complex, agriculture, crop production, grain farming, intensification

Введение. В условиях сохраняющегося продовольственного эмбарго вопросы развития АПК продолжают оставаться значимыми, в первую очередь, как важный аспект обеспечения продовольственной безопасности. Кроме того, Россия занимает заметное место в мировом продовольственном обеспечении, поэтому даже в условиях санкций сохраняется экспортный потенциал производства сельскохозяйственной продукции [1, 2, 3].

Для страны ключевым направлением АПК по-прежнему остается растениеводство, на долю которого приходится более половины произво-

димой продукции. Перспективы для развития производства этой продукции по инновационно-интенсивному пути определяются сохраняющимся высоким экспортным потенциалом, где выделяются объемами поступления валютной выручки реализация пшеницы и продуктов переработки подсолнечника [4, 5, 6].

Потенциал России в производстве продукции растениеводства обусловлен наличием зон с благоприятными природно-климатическими условиями, к числу которых относятся, в первую очередь, регионы Юга России и Центрально-Черноземного экономического района (ЦЧР). Это

позволяет опираться на эти факторы при стратегическом планировании территориального размещения на федеральном уровне через инструменты государственного и рыночного регулирования, определяющими возможности лучше задействовать имеющиеся преимущества аграрной специализации [7, 8]. Например, усилить эффект от интенсификации, проводимой в рамках внедрения агротехнических решений на основе обновления технико-технологической составляющей или задействования инновационно-интенсивных приемов возделывания сельскохозяйственных культур и обработки почвы [9, 10, 11].



Отдельно стоит выделить регионы Черноземья, которые, наравне с житницей страны, вносят существенный вклад в обеспечение внутреннего рынка растениеводческой продукцией. Это связано с преобладанием плодородных черноземных почв на данных территориях, эффективное использование которых позволяет выращивать сельскохозяйственную продукцию с высоким производственно-экономическим эффектом, используя методы интенсификации [12, 13, 14]. Несмотря на то, что регионы Черноземья являются единым экономическим районом с высоким уровнем влияния сельского хозяйства на экономику, динамика развития и результаты весьма дифференцированы и требуют детализированной оценки через инструменты экономико-статистического анализа.

Методика исследования. В ходе исследования были использованы показатели развития растениеводства в регионах России в период 2020-2024 гг., опубликованные в статистическом сборнике «Сельское хозяйство в России» за 2025 г. В качестве объекта исследования были рассмотрены регионы, входящие в состав Центрально-Черноземного экономического района, поскольку они имеют высокую степень специализации на выращивании продукции растениеводства.

В рамках исследования рассмотрена динамика стоимостного объема, индексов физического объема и доли производства продукции растениеводства; объема и доли посевной площади в рассматриваемых регионах относительно общей площади посевов в Центральном федеральном округе (ЦФО); динамика видовой структуры посевной площади по сельскохозяйственным культурам; динамика валового сбора и урожайности зерновых культур как основного растениеводческого направления в регионах ЦЧР.

В рамках исследования проводится сопоставление данных по периодам: 2020-2022 гг. — состояние АПК регионов ЦЧР в период пандемии и до усиления санкций; 2022-2024 гг. — развитие АПК в регионах ЦЧР в условиях актуальной экономической и политической нестабильности.

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. Объем производства продукции растениеводства в регионах ЦЧР различен, но ожидаемым лидером остается Воронежская область, которая вносит наиболее существенный вклад в растениеводство Черноземья. В 2024 г. в Воронежской области было произведено 213,5 млрд руб. продукции растениеводства в стоимостном выражении. Вклад Курской, Липецкой и Тамбовской областей в 2024 г. составлял более 10% в ЦФО, а доля Белгородской области была наименьшей в группе — 8,4%.

В динамике объем производства продукции растениеводства в фактически действовавших ценах рос во всех регионах ЦЧР, при этом наибольший прирост отмечен в лидирующих Воронежской и Курской областях. Однако в 2022-2024 гг. даже в фактически действующих ценах произошло замедление темпов роста объемов производства: в Воронежской и Липецкой областях — прирост менее 1%, а в Курской

и Белгородской областях — снижение более чем на 10%, при этом в последней падение объема производства продукции растениеводства в стоимостном выражении было наиболее значимым. Единственным регионом с сохранением положительной динамики роста объема производства продукции растениеводства является Тамбовская область с приростом 4,2%.

В географической структуре производства продукции растениеводства в 2020-2022 гг. общим трендом является снижение в пределах 1% доли рассматриваемых регионов в производстве продукции растениеводства в ЦФО, и только Воронежской области удалось сохранить свои позиции. За последние 3 года максимум удельного веса рассматриваемых регионов в производстве продукции растениеводства отмечался в 2023 г., когда доля Воронежской области составила более 17%, Курской области — более 11%, а прочих регионов Черноземья — более 10%. Однако к 2024 г. доля Курской и Белгородской областей снизилась, а прочих областей — практически не изменилась (табл. 1).

Оценка динамики индексов физического объема производства продукции растениевод-

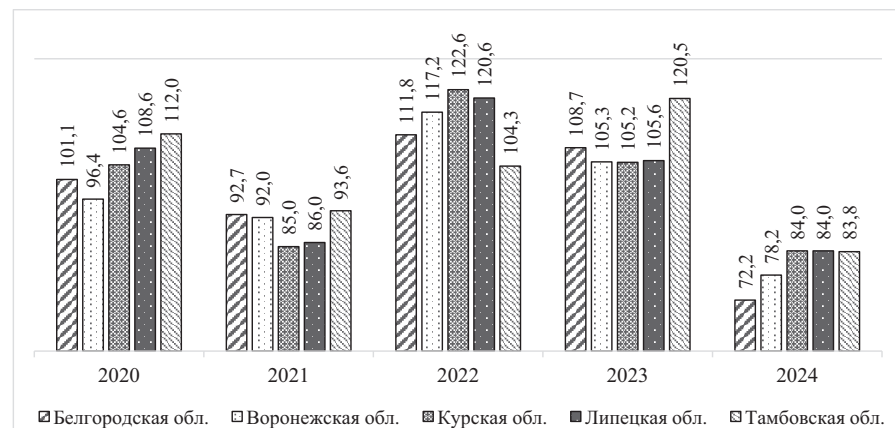
ства в регионах Черноземья также свидетельствует о волнообразном изменении объема производства продукции растениеводства, при этом 2021 и 2024 гг. характеризуются отрицательной динамикой, а в прочие годы — устойчивый прирост. В 2020 г. только в Воронежской области индекс физического объема производства продукции растениеводства составлял менее 100%, а наибольшее значение отмечено в Липецкой и Тамбовской областях — более 105%. После снижения объема производства продукции растениеводства во всех регионах Черноземья в 2020 г., на фоне оперативной обстановки, 2021 г. характеризовался динамичным приростом относительно предыдущего года во всех регионах, а особенно — в Курской и Липецкой областях. В 2023 г. физический объем производства продукции растениеводства продолжил расти, при этом во всех регионах, кроме Тамбовской области, прирост составлял в пределах 10%. В 2024 г. физический объем производства продукции растениеводства существенно снизился: в Белгородской и Воронежской областях — более чем на 20%, а в оставшихся — в пределах 16,2% (рис. 1).

Таблица 1. Оценка динамики объема производства продукции растениеводства в регионах ЦЧР и доли в общем объеме производства в ЦФО (2020-2024 гг.)

Table 1. Assessment of the dynamics of crop production in the regions of the Central Black-Earth Region and the share in the total production volume in the Central Federal District (2020-2024)

	Значение					Изменение, %	
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в 2022 г. к 2020 г.	в 2024 г. к 2022 г.
Объем производства продукции растениеводства, млрд руб.							
Воронежская область	169,4	204,9	211,9	224,0	213,5	25,1	0,7
Курская область	127,9	143,0	157,1	148,3	141,1	22,8	-10,2
Липецкая область	115,4	126,0	137,4	138,3	138,4	19,1	0,7
Тамбовская область	112,6	140,6	131,5	141,1	137,0	16,8	4,2
Белгородская область	116,0	132,7	135,1	133,4	108,7	16,4	-19,5
Доля в производстве продукции растениеводства в ЦФО, %							
Воронежская область	16,3	16,5	16,4	17,1	16,4	0,1	-
Курская область	12,3	11,6	12,2	11,3	10,9	-0,2	-1,3
Липецкая область	11,1	10,2	10,6	10,5	10,6	-0,5	-
Тамбовская область	10,8	11,4	10,2	10,8	10,5	-0,7	0,4
Белгородская область	11,2	10,7	10,4	10,2	8,4	-0,7	-2,1

Источник: Росстат



Источник: Росстат

Рисунок 1. Оценка динамики индексов производства продукции растениеводства в регионах ЦЧР (2020-2024 гг.)

Figure 1. Assessment of the dynamics of crop production indices in the regions of the Central Black-Earth Region (2020-2024)



Сравнительная оценка динамики посевной площади сельскохозяйственных культур в регионах ЦЧР показала, что лидирует также Воронежская область с посевами более 2,5 млн га в исследуемом периоде. В оставшихся регионах Черноземья общая площадь посевов сельскохозяйственных культур превышает 1 млн га, при этом в Тамбовской и Липецкой областях показатель в 2024 г. превышал 1,5 млн га, а в Липецкой и Белгородской — составил более 1,35 млн га. В динамике во всех регионах Черноземья период 2020-2022 гг. характеризуется расширением посевной площади культур по сравнению с данными базисного периода, а в наибольшей степени выросли посевы в Тамбовской и Липецкой областях — более чем на 4%. В 2022-2024 гг., напротив, общим трендом в регионах ЦЧР стало снижение посевной площади сельскохозяйственных культур, при этом наибольшее снижение отмечено в Белгородской и Воронежской областях.

В целом за исследуемый период не произошло существенного изменения посевных площадей в регионах Черноземья, что подтверждается практически неизменной долей посевов в рассматриваемых регионах в общей структуре в ЦФО. Так, наибольший вклад в развитие растениеводства вносит Воронежская область, доля которой устойчиво превышает 16% в структуре посевов ЦФО. Вторую позицию устойчиво занимает Тамбовская область с долей в структуре посевов 11-12%, а третье место — Курская область, удельный вес которой в посевной площади ЦФО составляет более 10%. Липецкая и Белгородская области занимают в 2024 г. чуть более 8,5% каждая в общей структуре посевов округа (табл. 2).

Сопоставление структуры посевной площади по основным видам/группам сельскохозяйственных культур по регионам Черноземья показало, что доля зерновых и зернобобовых культур во всех без исключения регионах, как в 2020 г., так и в 2024 г., является преобладающей. Но при этом общим трендом является снижение удельного веса зерновых в структуре посевов в динамике, что связано с активным развитием альтернативных растениеводческих направлений. За 5 лет в наибольшей степени снизилась доля зерновых культур в структуре посевов в Курской области — более чем на 10%, но также в данном регионе в 2020 г. доля зерновых была наибольшей по сравнению с другими регионами Черноземья (табл. 3).

Снижение доли зерновых в структуре посевов в регионах Черноземья обусловлено расширением посевов технических культур, главным образом — сахарной свеклы и подсолнечника. За 5 лет во всех рассматриваемых регионах отмечен рост доли технических культур в структуре посевной площади, в том числе в Курской и Воронежской областях — более чем на 11%. В 2020 г. наибольшая доля технических культур в структуре посевов отмечалась в Тамбовской области — более 35%, а к 2024 г. в 3-х из 5-ти регионов Черноземья удельный вес технических культур превысил 40%, что делает данное направление вторым ключевым после зерновых культур. В свою очередь, доля картофеля и овощебахчевых культур, а также кормовых культур в динамике устойчиво снижается. Доля кормовых культур в 2020 г. составляла более 10% в Белгородской и Воронежской областях, а в 2024 г. только в Белгородской области

сохранилась высокая доля кормовых культур, что связано с высокой специализацией региона на свиноводстве и необходимости формирования соответствующей кормовой базы.

Поскольку зерновые в Черноземье остаются ведущим растениеводческим направлением, целесообразно рассмотреть более детально успехи развития зернового хозяйства в данных регионах. Лидером по размеру посевов зерновых культур в Черноземье устойчиво являются Воронежская и Тамбовская области, где ежегодно высевают более 1 млн га зерновых. В Курской области посевы зерновых в 2020-2021 гг. также превышали 1 млн га, но за последние 3 года снизились более чем на 18% и составили только 882 тыс. га. В Липецкой и Белгородской областях

посевная площадь зерновых культур является наименьшей среди регионов Черноземья и также снижается в динамике. Для всех регионов рассматриваемой группы общим трендом является усиление темпов снижения посевной площади зерновых в 2022-2024 гг. по сравнению с предыдущими годами.

По объему и доле валового сбора зерновых культур во все годы, кроме 2021 и 2024 гг., лидирует Воронежская область, где сохраняется наибольшая посевная площадь культур. Однако в 2021 г. и 2024 г. лидером становилась Курская область даже при условии более низкой площади посевов, что связано с относительно высокой урожайностью зерновых в регионе. В 2024 г. в регионе был достигнут самый высокий

Таблица 2. Динамика посевной площади сельскохозяйственных культур в регионах ЦЧР и доли в общем объеме посевов в ЦФО (2020-2024 гг.)
Table 2. Dynamics of the sown area of agricultural crops in the regions of the Central Black-Earth Region and the share in the total volume of crops in the Central Federal District (2020-2024)

	Значение					Изменение, %	
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в 2022 г. к 2020 г.	в 2024 г. к 2022 г.
Посевная площадь, тыс. га							
Воронежская область	2 685,9	2 672,7	2 728,9	2 636,5	2 598,8	1,6	-4,8
Тамбовская область	1 831,1	1 845,4	1 908,2	1 889,3	1 893,9	4,2	-0,8
Курская область	1 666,3	1 677,1	1 712,6	1 684,6	1 687,6	2,8	-1,5
Липецкая область	1 372,6	1 399,4	1 428,7	1 405,0	1 393,0	4,1	-2,5
Белгородская область	1 425,2	1 445,3	1 464,3	1 404,2	1 377,1	2,7	-6,0
Доля в посевной площади ЦФО, %							
Воронежская область	16,8	16,7	16,8	16,5	16,5	-0,1	-0,3
Тамбовская область	11,5	11,5	11,7	11,8	12,0	0,2	0,3
Курская область	10,5	10,5	10,5	10,5	10,7	0,1	0,2
Липецкая область	8,6	8,7	8,8	8,8	8,8	0,2	-
Белгородская область	8,9	9,0	9,0	8,8	8,7	0,1	-0,3

Источник: Росстат

Таблица 3. Оценка изменения структуры посевной площади сельскохозяйственных культур в регионах ЦЧР (2020 г. и 2024 гг.)
Table 3. Assessment of changes in the structure of the sown area of agricultural crops in the regions of the Central Black-Earth Region (2020 and 2024)

	Структура посевов по видам культур, %			
	зерновые и зернобобовые культуры	технические культуры	картофель и овощебахчевые культуры	кормовые культуры
2020 г.				
Белгородская область	51,8	33,8	3,6	10,8
Воронежская область	59,0	27,2	2,9	10,9
Курская область	62,5	31,7	1,8	4,0
Липецкая область	61,2	32,0	2,3	4,6
Тамбовская область	60,8	35,2	1,5	2,5
2024 г.				
Белгородская область	44,8	41,7	3,0	10,5
Воронежская область	50,9	38,5	1,9	8,7
Курская область	52,3	42,8	1,4	3,6
Липецкая область	55,5	38,6	2,0	3,9
Тамбовская область	55,3	41,9	1,0	1,8
Изменение в 2024 г. к 2020 г., %				
Белгородская область	-6,9	7,9	-0,6	-0,3
Воронежская область	-8,1	11,3	-1,0	-2,2
Курская область	-10,2	11,1	-0,4	-0,5
Липецкая область	-5,6	6,6	-0,3	-0,7
Тамбовская область	-5,5	6,7	-0,5	-0,7

Источник: Росстат





уровень интенсификации выращивания зерновых в ЦЧР — 49 ц/га. В Воронежской же области 2021 г. и 2024 г. стали кризисными, что связано с ощутимым падением урожайности зерновых по сравнению с прочими годами исследуемого периода (табл. 4).

Необходимо отметить тот факт, что урожайность зерновых культур в Воронежской области является самой низкой среди всех регионов Черноземья. Это, при сохранении наибольшей площади посевов в регионе среди других регионов, позволяет говорить о том, что здесь зерновое хозяйство развивается по экстенсивному пути. В Курской же области, напротив, за счет высокого уровня интенсификации, даже при условии существенно меньших посевов зерновых культур, удается ежегодно получать высокий урожай зерна, что подтверждает использование интенсивного пути развития зернового хозяйства.

В Липецкой, Тамбовской и Белгородской областях, несмотря на менее заметные результаты, урожайность зерновых также является высокой.

Оценка изменения урожайности зерновых в рассматриваемой группе регионов в динамике показала, что к 2024 г. произошло повсеместное снижение уровня интенсификации возделывания зерна, что в совокупности с сокращением площади посевов привело к падению урожая.

Вклад регионов Черноземья в производство зерновых в ЦФО различен, но при этом в динамике для большинства регионов отмечено снижение доли к 2024 г. (рис. 2).

Лидером по доле производимого в ЦФО зерна в 2020 г. и 2022-2023 гг. являлась Воронежская область, которая за счет большой площади посевов даже при среднем уровне урожайности в совокупности собирала более 16% от общего объема зерна в округе. Однако в 2021 г. и 2024 г.

Курская область заняла преобладающее положение — доля производимого в регионе зерна сегодня составляет 14,7% от валовых сборов в ЦФО. Белгородская область является одним из регионов, в котором доля валового сбора зерновых за 5 лет снизилась наиболее значительно — до 8,3%. Вклад Курской и Липецкой областей сохраняется практически на низком уровне, а доля Липецкой области в 2023-2024 гг. выросла до более чем 13%.

Выводы и рекомендации. В регионах Черноземья за последние 3 года произошло замедление темпов роста объемов производства продукции растениеводства в стоимостном выражении, а в Курской и Белгородской областях — снижение, что также подтверждается и динамикой индексов физического объема производства продукции растениеводства. Среди регионов Черноземья наиболее крупной остается Воронежская область, на которую приходится более 15% посевной площади сельскохозяйственных культур в ЦФО, также в тройку лидеров по размеру посевов входят Тамбовская и Курская области.

В структуре посевной площади регионов Черноземья устойчиво лидируют зерновые культуры, хотя в динамике и происходит изменение видовой структуры посевов в пользу технических культур. Несмотря на это, доля зернового клина является существенной в регионах Черноземья, а наибольший вклад в производство зерновых вносят Воронежская и Курская области. Воронежская область долгие годы была устойчивым лидером по производству зерна с ежегодным валовым сбором более 6 млн т, но в 2024 г. первую позицию заняла Курская область. В результате наибольший вклад в производство зерна вносят Воронежская и Курская области, но при этом в последней высокий валовой сбор достигается за счет высокой интенсификации, а в Воронежской области — за счет большой площади посевов.

Следовательно, в регионах Черноземья при выращивании зерновых культур, которые остаются центральным растениеводческим направлением, используются разные подходы к получению высоких урожаев: если прежде за счет большой площади посевов лидировала Воронежская область даже в условиях низкой урожайности, то в 2024 г. лидером стала Курская область, где в условиях ограниченных посевов под зерновые за счет высокой интенсификации был получен наибольший урожай в ЦЧР.

Список источников

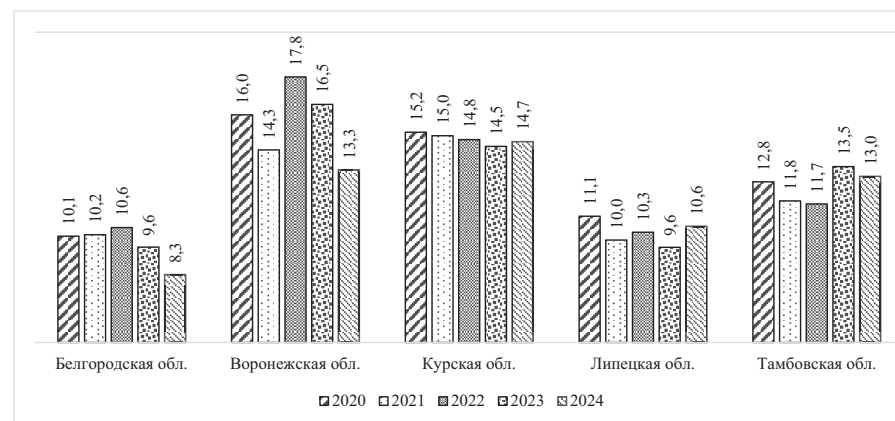
1. Самыгин Д.Ю., Жиликов Д.И., Такмакова Е.В., Тактарова С.В. Стратегические параметры покупательной способности доходов населения в обеспечении экономической доступности продукции агропродовольственного сектора региона // APK: экономика, управление. 2024. № 8. С. 3-15. doi: 10.33305/248-3. EDN: IZJJC
2. Дьяков С.А., Бабкина О.А., Кихаева А.С. Импортзамещение и продовольственная безопасность: новая эра для APK России // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 3 (53). С. 136-141. EDN: GIQYJG
3. Алтухов А.И. Российский APK: проблемы и пути их решения // Учет и статистика. 2023. Т. 20. № 4. С. 12-24. doi: 10.54220/7037.2023.61.46.002. EDN: DUXTVX
4. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of Russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355. doi: 10.34069/AI/2020.28.04.39. EDN: IZUVHN

Таблица 4. Динамика посевной площади, валового сбора и урожайности зерновых культур в регионах ЦЧР (2020-2024 гг.)

Table 4. Dynamics of the sown area, gross harvest and yield of grain crops in the regions of the Central Black-Earth Region (2020-2024)

	Значение					Изменение, %	
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в 2022 г. к 2020 г.	в 2024 г. к 2022 г.
Посевы зерновых культур, тыс. га							
Воронежская область	1 584,4	1 401,5	1 619,7	1 466,4	1 322,8	2,2	-18,3
Тамбовская область	1 113,7	1 023,6	1 112,4	1 085,5	1 048,3	-0,1	-5,8
Курская область	1 041,1	1 002,6	992,4	958,6	882,4	-4,7	-11,1
Липецкая область	839,5	821,2	834,6	794,7	773,6	-0,6	-7,3
Белгородская область	737,9	681,3	731,0	651,9	617,6	-0,9	-15,5
Валовой сбор зерновых культур, тыс. т							
Курская область	5 845,2	4 499,1	5 734,9	5 508,8	4 327,0	-1,9	-24,5
Воронежская область	6 167,2	4 294,2	6 906,7	6 280,6	3 924,4	12,0	-43,2
Тамбовская область	4 920,6	3 553,7	4 528,3	5 137,6	3 832,1	-8,0	-15,4
Липецкая область	4 278,5	2 986,3	4 001,1	3 653,2	3 122,2	-6,5	-22,0
Белгородская область	3 907,6	3 063,7	4 086,5	3 656,2	2 436,6	4,6	-40,4
Урожайность зерновых культур, ц/га							
Курская область	56,1	44,9	57,8	57,5	49,0	1,6	-8,8
Липецкая область	51,0	36,4	47,9	46,0	40,4	-3,0	-7,6
Белгородская область	53,0	45,0	55,9	56,1	39,5	3,0	-16,5
Тамбовская область	44,2	34,7	40,7	47,3	36,6	-3,5	-4,1
Воронежская область	38,9	30,6	42,6	42,8	29,7	3,7	-13,0

Источник: Росстат



Источник: Росстат

Рисунок 2. Динамика доли валовых сборов зерновых культур в регионах ЦЧР в общем объеме производства в ЦФО (2020-2024 гг.), %

Figure 2. Dynamics of the share of gross grain harvests in the regions of the Central Black-Earth Region in the total volume of production in the Central Federal District (2020-2024), %



5. Святлова О.В., Жилияков Д.И., Плахутина Ю.В., Петрушина О.В., Лисицына Ю.В. Экспорт как этап дальнейшей реализации политики импортозамещения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5 (383). С. 41–45. doi: 10.24412/2587-6740-2021-5-41-45. EDN TEGXAD

6. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87–101. doi: 10.46925/rdluz.32.07. EDN: GODJWJT

7. Барышников Н.Г., Иванов А.А., Самыгин Д.Ю., Алексеева С.Н. Перспективные направления планирования пространственного развития производства аграрной продукции // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 140–143. doi: 10.55186/25876740_2024_67_2_140. EDN ITWOML

8. Самыгин Д.Ю., Тактарова С.В., Луночкин Д.А. Стратегические преимущества регионов в развитии перспективной аграрной специализации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 1. С. 25–30. doi: 10.31442/0235-2494-2025-0-1-25-30. EDN FANHKF

9. Дорощев А.Ф., Жилияков Д.И., Петрушина О.В., Новосельский С.О. Ретроспективный анализ интенсификации технологического развития предприятий АПК // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 103. С. 35–44. doi: 10.21515/1999-1703-103-35-44. EDN GOGVCJ

10. Зюкин Д.А. Интенсификация как условие реализации производственно-экономического потенциала зернового хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6. С. 42–45. doi: 10.24411/2587-6740-2018-16093. EDN: YUINUV

11. Dudkin, I.V., Dolgoplova, N.V., Zhilyakov, D.I., Malysh, E.V., Nedbaev, V.N. (2023). Substantiation of the weed control system when placing grain production in microzones of the Central Chernozem region. *E3s web of conferences: VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*, Krasnoyarsk. EDP Sciences: EDP Sciences, p. 02011. doi: 10.1051/e3sconf/202339002011. EDN UXLTRV

12. Штоколова К.В., Федюлов М.А. Место Курской области в растениеводстве Центрально-Черноземного региона // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3. С. 138–143. EDN: WBJWVU

13. Еременко О.В., Власова О.В. Тенденции развития сельского хозяйства в Курской области в разрезе федерального округа // Вестник НГИЭИ. 2023. № 6 (145). С. 89–100. EDN: QCCZRM

14. Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Тенденции развития сельскохозяйственного производства в регионах-лидерах АПК России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5 (383). С. 22–26. doi: 10.24412/2587-6740-2021-5-22-26. EDN: OUAXHA

References

1. Samygin, D.Yu., Zhilyakov, D.I., Takmakova, E.V., Taktarova, S.V. (2024). Strategicheskie parametry pokupatel'noi sposobnosti dokhodov naseleniya v obespechenii ekonomicheskoi dostupnosti produktov agropredovod'stvennogo sektora regiona [Strategic parameters of the purchasing power of the population's income in ensuring the economic accessibility of products from the region's agri-food sector]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 8, pp. 3–15. doi: 10.33305/248-3. EDN IZJJC

2. D'yakov, S.A., Babkina, O.A., Kikhaeva, A.S. (2024). Importozameshchenie i prodovol'stvennaya bezopasnost': novaya ehra dlya APK Rossii [Import substitution and food security: a new era for the Russian agro-industrial complex]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 3 (53), pp. 136–141. EDN: GIQYJG

3. Altukhov, A.I. (2023). Rossiiskii APK: problemy i puti ikh resheniya [Russian agro-industrial complex: problems and ways to solve them]. *Uchet i statistika*, vol. 20, no. 4, pp. 12–24. doi: 10.54220/7037.2023.61.46.002. EDN: DUXTV

4. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of Russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346–355. doi: 10.34069/AI/2020.28.04.39. EDN: IZUVHN

5. Svyatova, O.V., Zhilyakov, D.I., Plakhutina, Yu.V., Petrushina, O.V., Lisitsyna, Yu.V. (2021). Eksport kak etap dal'neishei realizatsii politiki importozameshcheniya [Export as a stage of further implementation of the import substitution policy]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (383), pp. 41–45. doi: 10.24412/2587-6740-2021-5-41-45. EDN TEGXAD

6. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87–101. doi: 10.46925/rdluz.32.07. EDN: GODJWJT

7. Baryshnikov, N.G., Ivanov, A.A., Samygin, D.Yu., Alekseeva, S.N. (2024). Perspektivnye napravleniya planirovaniya prostranstvennogo razvitiya proizvodstva agrarnoi produkt-sii [Promising areas of spatial development planning for agricultural production]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2 (398), pp. 140–143. doi: 10.55186/25876740_2024_67_2_140. EDN ITWOML

8. Samygin, D.Yu., Taktarova, S.V., Lunochkin, D.A. (2025). Strategicheskie preimushchestva regionov v razvitiu perspektivnoi agrarnoi spetsializatsii [Strategic advantages of the regions in the development of promising agricultural specialization]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 1, pp. 25–30. doi: 10.31442/0235-2494-2025-0-1-25-30. EDN FANHKF

9. Dorofeev, A.F., Zhilyakov, D.I., Petrushina, O.V., Novosel'skii, S.O. (2023). Retrospektivnyi analiz intensifikatsii tekhnologicheskogo razvitiya predpriyatii APK [A retrospective analysis of the intensification of technological development of agricultural enterprises]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 103, pp. 35–44. doi: 10.21515/1999-1703-103-35-44. EDN GOGVCJ

10. Zyukin, D.A. (2018). Intensifikatsiya kak uslovie realizatsii proizvodstvenno-ekonomicheskogo potentsiala zernovogo khozyaistva [Intensification as a condition for realizing the production and economic potential of grain farming]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 42–45. doi: 10.24411/2587-6740-2018-16093. EDN: YUINUV

11. Dudkin, I.V., Dolgoplova, N.V., Zhilyakov, D.I., Malysh, E.V., Nedbaev, V.N. (2023). Substantiation of the weed control system when placing grain production in microzones of the Central Chernozem region. *E3s web of conferences: VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*, Krasnoyarsk. EDP Sciences: EDP Sciences, p. 02011. doi: 10.1051/e3sconf/202339002011. EDN UXLTRV

12. Shtokolova, K.V., Fedulov, M.A. (2021). Mesto Kurskoi oblasti v rastenievodstve Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [The Kursk region's place in crop production in the Central Black-Earth region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 3, pp. 138–143. EDN: WBJWVU

13. Eremenko, O.V., Vlasova, O.V. (2023). Tendentsii razvitiya sel'skogo khozyaistva v Kurskoi oblasti v razreze federal'nogo okruga [Trends in the development of agriculture in the Kursk region in the context of the federal district]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin NGIEI], no. 6 (145), pp. 89–100. EDN: QCCZRM

14. Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Tendentsii razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v regionakh-liderakh APK Rossii [Trends in the development of agricultural production in the leading regions of the agro-industrial complex of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (383), pp. 22–26. doi: 10.24412/2587-6740-2021-5-22-26. EDN: OUAXHA

Информация об авторах:

Мусьял Александр Вячеславович, кандидат экономических наук, ректор,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6183-148X>, SPIN-код: 9835-6814, avmusyal@mail.ru

Шкилева Наталья Леонидовна, кандидат юридических наук, начальник управления правового обеспечения, SPIN-код: 5079-7050, natali_046@mail.ru

Жилияков Дмитрий Иванович, доктор экономических наук, проректор по научной работе и инновациям, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4190-7015>, SPIN-код: 1960-0358, zhilyakov@yandex.ru

Зюкин Данил Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, SPIN-код: 1980-8503, nightingale46@rambler.ru

Information about the authors:

Alexander V. Musyal, candidate of economic sciences, rector,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6183-148X>, SPIN-code: 9835-6814, avmusyal@mail.ru

Natalya L. Shkileva, candidate of legal sciences, head of the department of legal support, SPIN-code: 5079-7050, natali_046@mail.ru

Dmitry I. Zhilyakov, doctor of economic sciences, vice-rector for research and innovation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4190-7015>, SPIN-code: 1960-0358, zhilyakov@yandex.ru

Danil A. Zyukin, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting and finance, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, SPIN-code: 1980-8503, nightingale46@rambler.ru





МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Д.М. Семенов, А.А. Петров

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Целью исследования является разработка экономико-математической модели развития территории, базирующейся на комплексной оценке ее ресурсного потенциала. В исследовании систематизированы теоретические подходы к определению ресурсного потенциала территории, что позволило уточнить его структуру. Методологическую основу составили методы системного, сравнительного и структурно-функционального анализа, а также принципы экономико-математического моделирования. В результате проведенного анализа существующих методик оценки ресурсного потенциала территории определены практические подходы к оценке. Основным результатом работы выступает авторская экономико-математическая модель, в которой целевая функция максимизации интегрального показателя развития территории представлена как взвешенная сумма субиндексов по семи ключевым блокам: историко-культурному, внутренним и внешним связям, природно-климатическому, природно-ресурсному, экологическому, производственно-экономическому, социальному и демографическому. Модель включает систему ограничений (бюджетных, нормативно-правовых, ресурсных, институциональных, инфраструктурных и временных), что позволяет определить пределы ее практической применимости. Научная новизна заключается в формализации процесса территориального развития через призму вовлечения в оборот структурированных компонентов ресурсного потенциала, что позволяет перейти от статичной оценки к динамическому планированию. Область применения результатов охватывает деятельность региональных и муниципальных органов власти при разработке стратегий социально-экономического развития, а также формировании программ и проектов, направленных на комплексное развитие сельских территорий. Делается вывод о том, что предложенная модель создает основу для выбора оптимальных управленческих решений, обеспечивающих сбалансированный учет разнородных факторов развития и повышение обоснованности инвестиционных вложений.

Ключевые слова: ресурсный потенциал территории, комплексное развитие сельских территорий, экономико-математическое моделирование, интегральная оценка, целевая функция, ограничения модели, субиндексы развития, пространственное планирование

Original article

MODELING OF TERRITORIAL DEVELOPMENT BASED ON AN INTEGRATED ASSESSMENT OF RESOURCE POTENTIAL

D.M. Semenov, A.A. Petrov

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. The aim of this study is to develop an economic-mathematical model for the development of rural areas, grounded in a comprehensive assessment of their resource potential. The research systematizes theoretical approaches to defining the resource potential of a territory (RPT), which has allowed for the clarification of its structure. The methodological framework is based on methods of systemic, comparative, and structural-functional analysis, as well as the principles of economic-mathematical modeling. As a result of analyzing existing RPT assessment methodologies, a classification table was compiled, reflecting the objectives, methods, and indicators used by various researchers. The primary outcome of this work is an original economic-mathematical model where the objective function of maximizing an integral development index is represented as a weighted sum of sub-indices across seven key blocks: historical-cultural, internal and external relations, natural-climatic and natural-resource, ecological, production-economic, social, and demographic. The model incorporates a system of constraints (budgetary, regulatory, resource, institutional, infrastructural, and temporal), ensuring its practical applicability. The scientific novelty lies in formalizing the process of territorial development through the lens of mobilizing structured components of resource potential, enabling a transition from static assessment to dynamic planning. The scope of the results encompasses the activities of regional and municipal authorities in formulating socio-economic development strategies, as well as in developing programs and project portfolios aimed at the integrated development of rural areas. It is concluded that the proposed model provides a foundation for selecting optimal management decisions, ensuring a balanced consideration of diverse development factors and enhancing the validity of investment allocations.

Keywords: resource potential of a territory, integrated rural development, economic-mathematical modeling, integral assessment, objective function, model constraints, development sub-indices, spatial planning

Введение. Современные условия хозяйствования предъявляют новые требования к управлению развитием сельских территорий, которые уже не могут рассматриваться исключительно как аграрные периферии. Необходимость обеспечения их устойчивого и сбалансированного роста актуализирует проблему поиска эффективных инструментов планирования, способных учитывать всю совокупность внутренних возможностей и внешних ограничений.

Ключевым понятием в данном контексте выступает ресурсный потенциал территории, представляющий собой сложную, многоуровневую систему. Его наличие является исходной предпосылкой для любого рода преобразований, однако само по себе наличие ресурсов не

гарантирует автоматического достижения социально-экономических эффектов. Возникает потребность в научно обоснованных методах перехода от оценки потенциала к формированию траекторий развития. Одним из наиболее действенных инструментов в этой связи выступает экономико-математическое моделирование, позволяющее формализовать связи между ресурсными возможностями и целевыми показателями развития, а также обосновать приоритетность тех или иных управленческих решений. В связи с этим разработка модели развития территории, интегрирующей результаты комплексной оценки ее ресурсного потенциала, представляет собой актуальную научно-практическую задачу. Как справедливо отмечают П.Б. Акмаров,

А.К. Осипов, О.П. Князева, решение задач территориального развития требует применения многомерных моделей, учитывающих ключевые параметры региона [1].

Методология проведения исследования. Теоретико-методологическую основу исследования составляют фундаментальные положения региональной экономики, теории пространственного развития, а также концепции устойчивого развития и экономики природопользования. В процессе работы применялись общенаучные методы познания, такие как анализ и синтез, индукция и дедукция, сравнение и обобщение. Для систематизации существующих подходов к оценке ресурсного потенциала территории использовался метод



контент-анализа научной литературы. Структурирование компонентов ресурсного потенциала осуществлялось на основе системного и структурно-функционального подходов. Основным методом, используемым для достижения поставленной цели, является экономико-математическое моделирование. Такой подход позволяет перейти от качественного описания к количественным оценкам и оптимизации управленческих воздействий.

Экспериментальная база, ход исследования. Исследование базируется на анализе теоретических положений и методических разработок, представленных в отечественной и зарубежной научной литературе, посвященной вопросам оценки ресурсного потенциала и моделирования развития территорий. Эмпирической базой послужили данные, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, а также материалы научно-практических конференций. Ход исследования включал несколько этапов. На первом этапе было уточнено понятие ресурсного потенциала территории (РПТ) и определены его структурные элементы. На втором этапе проведен критический анализ существующих методических подходов к оценке РПТ. На третьем этапе, опираясь на выявленные теоретические и методические предпосылки, а также принимая во внимание подходы к моделированию, предложенные в работах А.А. Лапидуса с соавторами [12, 13], была разработана авторская экономико-математическая модель развития территории. Заключительный этап посвящен описанию ограничений предложенной модели и обоснованию включенных в нее показателей.

Результаты и обсуждение

1. Теоретические аспекты исследования ресурсного потенциала территории. В современной экономической науке понятие ресурсного потенциала территории трактуется неоднозначно, эволюционируя от простой

совокупности ресурсов к сложной системе возможностей. Изначально под РПТ понималась, главным образом, сумма природных богатств, однако, по мере усложнения хозяйственных связей и социальных отношений, в структуру потенциала стали включаться демографические, производственные, инфраструктурные и институциональные компоненты. В развитие данного подхода, ранее нами (Семенов Д.М., Петров А.А.) предложена трактовка ресурсного потенциала как интегральной характеристики совокупности природных, пространственных, демографических, трудовых, производственных, инфраструктурных, социальных, экологических и институциональных возможностей территории [18]. Такой взгляд представляется наиболее полным и соответствующим современным представлениям о комплексном территориальном развитии. Важно подчеркнуть, что ресурсный потенциал выступает исходной предпосылкой развития, однако не тождествен ему: развитие возникает в результате целенаправленного и институционально организованного вовлечения такого потенциала в хозяйственный, социальный и пространственный оборот [18].

Исследователи сходятся во мнении о многоаспектности данной категории. Так, Э.Р. Джемилева подчеркивает необходимость систематизации ресурсного потенциала региона и выделения методов его обеспечения и использования [7]. В свою очередь, И.В. Ковалева акцентирует внимание на том, что оценка ресурсного потенциала является ключевым элементом анализа перспектив экономического развития региона [9]. Важно отметить, что структура потенциала не является статичной. С.В. Кузнецов и А.В. Бережной указывают на необходимость исследования всех компонентов ресурсного потенциала в их взаимосвязи для выявления точек роста [11]. Е.А. Миронова, М.В. Чебыкина и Т.Н. Шаталова детально систематизируют структурные

элементы и анализируют методические подходы к оценке эффективности его использования [14]. В контексте сельских территорий, как отмечают Н.М. Степаненкова с соавторами, комплексное развитие невозможно без учета всего спектра ресурсных возможностей, включая социальные и экологические аспекты [10].

Таким образом, для целей настоящего исследования под ресурсным потенциалом сельской территории будем понимать интегральную характеристику ее историко-культурных, коммуникационных (внутренние и внешние связи), природно-климатических и природно-ресурсных, экологических, производственно-экономических, социальных и демографических возможностей, которые при их целенаправленном вовлечении в хозяйственный оборот могут обеспечить комплексное развитие территории.

2. Анализ подходов к оценке ресурсного потенциала территории. Оценка ресурсного потенциала является необходимым этапом для принятия обоснованных управленческих решений. В научной литературе представлено множество методик, различающихся целями, набором показателей и математическим аппаратом. Одни авторы делают упор на стоимостной оценке природных ресурсов, другие — на построении интегральных рейтингов, третьи — на анализе эффективности текущего использования. А.А. Глоба рассматривает оценку РПТ как инструмент управления развитием региона, позволяющий выявить диспропорции и «узкие места» [6]. П.Ю. Орлов с соавторами проводят детальный анализ опыта оценки природно-ресурсного потенциала в контексте устойчивого развития, подчеркивая важность геоинформационных методов [2]. И.В. Затонская, А.П. Тищенко, М.И. Королева предлагают методический подход к оценке применительно именно к сельским территориям, учитывающий их специфику [8]. Систематизация существующих разработок представлена в таблице 1.

Таблица 1. Цели и подходы к оценке ресурсного потенциала территории
Table 1. Goals and approaches to assessing the resource potential of a territory

Авторы	Цель оценки РПТ	Методы (методика) оценки	Применяемые индикаторы
Акмаров П.Б., Осипов А.К., Князева О.П. [1]	Решение задач территориального развития, прогнозирование ключевых параметров	Многомерные статистические модели, эконометрическое моделирование	Социально-экономические показатели регионов, инвестиции, демография
Орлов П.Ю., Журкин И.Г., Камынина Н.Р. и др. [2]	Анализ природно-ресурсного потенциала для устойчивого развития	Геоинформационные системы (ГИС), картографирование, балльные оценки	Качественные и количественные характеристики природных ресурсов, площади, запасы
Бородин С.Н. [4]	Оценка перспектив развития региона через анализ использования ресурсов	Сравнительный анализ, индексный метод, оценка эффективности использования	Показатели ресурсоотдачи, доля добывающих отраслей в ВРП, объем инвестиций
Гилева Л.Н., Дячук А.Е. [5]	Организация рационального природопользования	Моделирование с применением ГИС-технологий, пространственный анализ	Пространственные данные, кадастровые показатели, экологические нормативы
Глоба А.А. [6]	Управление развитием региона	Комплексный анализ, балльная оценка, SWOT-анализ	Финансово-экономические, социальные, инфраструктурные индикаторы
Затонская И.В., Тищенко А.П., Королева М.И. [8]	Оценка ресурсного потенциала сельских территорий	Экспертные оценки, рейтингование, анализ синергетических эффектов	Показатели аграрного производства, демография, уровень жизни, инфраструктура
Ковалева И.В. [9]	Экономическое развитие региона	Системный анализ, статистические методы, расчет частных и интегральных показателей	Природно-ресурсные, производственные, трудовые, финансовые индикаторы
Степаненкова Н.М., Трубицына Н.С., Воробьев С.В. и др. [10]	Оценка состояния и перспектив комплексного развития села	Мониторинг, анализ динамики, сравнительный анализ, экономико-статистические методы	Уровень благоустройства, жилищные условия, занятость, доходы населения
Миронова Е.А., Чебыкина М.В., Шаталова Т.Н. [14]	Оценка эффективности использования и управления РПТ	Кластерный анализ, структурно-динамический анализ, расчет коэффициентов эффективности	Частные показатели по блокам потенциала, интегральный индекс эффективности
Ольшанская А.А. [15]	Реализация задач комплексного развития конкретного муниципального района	Камеральные исследования, анализ статистических данных, полевые обследования	Земельные ресурсы, демография, инфраструктурная обеспеченность
Ротанов Г.Н. [16]	Управление регионом на основе интегральной оценки	Интегральная оценка, балльный метод, экономико-математическое моделирование	Показатели использования прибрежных ресурсов, рекреационный потенциал
Цыбин В.А., Пуляевская Е.В. [20]	Оценка потенциала для диверсификации экономики моногорода	Анализ статистических данных, SWOT-анализ, экспертные опросы	Промышленный, кадровый, инфраструктурный, инвестиционный потенциал





Представленные в таблице 1 данные демонстрируют широкий спектр целей и методов, от узкоотраслевых до комплексных. Общей тенденцией является стремление исследователей к многокритериальной оценке и использованию интегральных показателей. Однако большинство подходов носят статический характер, фиксируя наличие или степень использования ресурсов на определенный момент времени, но не предлагая инструментария для динамического планирования их вовлечения. Именно это обстоятельство обуславливает необходимость разработки модели, которая бы связывала структурированную оценку потенциала с принятием решений о развитии территории. Как справедливо замечает Н.С. Бондарев, комплексное развитие сельских территорий требует применения ресурсного подхода в динамике, с учетом возможностей преобразования ресурсов в конечные социально-экономические результаты [3].

3. Авторский подход к построению модели развития территории. Исходя из проведенного теоретического анализа, можно констатировать, что эффективное управление развитием территории должно базироваться на формализованном представлении о ее ресурсном потенциале и законах его трансформации. В этой связи нами ранее было предложено определение механизма комплексного развития территории с учетом ресурсного потенциала, под которым предлагается понимать «систему взаимосвязанных организационных, экономических, пространственных, институциональных и информационно-аналитических элементов, обеспечивающих выявление, оценку, согласование и практическое использование возможностей территории в целях достижения долгосрочных социально-экономических и пространственных эффектов» [18].

Предлагаемый нами подход базируется на представлении территории как сложной системы, развитие которой должно быть сбалансированным по ряду ключевых направлений, соответствующих выделенным блокам ресурсного потенциала: историко-культурному, внешним и внутренним связям, природно-климатическому и природно-ресурсному, экологическому, производственно-экономическому, социальному и демографическому. Оценка эффективности развития в рамках данного подхода осуществляется через интегральный показатель, агрегирующий информацию по всем блокам. Процесс моделирования, таким образом, сводится к поиску такого распределения ограниченных ресурсов (финансовых, трудовых, производственных и пр.) между мероприятиями, направленными на усиление того или иного блока, которое обеспечит максимальный прирост интегрального показателя.

4. Экономико-математическая модель развития территории на основе комплексной оценки ресурсного потенциала. Предлагаемая экономико-математическая модель развития сельской территории базируется на принципах многокритериальной оптимизации с учетом известных подходов [12]. Предлагаемая модель ориентирована на максимизацию уровня комплексного развития территории, напрямую вытекающего из оценки ресурсного потенциала.

Пусть S — сельская территория, которая рассматривается как совокупность « m » функциональных зон или направлений деятель-

ности ($S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$). Каждое направление s_i соответствует одному из блоков ресурсного потенциала, требующему развития.

Целевая функция модели направлена на максимизацию интегрального показателя развития территории $I(S)$:

$$I(S) = w_1 \cdot HC(S) + w_2 \cdot CS(S) + w_3 \cdot NC(S) + w_4 \cdot EC(S) + w_5 \cdot PE(S) + w_6 \cdot SC(S) + w_7 \cdot DC(S), \text{ где:}$$

- $HC(S)$ — субиндекс, отражающий состояние и использование историко-культурного потенциала (число объектов культурного наследия, вовлеченных в туристический оборот; количество проводимых мероприятий; доля объектов, находящихся в удовлетворительном состоянии). Он характеризует возможности территории по развитию этнографического и познавательного туризма, формированию локальной идентичности.
- $CS(S)$ — субиндекс, оценивающий внутренние и внешние связи территории (плотность автомобильных дорог с твердым покрытием; наличие и частота транспортного сообщения с районным/областным центром; уровень проникновения широкополосного Интернета; доля продукции, вывозимой за пределы территории). Показатель отражает транспортную и информационную связанность.
- $NC(S)$ — субиндекс природно-климатического и природно-ресурсного потенциала (площадь сельхозугодий на душу населения; запасы полезных ископаемых или лесных ресурсов; биоклиматический потенциал). Характеризует естественную базу для сельского хозяйства и иных видов природопользования.
- $EC(S)$ — экологический субиндекс (доля площади особо охраняемых природных территорий (ООПТ); уровень загрязнения воздуха и воды; объем выбросов на единицу площади; доля озелененных территорий). Оценивает качество окружающей среды как фактор привлекательности для жизни и ограничитель хозяйственной деятельности.
- $PE(S)$ — производственно-экономический субиндекс (объем товаров собственного производства на душу населения; уровень рентабельности сельскохозяйственных организаций; количество малых и средних предприятий на 1000 жителей; объем инвестиций в основной капитал). Показывает текущую экономическую активность и эффективность.
- $SC(S)$ — социальный субиндекс (обеспеченность жильем (кв. м на человека); обеспеченность врачами и больничными койками; доля населения с доступами к благоустроенному жилью). Отражает качество жизни населения.
- $DC(S)$ — демографический субиндекс (ожидаемая продолжительность жизни; суммарный коэффициент рождаемости; коэффициент миграционного прироста; доля населения трудоспособного возраста). Характеризует воспроизводство и качество человеческого капитала.
- $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7$ — весовые коэффициенты, определяемые экспертным путем или методом анализа иерархий и отражающие стратегические приоритеты развития данной конкретной территории (сумма коэффициентов равна 1). Например, для депрессивной территории больший вес может иметь производственно-экономический блок, а для

рекреационной — экологический и историко-культурный.

Каждый из субиндексов представляет собой безразмерную величину, нормализованную в диапазоне от 0 до 1. Нормализация осуществляется на основе сравнения фактических показателей с эталонными (целевыми, среднерайонными или среднеобластными) значениями. Например, для показателя-стимулятора: $I_{ij} = (X_{\text{факт}} - X_{\text{мин}}) / (X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}})$.

Задача оптимизации заключается в определении вектора управленческих решений $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, где x_i — это объем ресурсов (инвестиций), направляемых на развитие направления s_i (то есть на повышение соответствующего субиндекса). Цель — максимизировать $I(S)$ при соблюдении ряда ограничений (табл. 2).

Представленная система ограничений переводит задачу развития территории из абстрактно-декларативной плоскости в плоскость реалистичного проектного управления. Она обеспечивает практическую применимость модели, поскольку интегрирует ключевые факторы внешней и внутренней среды: от жестких бюджетных параметров и требований законодательства до физической доступности ресурсов и качества институтов.

Особую значимость представляет включение институциональных и инфраструктурных ограничений, которые часто остаются за рамками формальных моделей, но, как справедливо отмечено в источниках [3, 18, 19], являются критическим условием для превращения статичного ресурсного потенциала в динамичное развитие. В совокупности данные ограничения формируют «коридор возможностей», в рамках которого ведется поиск оптимального управленческого решения, гарантируя, что предлагаемый план развития будет не только математически оптимальным, но и юридически допустимым, ресурсообеспеченным и выполнимым в заданные сроки.

Предложенная модель позволяет решать две взаимосвязанные задачи: прямую (при заданном бюджете B определить структуру инвестиций x_i , максимизирующую интегральный индекс развития $I(S)$) и обратную (определить минимально необходимый бюджет B для достижения целевого уровня развития $I(S)$). Важно подчеркнуть, что для практической реализации модели требуется разработка системы весов w_i и функций затрат $C_i(x_i)$ на основе ретроспективных данных и экспертных оценок. Как указывают А.А. Глоба и другие исследователи, экспертное знание играет важную роль в оценке потенциала и определении приоритетов [6]. Применение подобных моделей, по мнению Г.Н. Ротанова, создает основу для более обоснованного управления регионом на основе интегральных оценок [16].

Область применения результатов. Результаты проведенного исследования, включая разработанную экономико-математическую модель, имеют широкую область практического применения. Они могут быть использованы органами местного самоуправления и региональными властями в процессе стратегического планирования. В частности, модель применима при разработке и корректировке стратегий социально-экономического развития муниципальных образований, а также при формировании государственных и муниципальных программ, направленных на комплексное развитие сельских территорий. Кроме того, предложенный



Таблица 2. Система ограничений экономико-математической модели развития сельской территории
Table 2. System of constraints of the economic-mathematical model for rural territory development

Тип ограничения	Математическая формализация / Сущность	Экономическая и управленческая интерпретация	Обоснование
Бюджетные ограничения	$\sum C_i(x_i) \leq B$, где $C_i(x_i)$ — функция затрат на развитие блока i , B — общий доступный бюджет.	Отражают реальные финансовые возможности муниципалитета или региона. Являются ключевым лимитирующим фактором, определяющим масштаб и скорость преобразований.	Обеспечивает реалистичность модели и ее привязку к параметрам бюджетного планирования.
Нормативно-правовые ограничения	Соответствие решений Градостроительному, Земельному, Водному кодексам, ФЗ «Об охране окружающей среды», СанПиН и др.	Задают внешние «правила игры». Включают градостроительные нормы (ПЗЗ), экологические стандарты (ПДК), санитарно-эпидемиологические требования.	Подчеркивают значимость институциональных условий для реализации ресурсного подхода.
Ресурсные ограничения	Лимиты по наличию: трудовых ресурсов ($L \leq L_{\text{доступно}}$); материальных ресурсов ($M \leq M_{\text{доступно}}$); природных ресурсов ($N \leq N_{\text{лимит}}$).	Связаны с физической доступностью факторов производства. Отсутствие квалифицированной рабочей силы или материальных ресурсов может заблокировать проект даже при наличии финансирования.	Предотвращают истощение ресурсной базы и учитывают реальную обеспеченность территории факторами производства.
Институциональные и инфраструктурные ограничения	Наличие/готовность институтов (качество управления, стратегии) и базовой инфраструктуры (энерго-, газоснабжение).	Без развитой институциональной среды и базовой инфраструктуры высокий природно-ресурсный потенциал не может быть вовлечен в хозяйственный оборот.	Фиксируют зависимость развития от качества управления и обеспеченности инфраструктурой.
Ограничения по времени	$T \leq T_{\text{план}}$, где T — фактический срок реализации, $T_{\text{план}}$ — плановый горизонт.	Критически важны для синхронизации мероприятий и достижения социально-экономических эффектов в заданном горизонте планирования.	Учитывают временной аспект стратегического планирования и важность синхронизации проектов.

инструментарий может служить основой для обоснования приоритетности включения тех или иных инвестиционных проектов в приоритеты развития, позволяя оценить их вклад в интегральный рост. В.А. Цыбин, Е.В. Пуляевская, например, подчеркивают актуальность подобных оценок при диверсификации экономики территорий [20]. Модель также может быть адаптирована для целей мониторинга эффективности реализации принятых программ путем сравнения плановых и фактических значений субиндексов. А.Б. Савченко, Т.Л. Бородина указывают на необходимость разработки стандартов комплексного развития, и предложенная модель может стать частью такого стандарта, обеспечивая его количественную измеримость [17].

Выводы. Проведенное исследование позволяет сформулировать ряд ключевых выводов. Ресурсный потенциал территории является сложной, многокомпонентной категорией, структура которой должна отражать не только традиционные природные и производственные факторы, но и социальные, демографические, экологические, историко-культурные аспекты. Анализ существующих методик оценки РПТ выявил их преимущественно статический характер и недостаточную проработанность инструментов перехода от оценки к планированию. Разработанная экономико-математическая модель, базирующаяся на комплексной оценке по семи блокам ресурсного потенциала и включающая систему ограничений, позволяет преодолеть этот разрыв. Модель формализует процесс принятия решений, переводя задачу управления развитием в оптимизационную плоскость. Применение данной модели может позволить повысить обоснованность распределения ограниченных бюджетных средств, обеспечивая сбалансированный учет разнонаправленных факторов развития и ориентацию на достижение долгосрочных социально-экономических и пространственных эффектов. Дальнейшие направления исследований могут быть связаны с разработкой методики калибровки весовых коэффициентов и функций затрат для различных типов сельских территорий.

Список источников

1. Акмаров П.Б., Осипов А.К., Князева О.П. Решение задач территориального развития на основе многомерных моделей ключевых параметров региона // Научные

труды Вольного экономического общества России. 2024. Т. 250. № 6. С. 193-215. doi: 10.38197/2072-2060-2024-250-6-193-215

2. Орлов П.Ю., Журкин И.Г., Камынина Н.Р. и др. Анализ опыта оценки природно-ресурсного потенциала и устойчивого развития территорий // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2023. Т. 67. № 4. С. 45-64. doi: 10.30533/GIA-2023-030

3. Бондарев Н.С. Комплексное развитие сельских территорий региона: ресурсный подход // Комплексное развитие сельских территорий Сибирского федерального округа: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика РАН П.М. Першукевича, р.п. Краснообск, 21 сентября 2023 г. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2023. С. 196-200.

4. Бородин С.Н. Оценка перспектив развития региона через анализ использования его природно-ресурсного потенциала // Russian Economic Bulletin. 2023. Т. 6. № 6. С. 101-112.

5. Гилева Л.Н., Дячук А.Е. Моделирование организации рационального использования природно-ресурсного потенциала территории с применением геоинформационных систем и технологий // Московский экономический журнал. 2025. Т. 10. № 10. С. 339-354. doi: 10.55186/2413046X_2025_10_10_241

6. Глоба А.А. Оценка ресурсного потенциала как инструмент управления развитием региона // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики: сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции: в 3 т., Курск, 27-28 апреля 2023 г. / Финансовый университет при Правительстве РФ; Курская областная Дума; Курская региональная общественная организация Вольного экономического общества России. Т. 1. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. С. 229-235.

7. Джемилева Э.Р. Методические основы и систематизация ресурсного потенциала региона, методы его обеспечения и использования // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2023. № 3 (81). С. 64-69. doi: 10.34771/UZCERU.2023.81.3.013

8. Затонская И.В., Тищенко А.П., Королева М.И. Методический подход к оценке ресурсного потенциала сельских территорий // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции, Брянск, 14-15 марта 2024 г. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. С. 661-665.

9. Ковалева И.В. Экономическое развитие региона: оценка ресурсного потенциала // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 7-1 (82). С. 258-264. doi: 10.24412/2500-1000-2023-7-1-258-264

10. Степаненкова Н.М., Трубицына Н.С., Воробьев С.В. и др. Комплексное развитие сельских территорий: состояние и перспективы // Экономика, предприниматель-

ство и право. 2026. Т. 16. № 1. С. 209-230. doi: 10.18334/errp.16.1.24368

11. Кузнецов С.В., Бережной А.В. Исследование компонентов ресурсного потенциала территорий // Экономика и управление: актуальные вопросы теории и практики: материалы XXIV Международной научно-практической конференции, Краснодар, 05 ноября 2025 г. Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, 2025. С. 309-312.

12. Лапидус А.А., Бидов Т.Х., Лютин В.С. Особенности организации строительства при комплексном развитии городских территорий // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 4. С. 238-242. doi: 10.24412/2071-6168-2024-4-238-239

13. Лапидус А.А. Проект организации территории (ПОТ) — необходимый элемент комплексного развития территорий (КРТ) // Строительное производство. 2024. № 3. С. 2-6. doi: 10.54950/26585340_2024_3_2

14. Миронова Е.А., Чебыкина М.В., Шаталова Т.Н. Систематизация структурных элементов ресурсного потенциала региона и методические подходы к оценке его эффективного использования и управления // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2023. № 3. С. 89-102. doi: 10.18384/2310-6646-2023-3-89-102

15. Олышанская А.А. Оценка ресурсного потенциала для реализации задач комплексного развития сельских территорий в Аксайском районе Ростовской области // Основные принципы развития землеустройства и кадастров, Новочеркасск, 22-23 апреля 2024 г. Новочеркасск: Лик, 2024. С. 244-248.

16. Ротанов Г.Н. Управление регионом на основе интегральной оценки эффективности использования ресурсов прибрежных территорий // Южный урбанистический форум: наука и практика: сборник научных трудов, Севастополь, 22-24 апреля 2024 г. Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2024. С. 331-339.

17. Савченко А.Б., Бородин Т.Л. Потенциал комплексного развития территорий (КРТ) как шаг к разработке стандарта КРТ // Город и люди: пространство и время: сборник статей Международной конференции, Смоленск, 28-30 апреля 2023 г. М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2023. С. 295-303.

18. Семенов Д.М., Петров А.А. Формирование механизма комплексного развития территории с учетом ресурсного потенциала // Международный сельскохозяйственный журнал. 2026. № 3. С. 354-357. doi: 10.55186/25876740_2026_3_354

19. Хосроева Н.И., Туриев З.В. Основные направления исследования ресурсного потенциала региона // Управление экономическими и социальными системами региона: сборник научных трудов. Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, 2023. С. 228-236.





20. Цыбин В.А., Пуляевская Е.В. Оценка ресурсного потенциала моногорода для диверсификации территории // Градостроительство. Теория, практика, образование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 16-17 апреля 2024 г. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2024. С. 171-181.

References

1. Akmarov, P.B., Osipov, A.K., Knyazeva, O.P. (2024). Reshenie zadach territorial'nogo razvitiya na osnove mnogomernykh modelei klyuchevykh parametrov regiona [Addressing regional development challenges using multidimensional models of key regional parameters]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia], vol. 250, no. 6, pp. 193-215. doi: 10.38197/2072-2060-2024-250-6-193-215
2. Orlov, P.Yu., Zhurkin, I.G., Kamynina, N.R. i dr. (2023). Analiz opyta otsenki prirodno-resursnogo potentsiala i usloichivogo razvitiya territorii [An analysis of experiences in assessing natural resource potential and sustainable development of regions]. *Izvestiya vysshihkh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotostroyeniye* [Proceedings of Higher Education Institutions. Geodesy and aerophotostroyeniye], vol. 67, no. 4, pp. 45-64. doi: 10.30533/GiA-2023-030
3. Bondarev, N.S. (2023). Kompleksnoe razvitiye sel'skikh territorii regiona: resursnyi podkhod [Comprehensive development of rural areas in the region: a resource-based approach]. *Kompleksnoe razvitiye sel'skikh territorii Sibirskogo federal'nogo okruga: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 80-letiyu so dnya rozhdeniya akademika RAN P.M. Pershukovicha, r.p. Krasnoobsk, 21 sentyabrya 2023 g.* [Comprehensive development of rural areas in the siberian federal district: proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of academician P.M. Pershukovich, Krasnoobsk, September 21, 2023]. Novosibirsk: Novosibirsk Publishing center of the Novosibirsk State Agrarian University "Zolotoy Kolos", pp. 196-200.
4. Borodin, S.N. (2023). Otsenka perspektiv razvitiya regiona cherez analiz ispol'zovaniya ego prirodno-resursnogo potentsiala [Assessing the region's development prospects through an analysis of the utilization of its natural resource potential]. *Russian Economic Bulletin*, vol. 6, no. 6, pp. 101-112.
5. Gileva, L.N., Dyachuk, A.E. (2025). Modelirovaniye organizatsii ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodno-resursnogo potentsiala territorii s primeneniye geoinformatsionnykh sistem i tekhnologii [Modeling the rational use of a region's natural resource potential using geographic information systems and technologies]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], vol. 10, no. 10, pp. 339-354. doi: 10.55186/2413046X_2025_10_10_241
6. Globa, A.A. (2023). Otsenka resursnogo potentsiala kak instrument upravleniya razvitiem regiona [Assessment of resource potential as a tool for regional development management]. *Aktual'nye voprosy ustoychivogo razvitiya sovremennogo obshchestva i ekonomiki: sbornik nauchnykh statei 2-i Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: v 3t., Kursk, 27-28 aprelya 2023 g.* [Current issues of sustainable development of modern society and the economy: collection

of scientific articles from the 2nd All-Russian scientific and practical conference: in 3 volumes, Kursk, April 27-28, 2023]. Vol. 1. Kursk, University Book CJSC, pp. 229-235.

7. Dzhemileva, E.H. (2023). Metodicheskie osnovy i sistematizatsiya resursnogo potentsiala regiona, metody ego obespecheniya i ispol'zovaniya [Methodological foundations and systematization of the region's resource potential, as well as methods for securing and utilizing it]. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta* [Scientific notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University], no. 3 (81), pp. 64-69. doi: 10.34771/UZCEPU.2023.81.3.013

8. Zatonskaya, I.V., Tishchenko, A.P., Koroleva, M.I. (2024). Metodicheskii podkhod k otsenke resursnogo potentsiala sel'skikh territorii [A methodological approach to assessing the resource potential of rural areas]. *Aktual'nye voprosy ekonomiki i agrobiznesa: sbornik trudov XV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Bryansk, 14-15 marta 2024 g.* [Current issues in economics and agribusiness: proceedings of the XV International scientific and practical conference, Bryansk, March 14-15, 2024]. Bryansk, Bryansk State Agrarian University, pp. 661-665.

9. Kovaleva, I.V. (2023). Ekonomicheskoe razvitiye regiona: otsenka resursnogo potentsiala [Economic development of the region: an assessment of resource potential]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International journal of humanities and natural sciences], no. 7-1 (82), pp. 258-264. doi: 10.24412/2500-1000-2023-7-1-258-264

10. Stepanenkova, N.M., Trubitsyna, N.S., Vorob'ev, S.V. i dr. (2026). Kompleksnoe razvitiye sel'skikh territorii: sostoyaniye i perspektivy [Comprehensive development of rural areas: current status and prospects]. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, entrepreneurship and law], vol. 16, no. 1, pp. 209-230. doi: 10.18334/ep.16.1.124368

11. Kuznetsov, S.V., Berezhnoi, A.V. (2025). Issledovanie komponentov resursnogo potentsiala territorii [A study of the components of regional resource potential]. *Ekonomika i upravleniye: aktual'nye voprosy teorii i praktiki: materialy XXIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Krasnodar, 05 noyabrya 2025 g.* [Economics and management: current issues of theory and practice: proceedings of the XXIV International scientific and practical conference, Krasnodar, November 5, 2025]. Krasnodar, Russian Energy Agency, Ministry of Energy of the Russian Federation, pp. 309-312.

12. Lapidus, A.A., Bidov, T.Kh., Lotkin, V.S. (2024). Oso-bennosti organizatsii stroitel'stva pri kompleksnom razvitiy gorodskikh territorii [Key aspects of construction management in comprehensive urban development projects]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskies nauki* [News of the Tula State University. Technical sciences], no. 4, pp. 238-242. doi: 10.24412/2071-6168-2024-4-238-239

13. Lapidus, A.A. (2024). Proekt organizatsii territorii (POT) — neobkhodimy ehlement kompleksnogo razvitiya territorii (KRT) [A land use plan (LUP) is an essential component of comprehensive land development (CLD)]. *Stroitel'noe proizvodstvo* [Construction production], no. 3, pp. 2-6. doi: 10.54950/26585340_2024_3_2

14. Mironova, E.A., Chebykina, M.V., Shatalova, T.N. (2023). Sistematizatsiya strukturnykh ehlementov resursno-

go potentsiala regiona i metodicheskie podkhody k otsenke ego ehffektivnogo ispol'zovaniya i upravleniya [Systematization of the structural elements of a region's resource potential and methodological approaches to assessing its effective use and management]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta prosveshcheniya. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the State University of Education. Series: Economics], no. 3, pp. 89-102. doi: 10.18384/2310-6646-2023-3-89-102

15. Ol'shanskaya, A.A. (2024). Otsenka resursnogo potentsiala dlya realizatsii zadach kompleksnogo razvitiya sel'skikh territorii v Aksaiskom raione Rostovskoi oblasti [Assessment of resource potential for the implementation of comprehensive rural development objectives in the Aksai district of the Rostov region]. *Osnovnye printsipy razvitiya zemleustroystva i kadastr*, 22-23 aprelya 2024 g. [Basic principles of land management and cadastral systems development, Novocherkassk, April 22-23, 2024]. Novocherkassk, Lik Publ., pp. 244-248.

16. Rotanov, G.N. (2024). Upravleniye regionom na osnove integral'noi otsenki ehffektivnosti ispol'zovaniya resursov pribrezhnykh territorii [Regional management based on a comprehensive assessment of the efficient use of coastal resources]. *Yuzhnyi urbanisticheskii forum: nauka i praktika: sbornik nauchnykh trudov, Sevastopol', 22-24 aprelya 2024 g.* [Southern urban forum: science and practice: collection of scientific papers, Sevastopol, April 22-24, 2024]. Sevastopol, Sevastopol State University, pp. 331-339.

17. Savchenko, A.B., Borodina, T.L. (2023). Potentsial kompleksnogo razvitiya territorii (KRT) kak shag k razrabotke standartov KRT [The potential of integrated territorial development (ITD) as a step toward developing an ITD standard]. *Gorod i lyudi: prostranstvo i vremya: sbornik statei Mezhdunarodnoi konferentsii, Smolensk, 28-30 aprelya 2023 g.* [City and people: space and time: collection of articles from the International conference, Smolensk, April 28-30, 2023]. Moscow, Lomonosov Moscow State University, pp. 295-303.

18. Semenov, D.M., Petrov, A.A. (2026). Formirovaniye mekhanizma kompleksnogo razvitiya territorii s ucheto resursnogo potentsiala [Establishing a mechanism for comprehensive regional development that takes into account the region's resource potential]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3, pp. 354-357. doi: 10.55186/25876740_2026_69_3_354

19. Khosroeva, N.I., Turiev, Z.V. (2023). Osnovnye napravleniya issledovaniya resursnogo potentsiala regiona [Key areas of research on the region's resource potential]. *Upravleniye ekonomicheskimi i sotsial'nymi sistemami regiona: sbornik nauchnykh trudov* [Management of economic and social systems in the region: collection of scientific papers]. Vladikavkaz, North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, pp. 228-236.

20. Tsybin, V.A., Pulyaevskaya, E.V. (2024). Otsenka resursnogo potentsiala monogoroda dlya diversifikatsii territorii [Assessment of a single-industry town's resource potential for regional diversification]. *Gradostroitel'stvo. Teoriya, praktika, obrazovaniye: materialy VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Irkutsk, 16-17 aprelya 2024 g.* [Urban planning. Theory, practice, education: proceedings of the 6th All-Russian scientific and practical conference, Irkutsk, April 16-17, 2024]. Irkutsk, Irkutsk National Research Technical University, pp. 171-181.

Информация об авторах:

Семенов Дмитрий Михайлович, аспирант, dima.1669@mail.ru

Петров Александр Алексеевич, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры строительства зданий и сооружений, директор Института строительства, природообустройства и ландшафтной архитектуры, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4544-4516>, Scopus ID: 56370419300, Researcher ID: AAF-2817-2019, SPIN-код: 6033-0799, petrov_2000@rambler.ru

Information about the authors:

Dmitry M. Semenov, graduate student, dima.1669@mail.ru

Alexander A. Petrov, doctor of economic sciences, candidate of technical sciences, professor of the department of building and structural engineering, director of the Institute of construction, environmental planning, and landscape architecture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4544-4516>, Scopus ID: 56370419300, Researcher ID: AAF-2817-2019, SPIN-code: 6033-0799, petrov_2000@rambler.ru



Научная статья
УДК 338.43:332.1
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_513

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРИГРАНИЧНОГО РЕГИОНА: ДИАГНОСТИКА И ОБОСНОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Ю.А. Котлова, Н.Г. Леонова, Н.Д. Александренко

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются методологические подходы к оценке экономического потенциала агропромышленного комплекса применительно к приграничным регионам Российской Федерации. Обоснована необходимость актуализации существующих методик с учетом специфики приграничных территорий. Теоретическая база исследования опирается на анализ научных публикаций в области региональной экономики и управления отраслевым развитием. Эмпирическая часть выполнена на материалах Хабаровского края, как типичного приграничного региона Дальневосточного федерального округа, с использованием статистических данных за 2014-2025 гг. Инструментарий исследования включает методы регрессионного моделирования и машинного обучения, реализованные в среде Rstudio. Уточнено содержание понятия «потенциал АПК приграничного региона», включающего ресурсную, научно-техническую, инвестиционную, экономическую и цифровую составляющие. Проведенная диагностика выявила высокую степень линейной связи между валовым региональным продуктом и показателями развития агропромышленного сектора (множественный $R=0,99$, $R^2=0,98$), при этом наиболее значимое влияние оказывает объем произведенной сельскохозяйственной продукции. В ходе исследования идентифицированы системные проблемы, сдерживающие развитие АПК приграничных территорий: сокращение технической оснащенности (снижение количества тракторов на 71%), дефицит инвестиций (отсутствие вложений в основной капитал в 2020-2025 гг.), климатические ограничения, импортозависимость, недостаточное развитие мелиорации, выведение земель из оборота, в том числе вследствие отсутствия актуализированной информации о правообладателях земельных участков. Результаты могут быть применены органами государственной власти при разработке региональных программ развития сельского хозяйства и обосновании управленческих решений, направленных на повышение вклада агропромышленного сектора в экономику приграничных регионов и формирование благоприятного предпринимательского климата.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, приграничный регион, диагностика, экономический потенциал, методология управления, валовой региональный продукт, предпринимательский климат, Хабаровский край, методы машинного обучения

Благодарности: исследование финансировалось за счет конкурса на выполнение экспертно-аналитических работ в целях реализации программы развития ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет».

Original article

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN A BORDER REGION: DIAGNOSTICS AND SUBSTANTIATION OF MANAGEMENT DECISIONS

Yu.A. Kotlova, N.G. Leonova, N.D. Aleksandrenko

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

Abstract. The article examines methodological approaches to assessing the economic potential of the agro-industrial complex in the context of border regions of the Russian Federation. The necessity of updating existing methods to account for the specific characteristics of border territories is substantiated. The theoretical framework of the study is based on an analysis of scientific publications in the fields of regional economics and industry development management. The empirical part is based on data from Khabarovsk Krai as a typical border region of the Far Eastern Federal District, using statistical data for the period 2014-2025. The research methodology includes regression modeling and machine learning methods implemented in the Rstudio environment. The content of the concept "agro-industrial complex potential of a border region" is clarified, encompassing resource, scientific-technical, investment, economic, and digital components. The conducted diagnostics revealed a high degree of linear relationship between the gross regional product and the development indicators of the agro-industrial complex (multiple $R=0.99$, $R^2=0.98$), with the volume of agricultural output exerting the most significant influence. The study identified systemic challenges constraining the development of the agricultural sector in border territories: reduced technical capacity (a 71% decrease in the number of tractors), investment deficit (lack of investment in fixed capital in 2020-2025), climatic constraints, import dependence, insufficient development of land reclamation, withdrawal of land from agricultural use, including due to the lack of up-to-date information on land owners. The results can be applied by public authorities in the development of regional agricultural development programs and in substantiating management decisions aimed at increasing the contribution of the agricultural sector to the economy of border regions and fostering a favorable business climate.

Keywords: agro-industrial complex, border region, diagnostics, economic potential, management methodology, gross regional product, business climate, Khabarovsk Krai, machine learning methods

Acknowledgments: the research was funded through a competition for the implementation of expert analytical work in order to implement the development program of the Pacific National University.

Введение. Оценка эффективности деятельности органов власти приграничных регионов представляет собой комплексную проблему, затрагивающую ряд важных аспектов, включая проблему интеграции в методологию оценки, уточнения актуальности включения или исключения отдельных показателей, в том числе отражающих специфику аграрного сектора. Проблема оценки эффективности деятельности органов

власти приграничных регионов занимает одно из центральных мест в современной системе государственного управления Российской Федерации. К главным особенностям приграничных территорий относят их уникальную геополитическую позицию, определяющую повышенную значимость вопросов национальной безопасности, внешнеэкономической интеграции, а также межгосударственного взаимодействия.

Агропромышленный сектор выполняет системообразующую функцию в развитии приграничных территорий, обеспечивая продовольственную безопасность, сохранение традиционного уклада жизни местного населения, формирование благоприятного предпринимательского климата и выступая фундаментальной основой региональной экономики. Особое значение приобретает исследование



аграрного сектора приграничных территорий, поскольку именно на данных территориях формируются уникальные комбинации экономических, социальных и природных факторов, детерминирующих уровень конкурентоспособности аграрного сектора и состояние предпринимательского климата региона.

Современное состояние аграрного сектора приграничных территорий характеризуется наличием системных проблем. Одной из основных проблем является сокращение площади сельскохозяйственных угодий и рост неиспользуемых земель, что наиболее ярко представлено в Дальневосточном федеральном округе. По данным Федеральной службы государственной статистики, посевные площади в 2025 г. в Российской Федерации в целом сократились на 1,1% — с 80,180 до 79,298 млн га. Аграрный сектор на Дальнем Востоке является неоднородным: некоторые регионы показали значительный прогресс в 2025 г., например, устойчивый рост производства сельскохозяйственной продукции продемонстрировала Амурская область (+8,3%), выступающая ключевым фактором развития агропромышленного сектора региональной экономики; другие регионы, напротив, отреагировали спадом — в Еврейской автономной области производство сократилось на 19,8%. В Хабаровском крае объем произведенной продукции аграрного сектора в 2025 г. составил 26 млрд руб., что свидетельствует о позитивной динамике, однако не нивелирует наличия системных проблем. Актуальность проводимого исследования обусловлена наличием, как методических проблем, так и отсутствием разработанных методологических основ оценки эффективности агропромышленного комплекса и предпринимательского климата приграничных территорий.

Гипотеза исследования заключается в том, что оценка потенциала агропромышленного комплекса приграничного региона, основанная на применении методов машинного обучения и регрессионного анализа, позволяет выявить ключевые факторы, оказывающие влияние на валовой региональный продукт, а полученные результаты могут служить информационно-аналитической основой для обоснования управленческих решений в системе регионального и отраслевого управления.

Целью исследования является анализ и систематизация подходов к оценке экономического потенциала АПК и их актуализация для приграничных регионов.

В задачи исследования входят: соотнесение понятий «предпринимательский климат» и «экономический потенциал АПК»; анализ и систематизация подходов к оценке экономического потенциала АПК; статистический анализ показателей оценки экономического потенциала АПК приграничного региона; выявление проблем применения подходов к оценке экономического потенциала АПК для приграничных регионов. По результатам исследования сформированы рекомендации по оценке экономического потенциала АПК приграничного региона как точки роста предпринимательского климата в современных условиях.

Методология исследования. Теоретическую основу исследования составили научные труды отечественных и зарубежных авторов, посвященные проблематике оценки потенциала агропромышленного комплекса, региональной экономики и управления развитием пригранич-

ных территорий. Методологический аппарат исследования базируется на методах теоретического анализа и синтеза, систематизации научных подходов, статистического анализа, регрессионного моделирования, а также методах машинного обучения (анализ скользящих средних, построение регрессионных моделей), реализованных в среде Rstudio [14].

Объектом исследования выбран Хабаровский край как приграничный регион Дальневосточного федерального округа, обладающий типичными для данной категории территорий характеристиками: удаленностью от центральных регионов, специфическими природно-климатическими условиями, наличием внешнеторговых связей со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

Эмпирическая база исследования сформирована на основе данных Федеральной службы государственной статистики, территориального органа Росстата по Хабаровскому краю, Министерства сельского хозяйства Хабаровского края, Дальневосточного таможенного управления. Анализируемый период охватывает 2014–2025 гг. Выбор временного интервала обусловлен доступностью сопоставимых статистических данных, а также возможностью учета последних доступных показателей развития агропромышленного сектора региона. В рамках исследования разработана методология обоснования управленческих решений, основанная на комплексной оценке потенциала агропромышленного комплекса приграничного региона с применением методов регрессионного моделирования и машинного обучения.

Экспериментальная база и ход исследования. В контексте настоящего исследования потенциал агропромышленного комплекса определяется как совокупность ресурсного, научно-технического, инвестиционного, экономического и цифрового потенциалов. Анализ научной литературы, посвященной определению понятия «агропромышленный комплекс», свидетельствует о консенсусе исследователей относительно трактовки агропромышленного комплекса как системы, интегрирующей различные отрасли и сферы экономической деятельности: земледелие, животноводство, перерабатывающую промышленность, лесное хозяйство и другие [1].

Из данного определения следует, что потенциал АПК состоит из набора потенциалов: природного, производственного, трудового, научно-технического, инвестиционного, организационного, финансового. Агропромышленный комплекс представляет собой интегрированную структуру, в рамках которой оценка экономического эффекта предполагает наличие перерабатывающих производств наряду с производством первичной сельскохозяйственной продукции. Следовательно, определение и оценка эффективности АПК невозможны без анализа агропромышленного потенциала региона.

Отдельные исследователи при анализе развития агропромышленного комплекса ограничиваются оценкой лишь части его потенциала в силу сложности комплексного анализа всей системы [2]. В статье Паштецкого В.С., Тимиргалеева Р.Р., Вердыш М.В. в потенциал АПК включается и выделяется цифровой потенциал, который включает ресурсный потенциал [4]. По мнению авторов, цифровая трансформация возможна в субъектах, в которых потенциал АПК находится на достаточном уровне и определен уровень цифровой зрелости субъекта.

В рамках настоящего исследования обобщенным представляется рассмотрение потенциала адаптации агропромышленного комплекса региона к изменениям и его последующей цифровизации в условиях становления цифровой экономики. Потенциал адаптации к изменениям детерминируется совокупностью факторов, включающей экономические условия, обеспеченность природными ресурсами, состояние инфраструктуры, уровень технологического развития, степень цифровизации, климатические особенности и иные условия. Дополнительным потенциалом в ряде работ рассматривается инвестиционный потенциал АПК [5]. В статье Сангадиева И.Г. потенциал региона определяется ресурсным потенциалом, который складывается на основе сочетания природно-климатических факторов и производственных ресурсов [6]. Булгаков Н.М. понимает под потенциалом АПК совокупность природных, экономических, технических и социальных факторов, формирующих возможности региона для развития сельскохозяйственного комплекса [7].

Методологическая неразработанность и отсутствие единого подхода к определению потенциала АПК региона влияют на методические подходы к его оценке. Приграничные регионы имеют ряд особенностей, которые также должны отражаться в исследовании потенциала АПК. В исследованиях Чжэндао Ли главной причиной роста потенциала агропромышленного комплекса определена цифровая трансформация экономики [8], которая выступает фактором, укрепляющим способность сельских районов к адаптации и способствующим институциональной модернизации. В исследовании определены пути и рекомендации по инвестированию в цифровые технологии в агропромышленный сектор [9].

На исследование потенциала приграничного региона влияют факторы: близость к государственному границам, демографический состав населения приграничного региона, отличающийся наличием этнических групп, политическая обстановка в сопредельных государствах, внешнеэкономическая конъюнктура. Таким образом, на рост потенциала в агропромышленном секторе приграничной территории значимое влияние оказывает цифровая трансформация. Перечисленные особенности обуславливают целесообразность использования комплексного подхода к оценке потенциала.

В оценке потенциала агропромышленного комплекса региона используются как качественные, так и количественные показатели. В статье Паштецкого В.С., Тимиргалеева Р.Р., Вердыш М.В. представлены следующие группы показателей, характеризующие цифровую трансформацию АПК.

Качественные показатели: использование широкополосного доступа в Интернет; сотрудники субъекта АПК, использующие Интернет; наличие веб-сайта; использование специальных программных средств, в том числе систем электронного документооборота, электронно-справочных систем, систем осуществления финансовых расчетов в электронном виде, систем управления закупками, систем управления поставками; использование цифровых технологий, включая облачные сервисы, технологии сбора, обработки и анализа больших данных, цифровые платформы, геоинформационные системы, интернет вещей, промышленные роботы и автоматизированные линии, цифровой двойник.



Количественные показатели: чистый доход от реализации товаров, работ, услуг, в том числе полученный на основе применения цифровых технологий; первичная стоимость активной части основных средств, в том числе ее прогрессивных элементов; размер износа активной части основных средств; первичная стоимость пассивной части основных средств; величина износа пассивной части основных средств; материальные затраты, в том числе на приобретение современных информационно-коммуникационных технологий, оборудования и т.п.; объем необходимых инвестиций; ожидаемый относительный прирост совокупных активов.

Из представленных количественных показателей для оценки точек роста потенциала АПК приграничного региона возможно применение части показателей, однако специфические черты приграничных территорий они не отражают. В других исследованиях ключевой точкой роста потенциала агропромышленного комплекса региона определены показатели инвестиционного потенциала, а именно объем инвестиций в данную отрасль. Недостаточная разработанность методики оценки потенциала АПК региона затрудняет реализацию мероприятий, направленных на повышение инвестиционной привлекательности данной отрасли.

На основе анализа научных статей установлено, что оценка потенциала агропромышленного комплекса включает следующие элементы:

- природно-климатические: оценка пахотных земель, пастбищ, лесных угодий и других категорий земель, климатические факторы (температура, осадки, солнечная радиация) и их влияние на сельскохозяйственную продуктивность;
- технические факторы: показатели сельскохозяйственной инфраструктуры, анализ объектов, необходимых для успешной сельскохозяйственной деятельности;
- финансовые факторы: инвестиционные показатели, доступность кредитования и лизинговых программ, налоговые льготы и другие экономические элементы государственной поддержки;
- инновационные и научные характеристики: анализ научной и инновационной базы повышения потенциала АПК региона;
- для оценки агропромышленного потенциала целесообразно сконцентрировать усилия на следующих элементах:
- сбытовые факторы: анализ рынков сбыта сельскохозяйственной продукции, спроса и предложения, сетей сбыта и экспортного

потенциала, а также уровня импорта сельскохозяйственной продукции;

- кадровый потенциал: оценка наличия квалифицированных специалистов в АПК;
- цифровой потенциал: оценка цифрового потенциала АПК приграничного региона.

Отличительной особенностью потенциала агропромышленного комплекса является его зависимость от природно-климатических условий. При этом на оценку потенциала агропромышленного комплекса влияют сбытовые и природно-климатические факторы. Целесообразно определить ориентацию приграничных регионов в зависимости от природно-климатических условий: южные регионы Российской Федерации ориентированы на производство сельскохозяйственной продукции, северные территории — на особые условия хозяйствования, восточные регионы — на экспортный потенциал.

Взаимосвязь агропромышленного сектора и предпринимательского климата проявляется через факторы влияния. Развитие АПК зависит от множества факторов, среди которых важное место занимает предпринимательский климат. К общим задачам развития предпринимательского климата и потенциала агропромышленного комплекса отнесены:

- определение количества малых и средних хозяйствующих субъектов экономики РФ, занятых производством сельскохозяйственной продукции;
- анализ динамики изменения объема производства сельскохозяйственной продукции;
- анализ динамики изменения количества крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств, а также индивидуального предпринимательства в производстве сельскохозяйственной продукции;
- анализ мер поддержки и их влияния на становление малых форм хозяйствования, предусмотренных в региональных государственных программах развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

Разработка мероприятий, направленных на развитие агропромышленного комплекса в составе предпринимательского климата, является необходимым условием устойчивого экономического роста региона. Анализ количественных показателей, характеризующих агропромышленный сектор, позволяет своевременно выявлять проблемы и разрабатывать эффективные меры для их устранения. Таким образом,

укрепление предпринимательского климата становится ключевым фактором успешного функционирования и развития агропромышленного сектора.

Результаты и обсуждение. Выборка исследования включает статистические данные по Хабаровскому краю. Анализируемый период — с 2014 по 2025 гг., по ряду показателей — с 2022 по 2024 гг. Основной переменной (эндогенной переменной) выступает валовой региональный продукт (ВРП). Экзогенными переменными являются 9 факторов, отражающих экономические параметры развития агропромышленного комплекса и предпринимательского климата. Моделирование ВРП Хабаровского края выполнено с применением методов машинного обучения в среде Rstudio. Экзогенные переменные представлены ниже:

- X1 — объем произведенной сельскохозяйственной продукции в регионе — параметр отражает совокупный объем произведенной продукции растениеводства и животноводства всеми категориями хозяйств за определенный период (млн руб.);
- X2 — индекс производства сельскохозяйственной продукции — характеризует динамику изменения объема производства сельскохозяйственной продукции относительно предшествующего года (% к прошлому году);
- X3 — валовой сбор основных культур — характеризует объем собранных сельскохозяйственных культур: зерновые и зернобобовые, соя, картофель, овощи — открытый и закрытый грунт (тыс. т);
- X4 — продуктивность животных (сельскохозяйственные организации) — отражает объем произведенной сельскохозяйственной продукции: молоко, мясо скота и птицы (тыс. т);
- X5 — техническая оснащенность (тракторы) — количество тракторов в сельскохозяйственных организациях (шт.);
- X6 — инвестиции в основной капитал сельскохозяйственных организаций (млрд руб.);
- X7 — объем государственной поддержки АПК края (млн руб.);
- X8 — объем экспорта, включая сельскохозяйственную продукцию (млн долл. США);
- X9 — объем импорта, включая сельскохозяйственную продукцию (млн долл. США).

Методика исследования включает построение выборки, выбор закона распределения и проведение тестирования. Достоверность модели оценивалась на основе параметра R^2 с использованием различных кодов и библиотек Rstudio. Данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Сводные данные по ВРП и экзогенным переменным Хабаровского края за 2014–2025 гг.

Table 1. Summary data on GRP and exogenous variables of Khabarovsk Krai for 2014–2025

Год	ВРП, млн руб.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
2014	590000,00	16709,00	101,00	253,00	61,9	841,00	128,70	0,00	0,00	0,00
2015	630000,00	17439,10	87,70	226,40	52,6	768,00	114,00	0,00	0,00	0,00
2016	672660,40	16346,90	89,70	179,30	50,2	752,00	120,10	0,00	401,70	413,60
2017	697951,00	16701,70	102,50	216,80	38,9	683,00	121,20	0,00	2138,80	525,40
2018	761589,20	16446,00	99,70	241,30	36,6	418,00	129,60	0,00	2581,90	538,70
2019	805215,60	16446,00	81,10	0,00	39,5	374,00	161,50	400,30	1870,00	897,10
2020	856904,80	15600,00	104,60	174,00	37,3	353,00	0,00	964,20	1805,40	779,90
2021	1017795,10	15772,00	107,20	193,20	28,5	317,00	0,00	728,40	2538,90	1109,90
2022	1065100,80	16541,10	96,40	188,40	28,2	292,00	0,00	564,00	0,00	0,00
2023	1262368,10	16255,80	95,10	68,30	25,7	257,00	0,00	750,00	0,00	0,00
2024	1347000,00	18775,10	99,60	187,30	26,9	244,00	0,00	1333,30	0,00	0,00
2025	1600000,00	21271,90	0,00	0,00	27,1	0,00	0,00	1512,20	0,00	0,00





Анализ представленных данных позволяет заключить следующее. Валовой региональный продукт за анализируемый период характеризуется устойчивой положительной динамикой: в период с 2014 по 2025 гг. показатель увеличился практически в 3 раза. Положительная динамика отмечается и в производстве сельскохозяйственной продукции: после незначительного снижения в 2016 г. зафиксирован последующий рост объемов производства. Валовой сбор основных сельскохозяйственных культур характеризуется высокой волатильностью: от 253,0 тыс. т в 2014 г. до 179,3 тыс. т в 2016 г. с последующими колебаниями и снижением до 68,3 тыс. т в 2023 г. Аналогичная тенденция снижения характерна для показателя продуктивности животноводства, сократившегося с 61,9 тыс. т в 2014 г. до 27,1 тыс. т в 2025 г. (снижение более чем в 2 раза).

В агропромышленном комплексе региона зафиксирована устойчивая тенденция к сокращению технической оснащенности: количество тракторов в сельскохозяйственных организациях сократилось с 841 ед. в 2014 г. до 244 ед. в 2024 г., что соответствует сокращению на 71%. Инвестиции в основной капитал сельскохозяйственных организаций в 2020-2025 гг. фактически отсутствовали (нулевые значения в таблице 1), что указывает на низкую инвестиционную привлекательность отрасли. При этом наблюдается рост государственной поддержки АПК края с 2019 г. (с 400,3 до 1512,2 млн руб. в 2025 г.).

Несмотря на принимаемые в регионе меры, выявленные системные проблемы сохраняют свою остроту. В частности, в рамках региональ-

ной политики в 2025 г. реализован комплекс мер, направленных на вовлечение в хозяйственный оборот неиспользуемых земель, развитие мелиорации, расчистку мелиоративных каналов и оформление прав на ранее бесхозные мелиоративные системы. Тем не менее указанные меры не позволяют компенсировать многолетнее недоинвестирование отрасли и остановить сокращение технической оснащенности. Сохраняющаяся проблематика подтверждает необходимость разработки комплексной методологии оценки потенциала АПК, учитывающей специфику приграничных территорий.

На рисунке 1 представлено соотношение валового регионального продукта и объема произведенной сельскохозяйственной продукции в Хабаровском крае.

Незначительный прирост объемов производства сельскохозяйственной продукции и их доли в структуре валового регионального продукта Хабаровского края может быть обусловлен действием следующих системных факторов:

- ограниченное инвестирование в модернизацию и обновление основных фондов АПК;
- неблагоприятные климатические условия (зона рискованного земледелия);
- высокая зависимость от импорта в секторе АПК Хабаровского края;
- недостаточное развитие мелиоративных систем, ограничивающее вовлечение земель в оборот и снижающее устойчивость земледелия к природно-климатическим рискам;
- наличие земельных участков сельскохозяйственного назначения, формально находящихся в собственности физических лиц, но не используемых по назначению вследствие

отсутствия актуальной информации об их местонахождении и правообладателях, что приводит к выведению земель из хозяйственного оборота;

- сокращение площади сельскохозяйственных угодий и рост неиспользуемых земель, требующих значительных затрат на восстановление при повторном вовлечении в оборот.

На первом этапе исследования проведен анализ исходных данных, признанных репрезентативными и достаточными для реализации последующих этапов. В таблице 2 представлены результаты регрессионного анализа.

Результаты регрессионного анализа свидетельствуют о том, что для большинства коэффициентов значения r -уровня значимости превышают пороговое значение 0,05, что указывает на статистическую незначимость связи между экзогенными переменными и эндогенным показателем. Переменная X_1 (объем произведенной сельскохозяйственной продукции) демонстрирует относительно более низкое r -значение, что свидетельствует о ее потенциальном влиянии на ВРП региона (табл. 3).

Высокое значение множественного R (0,99) характеризует высокую степень линейной связи между экзогенными переменными и эндогенным показателем. Коэффициент детерминации ($R^2=0,98$) свидетельствует о высокой доле объясненной дисперсии. Снижение нормированного R -квадрата (0,89) относительно множественного R указывает на то, что увеличение количества переменных в модели не повышает ее значимость. Следует учитывать ограничение, обусловленное малым объемом выборки (12 наблюдений) при относительно значительном количестве переменных, что повышает риск получения ложной корреляции (spurious regression). В связи с этим полученные результаты целесообразно интерпретировать как предварительные, требующие последующей верификации на расширенной эмпирической базе.

Оценка АПК региона выполнена также с применением метода скользящих средних, позволяющего выявлять тренды и потенциальные изменения в анализируемых параметрах. Для анализа выбран показатель объема произведенной сельскохозяйственной продукции в регионе.

Скользящее среднее объема произведенной сельскохозяйственной продукции в Хабаровском крае представлено на рисунке 2.

Представленный график отражает положительную динамику, подтверждаемую трендовой линией. Фактические значения объема произведенной сельскохозяйственной продукции в Хабаровском крае превышают прогнозные

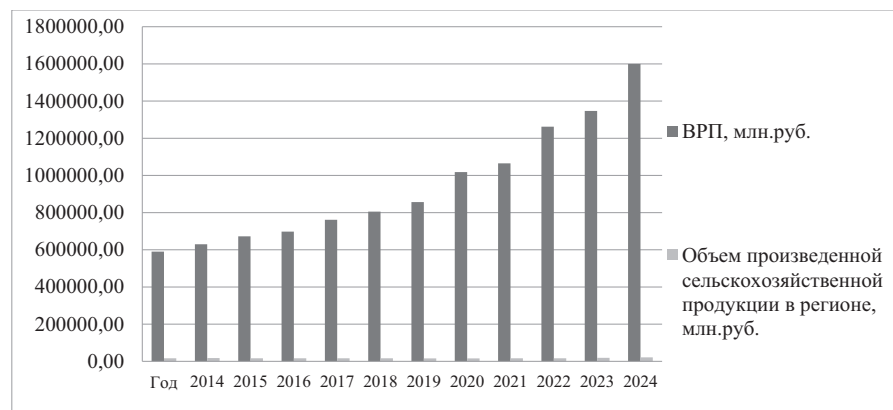


Рисунок 1. Соотношение ВРП региона и объема произведенной сельскохозяйственной продукции, млн руб.
Figure 1. Ratio of the region's GRP and the volume of agricultural output, million rubles

Таблица 2. Регрессионная статистика (коэффициенты)
Table 2. Regression statistics (coefficients)

Переменные	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	p-значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y	-1131547	3738214	-0,30	0,79	-1,7	14952690	-1,7	14952690
X ₁	143,8196	195,51	0,73	0,53	-697,41	985,0582	-697,4	985,058
X ₂	4315,391	9185,27	0,46	0,68	-35205,	43836,42	-35205,6	43836,42
X ₃	-1315,24	2097,73	-0,62	0,59	-10341,	7710,57	-10341,1	7710,57
X ₄	-2117,49	19412,95	-0,10	0,92	-85644,7	81409,7	-85644,7	81409,7
X ₅	-453,019	834,87	-0,54	0,64	-4045,21	3139,16	-4045,21	3139,16
X ₆	-2506,52	3955,72	-0,63	0,59	-19526,6	14513,6	-19526,6	14513,6
X ₇	-185,801	617,81	-0,30	0,79	-2844,03	2472,42	-2844,03	2472,42
X ₈	-9,1612	123,56	-0,07	0,94	-540,835	522,51	-540,83	522,51
X ₉	2,988018	307,82	0,009	0,99	-1321,47	1327,446	-1321,47	1327,446



Таблица 3. Регрессионная статистика (сводные показатели модели)
Table 3. Regression statistics (model summary)

Показатели	Значения
Множественный R	0,99
R-квадрат	0,98
Нормированный R-квадрат	0,89
Стандартная ошибка	105708,6

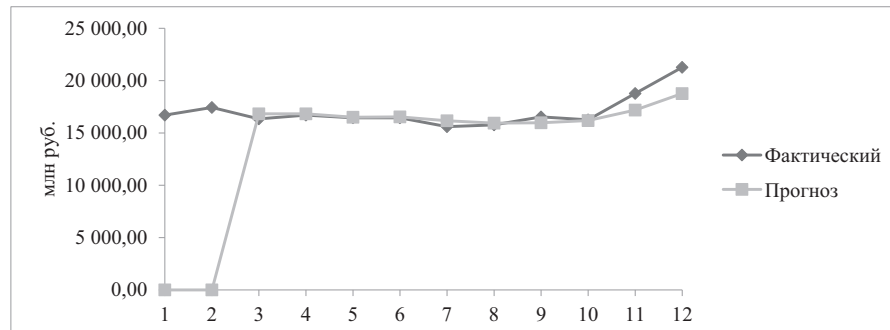


Рисунок 2. Скользящее среднее объема произведенной сельскохозяйственной продукции в Хабаровском крае
Figure 2. Moving average of agricultural output in Khabarovsk Krai

оценки, что может быть обусловлено как консервативностью прогнозной модели, так и воздействием благоприятных факторов развития отрасли. Сложившиеся тенденции позволяют предположить сохранение положительной динамики показателя в перспективе. Проведенная диагностика позволила идентифицировать системные проблемы, сдерживающие развитие агропромышленного комплекса приграничного региона.

Область применения результатов. Результаты исследования могут быть использованы органами государственной власти субъектов Российской Федерации, в частности Министерством сельского хозяйства Хабаровского края, при формировании и корректировке региональных программ развития агропромышленного комплекса, а также при обосновании управленческих решений, направленных на повышение эффективности государственной поддержки аграрного сектора. Разработанный методический подход к оценке потенциала АПК приграничного региона с применением методов машинного обучения может быть масштабирован на другие приграничные территории Дальневосточного федерального округа и Российской Федерации в целом. Полученные количественные оценки влияния факторов АПК на валовой региональный продукт могут служить информационно-аналитической основой для стратегического планирования развития агропромышленного сектора в системе регионального управления.

Выводы. В результате проведенного исследования поставленные задачи решены, выдвинутая гипотеза получила эмпирическое подтверждение.

Путем соотнесения понятий «предпринимательский климат» и «экономический потенциал агропромышленного комплекса» установлено, что развитие агропромышленного комплекса представляет собой неотъемлемый элемент формирования благоприятного предпринимательского климата приграничного региона, а оценка его потенциала выступает необходимым условием обоснования управленческих решений в данной сфере.

Систематизация существующих подходов к оценке экономического потенциала агропромышленного комплекса позволила выявить методологическую неоднородность применяемых методик, что обуславливает необходимость разработки комплексного подхода, интегрирующего ресурсную, инвестиционную, инновационную и цифровую составляющие и учитывающего специфику приграничных территорий.

Статистический анализ показателей развития агропромышленного комплекса Хабаровского края за период 2014-2025 гг. позволил идентифицировать следующие системные проблемы, сдерживающие развитие отрасли:

- сокращение технической оснащенности (снижение количества тракторов на 71%);
- инвестиционный дефицит (отсутствие инвестиций в основной капитал в 2020-2025 гг.);
- снижение продуктивности животноводства (более чем в 2 раза);
- высокая волатильность валового сбора основных сельскохозяйственных культур;
- неблагоприятные климатические условия (зона рискованного земледелия);
- высокая зависимость от импорта;
- недостаточное развитие мелиоративных систем, ограничивающее вовлечение земель в оборот;
- наличие земельных участков, формально находящихся в собственности, но не используемых по назначению вследствие отсутствия актуальной информации об их местонахождении и правообладателях;
- выведение значительных площадей сельскохозяйственных угодий из хозяйственного оборота.

Построенная регрессионная модель зависимости валового регионального продукта от факторов агропромышленного комплекса (множественный $R=0,99$, $R^2=0,98$) продемонстрировала высокую степень линейной связи между исследуемыми показателями. Выявленные статистически незначимые коэффициенты для большинства переменных указывают на необходимость дальнейшего совершенствования модели с учетом ограничений малой выборки и специфики приграничного региона.

Для оценки и определения уровня потенциала агропромышленного комплекса приграничного региона целесообразно использование методов математического моделирования и машинного обучения, позволяющих оперативно обрабатывать информацию и эффективно работать с большими объемами данных.

Перспективные направления дальнейших исследований включают расширение временного горизонта и увеличение числа анализируемых регионов, углубленное изучение влияния цифровой трансформации и мелиоративных мероприятий на развитие агропромышленного комплекса приграничных территорий, а также разработку практических рекомендаций по совершенствованию механизмов государственной поддержки аграрного сектора.

Список источников

1. Винтер Н.М., Воробьева А.Г., Родюкова Т.Н. Производственно-экономический потенциал АПК: методологические аспекты оценки и современные направления исследований // Вестник НГИЭИ. 2024. № 7 (158). С. 71-80. doi: 10.24412/2227-9407-2024-7-71-80
2. Федоров С.Ю. Оценка сильных и слабых сторон экономического развития АПК Восточной Сибири // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2025. № 2 (36). С. 38-45. doi: 10.36718/2500-1825-2025-2-38-45
3. Листопад М.Е., Третьякова С.Н. Показатели оценки уровня экономической безопасности и финансовой устойчивости малых предприятий АПК // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 6 (56). С. 458-462.
4. Паштецкий В.С., Тимиргалеева Р.Р., Вердыш М.В. Формирование системы индикаторов оценки агропромышленного потенциала региона в направлении его цифровой трансформации // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. № 5. С. 108-120. doi: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-108-120
5. Губанова Е.В., Шихшунатова А.Р. Оценка инвестиционного потенциала агропромышленного комплекса региона // Калужский экономический вестник. 2021. № 3. С. 35-43.
6. Сангадиева И.Г., Жербанова Ч.З., Гармаев Д.Ц. Ресурсный потенциал агропромышленного комплекса региона в обеспечении населения продукцией сельскохозяйственного производства // Kant. 2023. № 4 (49). С. 116-121. doi: 10.24923/2222-243X.2023-49-22
7. Булгаков Н.М. Разработка методики и оценка потенциала агропромышленного комплекса региона на примере Краснодарского края // Экономика и предпринимательство. 2025. № 9 (182). С. 627-634. doi: 10.34925/EIP.2025.182.9.108
8. Zhengdao, Li. (2026). Digital rural development and agricultural economic resilienc. *International Review of Economics & Finance*, vol. 106. doi: 10.1016/j.jiref.2025.104851
9. Chenze, Zh., Chibo, Ch., Zhisheng, M. (2026). Agricultural subsidy policy reform and rural digital economic transformation: Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, vol. 90, pp. 681-697. doi: 10.1016/j.eap.2026.01.041
10. Цюрин Р.Ю. Структура показателей оценки агропромышленного потенциала региона // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13. № 5-1. С. 272-279. doi: 10.34670/AR.2023.20.52.105. EDN UENODM
11. Рожкова Д.В. Оценка финансово-кредитного потенциала агропромышленного региона (на материалах Алтайского края) // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 9 (123). doi: 10.23670/IRJ.2022.123.4
12. Соколова Е.В. Ресурсный потенциал устойчивого развития предприятий агропромышленного комплекса: структура и факторы формирования // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2021. Т. 6. № 1 (19). С. 129-135. doi: 10.21603/2500-3372-2021-6-1-129-135
13. Канчуков В.О. Ситуационный анализ и оценка эффективности эккаунтинг-менеджмента в практике государственной поддержки субъектов малого и среднего





предпринимательства в сельском хозяйстве и АПК Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2021. Т. 19. № 2 (485). С. 300-322. doi: 10.24891/re.19.2.300

14. Майкова А.А., Старченкова О.Д., Схведиани А.Е. Моделирование валового регионального продукта при помощи методов машинного обучения // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». 2025. Т. 20. № 4. С. 449-467. doi: 10.17072/1994-9960-2025-4-449-467

References

1. Vinter, N.M., Vorob'eva, A.G., Rodyukova, T.N. (2024). Proizvodstvenno-ehkonomicheskii potentsial APK: metodologicheskie aspekty otsenki i sovremennye napravleniya issledovaniy [Production and economic potential of the agroindustrial complex: methodological aspects of assessment and modern research directions]. *Vestnik NGIEH* [Bulletin NGIEH], no. 7 (158), pp. 71-80. doi: 10.24412/2227-9407-2024-7-71-80

2. Fedorov, S.Yu. (2025). Otsenka sil'nykh i slabykh storon ehkonomicheskogo razvitiya APK Vostochnoi Sibiri [Sustainable development of agro-industrial complex in Eastern Siberia]. *Sotsial'no-ehkonomicheskii i gumanitarnyi zhurnal* [Socio-economic and humanitarian magazine], no. 2 (36), pp. 38-45. doi: 10.36718/2500-1825-2025-2-38-45

3. Listopad, M.E., Tret'yakova, S.N. (2024). Pokazateli otsenki urovnya ehkonomicheskoi bezopasnosti i finansovoi ustoichivosti malyykh predpriyatiy APK [Indicators for assessing the level of economic security and financial stability of small agricultural enterprises]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 6 (56), pp. 458-462.

4. Pashtetskii, V.S., Timirgaleeva, R.R., Verdysh, M.V. (2023). Formirovaniye sistemy indikatorov otsenki agropromyshlennogo potentsiala regiona v napravlenii ego tsifro-

voi transformatsii [Formation of a system of indicators for assessing the agro-industrial potential of the region in the direction of its digital transformation]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], vol. 23, no. 5, pp. 108-120. doi: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-108-120

5. Gubanova, E.V., Shikhshunatova, A.R. (2021). Otsenka investitsionnogo potentsiala agropromyshlennogo kompleksa regiona [Assessment of the investment potential of the agro-industrial complex of the region]. *Kaluzhskii ehkonomicheskii vestnik*, no. 3, pp. 35-43.

6. Sangadiev, I.G., Zherbanova, Ch.Z., Garnaev, D. Ts. (2023). Resursnyi potentsial agropromyshlennogo kompleksa regiona v obespechenii naseleniya produktsei sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [The resource potential of the agro-industrial complex of the region in providing agricultural products to the population]. *Kant*, no. 4 (49), pp. 116-121. doi: 10.24923/2222-243X.2023.49.22

7. Bulgakov, N.M. (2025). Razrabotka metodiki i otsenka potentsiala agropromyshlennogo kompleksa regiona na primere Krasnodarskogo kraia [Development of methodology and assessment of the potential of the agro-industrial complex of the region on the example of the Krasnodar Territory]. *Ehkonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship], no. 9 (182), pp. 627-634. doi: 10.34925/EIP.2025.182.9.108

8. Zhengdao, Li. (2026). Digital rural development and agricultural economic resiliency. *International Review of Economics & Finance*, vol. 106. doi: 10.1016/j.iref.2025.104851

9. Chenze, Zh., Chibo, Ch., Zhisheng, M. (2026). Agricultural subsidy policy reform and rural digital economic transformation: Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, vol. 90, pp. 681-697. doi: 10.1016/j.eap.2026.01.041

10. Tsyurin, R.Yu. (2023). Struktura pokazatelei otsenki agropromyshlennogo potentsiala regiona [The structure of indicators for assessing the agro-industrial potential of the region]. *Ehkonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: yesterday, today and tomorrow], vol. 13, no. 5-1, pp. 272-279. doi: 10.34670/AR.2023.20.52.105. EDN UEHODM

11. Rozhkova, D.V. (2022). Otsenka finansovo-kreditnogo potentsiala agropromyshlennogo regiona (na materialakh Altayskogo kraia) [Assessment of the financial and credit potential of an agro-industrial region (based on materials from the Altai Territory)]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International research journal], no. 9 (123). doi: 10.23670/IRJ.2022.123.4

12. Sokolova, E.V. (2021). Resursnyi potentsial ustoichivogo razvitiya predpriyatiy agropromyshlennogo kompleksa: struktura i faktory formirovaniya [Resource potential for sustainable development of agricultural enterprises: structure and formation factors]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ehkonomicheskie nauki* [Bulletin of Kemerovo state university. Series: Political, sociological and economic sciences], vol. 6, no. 1 (19), pp. 129-135. doi: 10.21603/2500-3372-2021-6-1-129-135

13. Kanchukov, V.O. (2021). Situatsionnyi analiz i otsenka effektivnosti ehkkaunting-menedzhmenta v praktike gosudarstvennoi podderzhki sub'ektov malogo i srednego predprinimatel'stva v sel'skom khozyaistve i APK Rossiiskoi Federatsii [Accounting management of state support for small and medium-sized enterprises in agriculture and AIC of the Russian Federation: a situational analysis and assessment of efficiency]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], vol. 19, no. 2, pp. 300-322. doi: 10.24891/re.19.2.300

14. Maikova, A.A., Starchenkova, O.D., Skhvediani, A.E. (2025). Modelirovaniye valovogo regional'nogo produkta pri pomoshchi metodov mashinnogo obucheniya [Gross regional product modeling with machine learning methods]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Ehkonomika»* [Perm University Herald. Economy], vol. 20, no. 4, pp. 449-467. doi: 10.17072/1994-9960-2025-4-449-467

Информация об авторах:

Котлова Юлия Александровна, доктор экономических наук, доцент, профессор высшей экономической школы, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7436-3689>, Scopus ID: 57438786900, Researcher ID: ABA-5563-2022, SPIN-код: 3240-8459, yulia-kotlova@yandex.ru

Леонова Наталья Георгиевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент высшей экономической школы, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-7420-1749>, Researcher ID: N-2165-2016, SPIN-код: 4088-0284, 07404@togudv.ru

Александренко Наталья Дмитриевна, магистрант высшей экономической школы, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-3636-1591>, SPIN-код: 4408-5157, 2020103338@togudv.ru

Information about the authors:

Yulia A. Kotlova, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the higher school of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7436-3689>, Scopus ID: 57438786900, Researcher ID: ABA-5563-2022, SPIN-code: 3240-8459, yulia-kotlova@yandex.ru

Natalia G. Leonova, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the higher school of economics, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-7420-1749>, Researcher ID: N-2165-2016, SPIN-code: 4088-0284, 07404@togudv.ru

Natalia D. Aleksandrenko, master student of the higher school of economics, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-3636-1591>, SPIN-code: 4408-5157, 2020103338@togudv.ru

✉ yulia-kotlova@yandex.ru



Научная статья

УДК 338.43:330.35

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_519

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

М.В. Данилина^{1,2}, А.Н. Литвинов³, С.О. Благова⁴,
К.А. Щербаков⁵

¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

²Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

³Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации, Москва, Россия

⁴Институт международных экономических связей, Москва, Россия

⁵Университет «Синергия», Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются методические подходы к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса в современных условиях функционирования отраслевой экономики. Обоснована необходимость разграничения понятий эффективности функционирования и эффективности развития, что позволяет более адекватно оценивать долгосрочные результаты хозяйственной деятельности предприятий АПК. Систематизированы основные методические подходы к оценке эффективности развития, выявлены их преимущества и ограничения. Особое внимание уделено комплексным и интегральным подходам, ориентированным на учет динамики показателей, структурных изменений и факторов устойчивого развития. Результаты исследования могут быть использованы при формировании аналитического инструментария оценки развития предприятий агропромышленного комплекса и обосновании управленческих решений на отраслевом уровне.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, эффективность развития, методические подходы, оценка эффективности, предприятия АПК

Благодарности: статья подготовлена при поддержке гранта Российского научного фонда «Оценка экономической эффективности реализации устойчивых бизнес-процессов обращения с твердыми коммунальными отходами в условиях санкционных ограничений на использование импортных технологий и оборудования» (проект № 25-28-20236).

Original article

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE EFFICIENCY OF DEVELOPMENT OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES

M.V. Danilina^{1,2}, A.N. Litvinov³, S.O. Blagova⁴,
K.A. Shcherbakov⁵

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

³Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

⁴Institute of International Economic Relations, Moscow, Russia

⁵University "Synergy", Moscow, Russia

Abstract. The article examines methodological approaches to assessing the efficiency of development of agro-industrial complex enterprises under modern conditions of sectoral economic functioning. The necessity of distinguishing between operational efficiency and development efficiency is substantiated, which allows for a more adequate assessment of long-term performance results of agro-industrial enterprises. The main methodological approaches to assessing development efficiency are systematized, and their advantages and limitations are identified. Special attention is paid to integrated and comprehensive approaches focused on accounting for indicator dynamics, structural changes, and sustainable development factors. The results of the study can be used in the formation of analytical tools for assessing the development of agro-industrial enterprises and substantiating managerial decisions at the sectoral level.

Keywords: agro-industrial complex, development efficiency, methodological approaches, efficiency assessment, agro-industrial enterprises

Acknowledgments: the article was prepared with the support of a grant from the Russian Science Foundation "Assessment of the economic efficiency of implementing sustainable business processes for managing municipal solid waste in the context of sanctions restrictions on the use of imported technologies and equipment" (project No. 25-28-20236).

Введение. Агропромышленный комплекс является стратегически значимой отраслью экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность, социально-экономическое развитие сельских территорий и устойчивость

региональных хозяйственных систем. В условиях усиления структурных преобразований, технологических изменений и нестабильности внешней среды возрастает значимость оценки не только текущих результатов деятельности

предприятий агропромышленного комплекса, но и эффективности их развития.

В научных исследованиях проблема оценки эффективности предприятий АПК традиционно рассматривается через призму анализа



показателей функционирования, таких как рентабельность, производительность труда и эффективность использования ресурсов [1, 5, 10]. Вместе с тем данные показатели преимущественно отражают краткосрочные результаты хозяйственной деятельности и не позволяют в полной мере оценить долгосрочные изменения, связанные с развитием предприятий.

Эффективность развития предприятий агропромышленного комплекса представляет собой более сложную экономическую категорию, включающую динамику экономических показателей, структурные изменения, инвестиционную активность и формирование устойчивых конкурентных преимуществ [3, 7]. Отсутствие единого методического подхода к ее оценке приводит к фрагментарности аналитических выводов и ограничивает возможности использования результатов оценки в управленческой практике.

В этой связи актуализируется задача совершенствования методических подходов к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса с учетом отраслевой специфики и целей долгосрочного развития.

Целью статьи является развитие методических подходов к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса на основе формирования авторского интегрального подхода. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: анализ существующих методических подходов; выявление их ограничений; обоснование авторского подхода к оценке эффективности развития предприятий АПК.

Материалы и методы исследований. Методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области оценки экономической эффективности, развития предприятий и функционирования агропромышленного комплекса [2, 4, 8, 10]. В работе использованы положения теории эффективности, теории экономического роста и теории отраслевой экономики.

В процессе исследования применялись методы анализа и синтеза, системный и структурно-функциональный подходы, а также сравнительный анализ методических решений. Для формирования авторского подхода использовался метод логического моделирования, позволивший интегрировать различные группы показателей в единую методическую конструкцию.

Информационную базу исследования составили результаты научных публикаций, аналитические материалы и методические разработки по проблемам оценки эффективности и развития предприятий АПК. Исследование носит теоретико-методический характер и не предполагает использования данных конкретных хозяйствующих субъектов.

Результаты и обсуждение. Анализ научных публикаций показывает, что существующие методические подходы к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса отличаются значительным разнообразием и отсутствием единой концептуальной основы [6, 9]. В большинстве случаев оценка развития осуществляется либо на основе традиционных показателей эффективности функционирования, либо посредством анализа отдельных динамических характеристик.

Статические подходы, основанные на использовании показателей рентабельности, фондоотдачи и производительности труда, позволяют оценить текущий уровень эффективности,

однако не отражают направленность и устойчивость развития предприятий АПК [1, 10]. Динамические подходы, ориентированные на анализ темпов роста и изменений показателей во времени, расширяют аналитические возможности, но зачастую игнорируют ресурсную обеспеченность и качественные аспекты развития [4].

Факторные подходы направлены на выявление источников изменения эффективности развития за счет декомпозиции результатов по отдельным факторам [3, 7]. Их применение повышает глубину анализа, однако требует значительного объема информации и усложняет интерпретацию результатов.

В условиях отраслевой специфики агропромышленного комплекса наибольший интерес представляют комплексные методические подходы, предполагающие интеграцию различных групп показателей [5, 8]. Однако существующие интегральные модели нередко страдают избыточной формализацией или недостаточной адаптацией к особенностям АПК.

Авторский методический подход к оценке эффективности развития предприятий АПК.

В рамках настоящей работы предлагается авторский методический подход к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса, основанный на интеграции трех взаимосвязанных блоков показателей:

1. **Динамический блок**, отражающий темпы роста ключевых экономических показателей (выручка, прибыль, производительность труда).
2. **Ресурсный блок**, характеризующий изменения в использовании трудовых, материальных и инвестиционных ресурсов.
3. **Результативный блок**, включающий показатели финансовой устойчивости и экономической отдачи.

Принципиальной особенностью предложенного подхода является ориентация не на абсолютные значения показателей, а на их согласованную динамику, что позволяет оценить сбалансированность развития предприятия. Интеграция указанных блоков обеспечивает комплексную характеристику эффективности развития и снижает риск искажения результатов оценки при использовании ограниченного набора показателей.

Предложенный методический подход расширяет аналитические возможности оценки эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса и может быть использован как в научных исследованиях, так и в практике отраслевого анализа.

Выводы

1. Эффективность развития предприятий агропромышленного комплекса является самостоятельной экономической категорией, отражающей долгосрочные изменения и структурные преобразования в деятельности предприятий.
2. Существующие методические подходы к оценке эффективности развития предприятий АПК обладают рядом ограничений, связанных с доминированием статических показателей и фрагментарностью аналитических решений.
3. Обоснован авторский методический подход к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса, основанный на интеграции динамических, ресурсных и результативных показателей.
4. Реализация предложенного подхода позволяет повысить объективность оценки эффек-

тивности развития предприятий АПК и расширить инструментарий принятия управленческих решений на отраслевом уровне.

5. Развитие методических подходов к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса способствует формированию устойчивых траекторий отраслевого развития и повышению конкурентоспособности аграрного сектора экономики.

Список источников

1. Бабич Т.Н., Ковалева Е.В. Методологические подходы к оценке эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023. Т. 24. № 2. С. 234-242. doi: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.234-242
2. Бондаренко Л.В. Методические аспекты оценки эффективности развития агропромышленного производства // *АПК: экономика, управление*. 2021. № 10. С. 15-23. doi: 10.31677/2072-6724-2021-10-15-23
3. Гайнутдинов Р.И. Методика оценки устойчивого развития предприятий аграрного сектора // *Экономика региона*. 2022. Т. 18. № 4. С. 1124-1136. doi: 10.17059/ekon.reg.2022-4-7
4. Кузнецова Е.А. Инструментарий оценки эффективности развития предприятий АПК // *Региональная экономика: теория и практика*. 2024. Т. 22. № 3. С. 497-509. doi: 10.24891/re.22.3.497
5. Минаков И.А. Методические основы анализа эффективности развития агропромышленных предприятий // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2021. № 9. С. 9-15. doi: 10.31442/0235-2494-2021-9-9-15
6. Полякова А.Г. Методический инструментарий оценки эффективности развития предприятий агропромышленного комплекса // *Финансы и кредит*. 2023. Т. 29. № 7. С. 1542-1556. doi: 10.24891/fc.29.7.1542
7. Серова Е.В. Концептуальные подходы к оценке развития агропромышленного комплекса // *Journal of Institutional Studies*. 2021. Т. 13. № 2. С. 65-78. doi: 10.17835/2076-6297.2021.13.2.065-078
8. Скворцов Е.А. Методика комплексной оценки эффективности развития предприятий АПК // *Экономика и управление*. 2024. № 4. С. 81-90. doi: 10.35854/1998-1627-2024-4-81-90
9. Ушаев И.Г. Методические проблемы оценки развития агропромышленного производства // *АПК: экономика, управление*. 2020. № 11. С. 4-11. doi: 10.31677/2072-6724-2020-11-4-11
10. Шевченко О.А. Подходы к оценке эффективности развития предприятий аграрной отрасли // *Вопросы экономики*. 2023. № 10. С. 112-124. doi: 10.32609/0042-8736-2023-10-112-124

References

1. Babich, T.N., Kovaleva, E.V. (2023). Metodologicheskie podkhody k otsenke ehffektivnosti razvitiya predpriyatii agropromyshlennogo kompleksa [Methodological approaches to assessing the efficiency of development of agro-industrial complex enterprises]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], vol. 24, no. 2, pp. 234-242. doi: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.234-242
2. Bondarenko, L.V. (2021). Metodicheskie aspekty otsenki ehffektivnosti razvitiya agropromyshlennogo proizvodstva [Methodological aspects of assessing the efficiency of agro-industrial production development]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 10, pp. 15-23. doi: 10.31677/2072-6724-2021-10-15-23
3. Gainutdinov, R.I. (2022). Metodika otsenki ustoichivogo razvitiya predpriyatii agrarnogo sektora [Methodology for assessing sustainable development of agricultural sector enterprises]. *Ehkonomika regiona* [Economy of regions], vol. 18, no. 4, pp. 1124-1136. doi: 10.17059/ekon.reg.2022-4-7
4. Kuznetsova, E.A. (2024). Instrumentarii otsenki ehffektivnosti razvitiya predpriyatii APK [Tools for assessing the efficiency of agro-industrial complex enterprises development]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], vol. 22, no. 3, pp. 497-509. doi: 10.24891/re.22.3.497
5. Minakov, I.A. (2021). Metodicheskie osnovy analiza ehffektivnosti razvitiya agropromyshlennykh predpriyatii



[Methodological foundations for analyzing the efficiency of agro-industrial enterprises development]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 9, pp. 9-15. doi: 10.31442/0235-2494-2021-9-9-15

6. Polyakova, A.G. (2023). Metodicheskie instrumentarii otsenki effektivnosti razvitiya predpriyatii agropromyshlennogo kompleksa [Methodological tools for assessing the efficiency of agro-industrial complex enterprises development]. *Finansy i kredit* [Finance and credit], vol. 29, no. 7, pp. 1542-1556. doi: 10.24891/fc.29.7.1542

7. Serova, E.V. (2021). Kontseptual'nye podkhody k otsenke razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Conceptual approaches to assessing the development of the agro-industrial complex]. *Journal of Institutional Studies*, vol. 13, no. 2, pp. 65-78. doi: 10.17835/2076-6297.2021.13.2.065-078

8. Skvortsov, E.A. (2024). Metodika kompleksnoi otsenki effektivnosti razvitiya predpriyatii APK [Methodology for comprehensive assessment of the efficiency of agro-industrial complex enterprises development]. *Ehkonomika i upravlenie* [Economics and management], no. 4, pp. 81-90. doi: 10.35854/1998-1627-2024-4-81-90

9. Ushachev, I.G. (2020). Metodicheskie problemy otsenki razvitiya agropromyshlennogo proizvodstva [Methodological problems of assessing agro-industrial production development]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 11, pp. 4-11. doi: 10.31677/2072-6724-2020-11-4-11

10. Shevchenko, O.A. (2023). Podkhody k otsenke effektivnosti razvitiya predpriyatii agrarnoi otrasli [Approaches to assessing the efficiency of agricultural enterprises development]. *Voprosy ehkonomiki*, no. 10, pp. 112-124. doi: 10.32609/0042-8736-2023-10-112-124

Информация об авторах:

Данилина Марина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7849-5029>, Scopus ID: 57218700148, SPIN-код: 3240-5704, marinadanilina@yandex.ru

Литвинов Алексей Николаевич, кандидат экономических наук, доцент, доцент института управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2952-728X>, Scopus ID: 57193776634, SPIN-код: 8346-2090, alitinov@fa.ru

Благова Софья Олеговна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, Институт международных экономических связей, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9543-1596>, Scopus ID: 57220955312, SPIN-код: 5151-2307, blagovaso@rambler.ru

Щербakov Кирилл Андреевич, доктор философии (PhD), доцент кафедры естественно-научных дисциплин, Университет «Синергия», ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-5026-633X>, SPIN-код: 9379-0045, kiricolas@yandex.ru

Information about the authors:

Marina V. Danilina, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of life safety, Financial University under the Government of the Russian Federation, Plekhanov Russian University of Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7849-5029>, Scopus ID: 57218700148, SPIN-code: 3240-5704, marinadanilina@yandex.ru

Aleksey N. Litvinov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2952-728X>, Scopus ID: 57193776634, SPIN-code: 8346-2090, alitinov@fa.ru

Sofya O. Blagova, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics, Institute of International Economic Relations, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9543-1596>, Scopus ID: 57220955312, SPIN-code: 5151-2307, blagovaso@rambler.ru

Kirill A. Shcherbakov, doctor of philosophy (PhD), associate professor of the department of natural sciences, University "Synergy", ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-5026-633X>, SPIN-code: 9379-0045, kiricolas@yandex.ru

✉ marinadanilina@yandex.ru

РЕКЛАМА О+

СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ

10-12 НОЯБРЯ 2026

350+	ЭКСПОНЕНТОВ	8 500+	аграриев из СФО, УФО и ДФО
500+	ТЕХНИКИ и агрегатов от мировых брендов	ИННОВАЦИОННЫЕ решения для АПК	

ОРГАНИЗАТОР: СИБИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: МВК **НОВОСИБИРСК**
ЭКСПО ЦЕНТР



ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МУКОМОЛЬНО-КРУПЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т.Г. Лазарева¹, С.Н. Шульженко², Е.В. Яковлева³, Е.А. Болычева⁴

¹Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

²Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова — филиал Московского государственного университета геодезии и картографии, Королев, Россия

³Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

⁴Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются основные условия и тенденции развития, а также вопросы обеспечения финансовой устойчивости предприятий мукомольно-крупяной промышленности на примере АО «Макфа», входящего в число лидеров отрасли. Актуальность исследования определяется тем, что высокий экспортный потенциал зернопродуктового подкомплекса накладывает свой отпечаток на тенденции и особенности развития внутреннего зернового рынка и продуктов переработки зерновых культур. Это связано с тем, что в приоритете решение вопросов экспорта, в том числе в части обеспечения необходимого качества экспортируемого зерна и соответствующих рыночным цен на сырье и продукцию, но при этом внутренний рынок оказывается под влиянием негативных факторов. Для целей исследования рассмотрены данные финансовой отчетности АО «Макфа», с использованием которых проведен комплексный анализ финансово-хозяйственной деятельности, позволяющий дать объективную оценку текущего финансового состояния и на основе полученных результатов сформировать модель обеспечения финансовой устойчивости предприятия. Для целей исследования была сформулирована гипотеза, что усиление влияния политического фактора на развитие АПК способствовало появлению новых рисков и угроз для развития предприятий мукомольно-крупяной промышленности, что предопределяет значимость осуществления постоянного мониторинга над финансовым состоянием и разработки модели обеспечения финансовой устойчивости в среднесрочной перспективе. Было выявлено, что для отрасли период 2020-2022 гг. был непростым, что сопровождалось снижением рентабельности производственно-экономической деятельности, а также проявилось в ухудшении деловой активности и показателей финансовой устойчивости. Однако в 2023-2024 гг. отрасли, как и в целом АПК, удалось адаптироваться и подстроиться под актуальную конъюнктуру рынка, что способствовало улучшению базовых индикаторов финансово-хозяйственной деятельности и формированию финансово устойчивого положения.

Ключевые слова: АПК, зерновое хозяйство, мукомольно-крупяная промышленность, эффективность, финансовая устойчивость

Original article

FORMATION OF A MODEL FOR ENSURING THE FINANCIAL STABILITY OF ENTERPRISES OF THE MILLING AND CEREAL INDUSTRY

T.G. Lazareva¹, S.N. Shulzhenko², E.V. Yakovleva³, E.A. Bolycheva⁴

¹Samara State Agrarian University, Samara, Russia

²Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, cosmonaut A.A. Leonov — branch of the Moscow State University of Geodesy and Cartography, Korolev, Russia

³Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

⁴Southwest State University, Kursk, Russia

Abstract. The article discusses the main conditions and development trends, as well as issues of ensuring the financial stability of enterprises in the flour and cereal industry using the example of JSC “Makfa”, which is one of the industry leaders. The relevance of the study is determined by the fact that the high export potential of the grain-product subcomplex leaves its mark on the trends and features of the development of the domestic grain market and grain processing products. This is due to the fact that the priority is to address export issues, including ensuring the necessary quality of exported grain and appropriate market prices for raw materials and products, but at the same time the domestic market is influenced by negative factors. For the purposes of the study, the financial reporting data of JSC “Makfa” were considered, which were used to conduct a comprehensive analysis of financial and economic activities, allowing for an objective assessment of the current financial condition and, based on the results obtained, to form a model for ensuring the financial stability of the enterprise. For the purposes of the study, a hypothesis was formed that the increased influence of the political factor on the development of the agro-industrial complex contributed to the emergence of new risks and threats to the development of the flour and cereal industry, which determines the importance of constant monitoring of the financial situation and the development of a model to ensure financial stability in the medium term. It was revealed that for the industry, the period is 2020-2022. It was a difficult period, which was accompanied by a decrease in the profitability of production and economic activities, as well as a deterioration in business activity and financial stability indicators. However, in 2023-2024, the industry, as well as the agro-industrial complex as a whole, managed to adapt and adjust to the current market conditions, which contributed to the improvement of basic indicators of financial and economic activity and the formation of a financially stable position.

Keywords: agro-industrial complex, grain farming, flour and cereal industry, efficiency, financial stability

Введение. Вопросы обеспечения продовольственной безопасности для России являются одними из наиболее приоритетных уже около 10 лет, что связано с изменением внешнеполитической конъюнктуры, предопределившей иной вектор развития сельского хозяйства и отраслей перерабатывающей промышленности [1, 2].

Отдельного внимания заслуживает зерновое хозяйство и связанные с ним отрасли перерабатывающей промышленности, поскольку в структуре растениеводства доля зернового клина является преобладающей, а кроме того, Россия входит в число крупнейших стран-экспортеров зерновых культур [3, 4]. Высокий экспортный потенциал

данного направления накладывает свой отпечаток на тенденции и особенности развития внутреннего зернового рынка и продуктов переработки зерновых культур [5]. Это связано с тем, что в приоритете решение вопросов экспорта, в том числе в части обеспечения необходимого качества экспортируемого зерна и соответствующих



рыночным цен на сырье и продукцию, но при этом внутренний рынок оказывается под влиянием негативных факторов [6, 7].

Для большинства сельхозпроизводителей в стране в условиях усиления проявлений кризиса наиболее значимым является соблюдение баланса собственных интересов и интересов рынка и государства в части обеспечения продовольственной безопасности. Ситуация складывается таким образом, что высокие темпы инфляции в совокупности с санкционными ограничениями неизбежно стали причиной роста уровня производственных затрат, но при этом возможности повышения отпускных цен на сырье и производимую продукцию ограничены платежеспособным спросом населения [8, 9, 10]. Для зернового хозяйства и предприятий мукомольно-крупяной промышленности данная проблема является одной из наиболее сложных, поскольку зерно и продукты его переработки продолжают составлять основу продовольственного обеспечения населения [11, 12, 13].

Сложившийся диссонанс в долгосрочной перспективе способен привести к снижению прибыли производителей и убыточности, что в конечном итоге способно стать причиной потери финансовой устойчивости [14, 15]. Поэтому в актуальных условиях формирование модели обеспечения финансовой устойчивости предприятий АПК является важным направлением.

Методика исследования. В качестве объекта исследования выбрано АО «Макфа», являющееся одним из крупнейших предприятий мукомольно-крупяной отрасли в России. В ходе исследования были рассмотрены данные финансовой отчетности предприятия, с использованием которых проведен комплексный анализ финансово-хозяйственной деятельности, позволяющий дать объективную оценку текущего финансового состояния и на основе полученных результатов сформировать модель обеспечения финансовой устойчивости. Период исследования составляет 5 лет, при этом в качестве базисного рассматривается 2020 г., характеризующийся усилением проявлений кризиса в экономике вследствие пандемии. Сопоставление базисного периода в данными 2021-2024 гг. позволит оценить основные тенденции развития предприятия в условиях изменения политической и экономической конъюнктуры.

В ходе исследования была сформирована гипотеза, что усиление влияния политического фактора на развитие АПК способствовало появлению новых рисков и угроз для развития предприятий мукомольно-крупяной промышленности, что предопределяет значимость осуществления постоянного мониторинга над финансовым состоянием и разработки модели обеспечения финансовой устойчивости в среднесрочной перспективе.

При проведении исследования были использованы различные подходы и методы, в том числе аналитическая оценка, горизонтальный анализ, синтез и моделирование.

Результаты исследования. АО «Макфа» входит в число лидеров мукомольно-крупяной отрасли России по объему выручки. В динамике в рассматриваемом периоде сохраняется общий тренд к дальнейшему росту ежегодно получаемой выручки во все годы, кроме 2023 г., когда отмечено снижение по сравнению с данными предыдущего года. За 2020-2022 гг. выручка предприятия выросла с 20,8 до 25,4 млрд руб., а к 2023 г. снизилась на 7% — до 23,7 млрд руб.

Однако в 2024 г. динамика роста выручки возобновилась и составила более 23%, а показатель достиг практически 29,2 млрд руб.

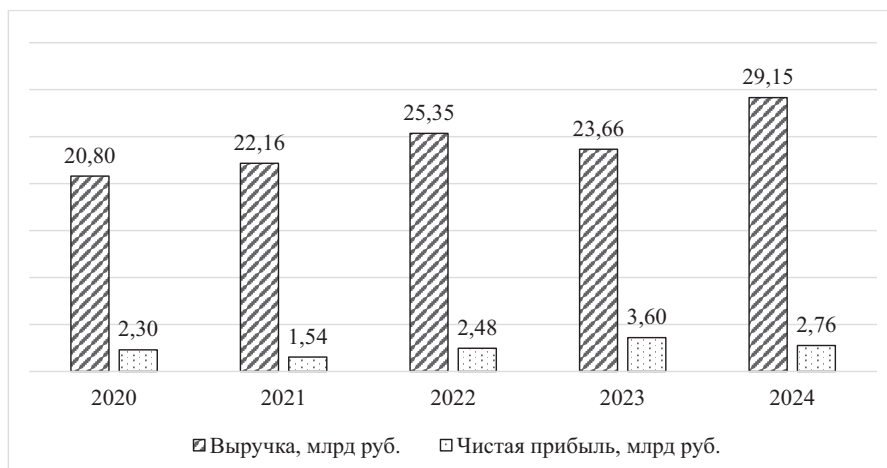
Чистая прибыль в исследуемом периоде имеет несколько иную динамику вариации по годам. В 2020 г. чистая прибыль составляла 2,3 млрд руб., а в 2021 г. на фоне влияния пандемии снизилась на треть — до 1,54 млрд руб. В 2022-2023 гг., несмотря на изменение экономической ситуации, размер полученной чистой прибыли вырос до 3,6 млрд руб., хотя выручка и снизилась. В 2024 г. полученная чистая прибыль была на 23% ниже уровня предыдущего года и составила 2,76 млрд руб. В результате в исследуемые 5 лет базовые финансово-экономические показатели деятельности АО «Макфа» свидетельствуют о нестабильном финансовом результате, что обусловлено в наибольшей степени влиянием общеэкономических факторов (рис. 1).

Сопоставление показателей эффективности деятельности АО «Макфа» в динамике по годам показало, что единственным годом, когда произошло существенное снижение рентабельности, является 2021 г. Если в 2020 г. рентабельность продаж составляла 13,1%, а рентабельность производства — 15%, то к 2021 г. произошло практически двукратное снижение индикаторов, что является минимальным уровнем за 5 лет. При этом уже в 2022 г. ситуация стабилизировалась

и достигнутый уровень эффективности по итогам года практически достиг докризисных значений. К 2023 г., несмотря на снижение выручки в абсолютном выражении, уровень эффективности как продаж, так и производства, достиг максимума — 14,9 и 17,5% соответственно. Однако в 2024 г. вновь отмечено снижение показателей рентабельности до уровня 2022 г. (рис. 2).

В результате, изменение общеэкономической ситуации в последние пару лет ожидаемо привело к снижению уровня эффективности деятельности АО «Макфа», что связано в наибольшей степени с динамичным ростом производственных затрат в условиях высоких темпов инфляции и ослабления курса рубля. В сложившихся обстоятельствах одним из условий сохранения финансово устойчивого положения является высокая деловая активность, обеспечивающая оптимальную скорость обращения активов.

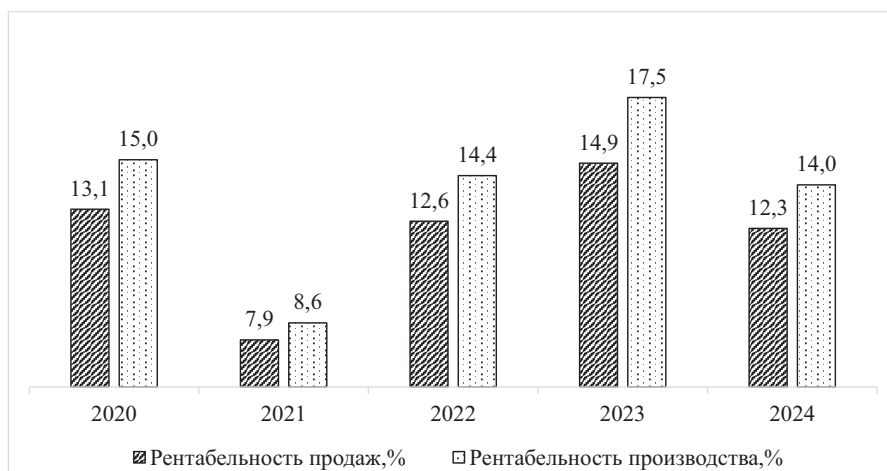
Сопоставление скорости оборачиваемости основных видов оборотных активов показало, что в период 2020-2022 гг. общим трендом является падение скорости оборота, что закономерно с учетом существующих в данный период угроз и факторов. В 2023 г. по большинству направлений тенденция к падению скорости оборота сохранилась даже в условиях высокой рентабельности производственной деятельности в данный период. И лишь только к 2024 г.



Источник: финансовая отчетность АО «Макфа»

Рисунок 1. Динамика выручки и чистой прибыли в АО «Макфа» (2020-2024 гг.)

Figure 1. Dynamics of revenue and net profit at JSC "Makfa" (2020-2024)



Источник: финансовая отчетность АО «Макфа»

Рисунок 2. Динамика показателей эффективности деятельности в АО «Макфа» (2020-2024 гг.)

Figure 2. Dynamics of performance indicators at JSC "Makfa" (2020-2024)

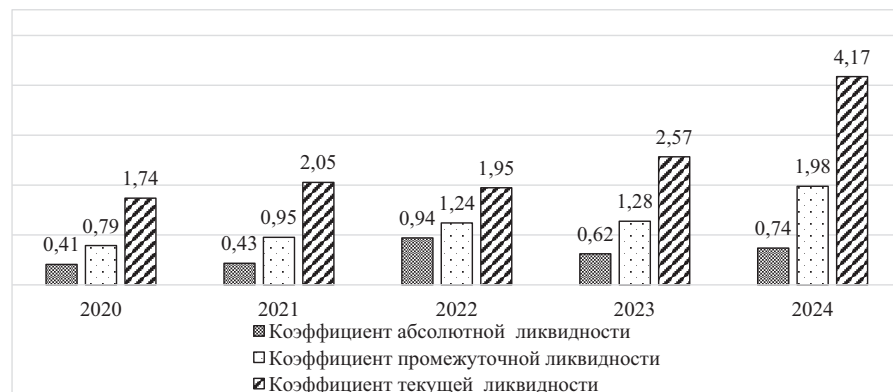




Таблица 1. Динамика показателей деловой активности в АО «Макфа» (2020-2024 гг.)
Table 1. Dynamics of business activity indicators in JSC "Makfa" (2020-2024)

	Значение					Абсолютное изменение	
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в 2022 г. к 2020 г.	в 2024 г. к 2022 г.
Оборачиваемость оборотных средств, в оборотах	2,33	2,27	1,97	1,72	2,41	-0,36	0,45
Оборачиваемость производственных запасов, в оборотах	4,27	4,21	4,58	4,19	4,86	0,31	0,28
Оборачиваемость средств в расчетах, в оборотах	10,70	9,58	10,10	8,68	8,77	-0,60	-1,33
Оборачиваемость кредиторской задолженности, в оборотах	19,47	17,60	19,42	13,12	15,30	-0,05	-4,12
Оборачиваемость основного капитала, в оборотах	5,52	4,26	3,78	3,48	4,37	-1,74	0,59
Оборачиваемость собственного капитала, в оборотах	3,46	3,03	2,64	2,15	2,38	-0,82	-0,25
Продолжительность операционного цикла, дней	120	125	116	129	117	-4	1
Продолжительность финансового цикла, дней	101	104	97	101	93	-4	-4

Источник: финансовая отчетность АО «Макфа»



Источник: финансовая отчетность АО «Макфа»

Рисунок 3. Динамика показателей ликвидности в АО «Макфа» (2020-2024 гг.)
Figure 3. Dynamics of liquidity indicators in JSC "Makfa" (2020-2024)

вновь наметился устойчивый тренд к повышению деловой активности, что выражается в росте скорости оборота основных видов активов. При этом относительно уровня деловой активности в 2022 г. к 2024 г. выросла оборачиваемость только для оборотных средств и запасов, а оборачиваемость дебиторской и кредиторской задолженности продолжила снижаться. В целом за 5 лет оборачиваемость оборотных средств и производственных запасов практически не изменилась и составляла около 2-х и 4-х оборотов в год соответственно.

Но при этом оборачиваемость дебиторской и кредиторской задолженности за 5 лет сократилась ощутимо, что также может выступать в качестве индикаторов проблем в части взаимодействия с дебиторами и кредиторами. Сокращение скорости оборота дебиторской задолженности является следствием ухудшением экономического положения многих контрагентов в условиях усиления кризиса, что способствует росту периода возврата средств, отвлеченных из оборота в виде дебиторской задолженности. Если в 2020 г. дебиторская задолженность предприятия совершала более 10 оборотов за год, то к 2024 г. показатель снизился до 8,8 оборотов за год. Оборачиваемость кредиторской задолженности снизилась до минимума к 2023 г., составив 13,12 оборота, но к 2024 г. выросла до 15,3 оборотов, что в целом является достаточно высоким уровнем, но при этом ниже данных 2020 г.

Оборачиваемость основного и собственного капитала также снизились в динамике за 5 лет, при этом пиковым годом снижения является 2023 г., а к 2024 г. наметилась положительная динамика росту деловой активности. В результате, длительность одного операционного цикла

была наименьшей в 2022 и 2024 гг., а в остальные годы — повышалась. При этом существенное снижение деловой активности отмечено в 2023 г., когда длительность операционного цикла выросла до 129 дней. Это свидетельствует о том, что предприятие за год могло совершить только 2 полных операционных цикла. Длительность финансового цикла в динамике варьирует аналогично, но при этом составляет меньшее количество дней по сравнению с операционным циклом. В 2024 г. длительность финансового цикла снизилась до наименьшего значения — 93 дня, что позволило АО «Макфа» осуществлять за год более 3-х операционных циклов (табл. 1).

Несмотря на вариацию уровня деловой активности по годам, уровень ликвидности активов предприятия растет в динамике. Коэффициент абсолютной ликвидности в 2020 г. составлял 0,41, а к 2022 г. достиг наибольшего уровня — 0,94. Следовательно, АО «Макфа» было способно погасить более 90% своих наиболее срочных обязательств за счет денежных средств. Однако к 2024 г. отмечено снижение коэффициента абсолютной ликвидности до 0,74, что также является высоким значением, свидетельствующим о наличии большого объема ликвидных активов, которые могут быть направлены на погашение наиболее срочных обязательств, что исключает вероятность потери финансовой устойчивости. Коэффициенты промежуточной и текущей ликвидности также находятся на достаточно высоком уровне, обеспечивающем финансово устойчивое положение (рис. 3).

Непосредственно индикаторы, характеризующие финансовое положение предприятия, в динамике показывают усиление финансового положения. Если в 2020 г. на собственные источники

формирования имущества приходилось только 47%, а 53% — на привлеченные, то к 2024 г. отмечено изменение структуры в пользу роста доли собственных средств до 71%, а удельный вес заемных ресурсов снизился до 29%, что свидетельствует о формировании более благоприятной структуры пассивов. Доля устойчивого капитала достигла оптимального значения только в последние 2 года, превысив 75%. В 2024 г. на долю собственных и долгосрочных заемных средств суммарно стало приходиться 85%, а удельный вес краткосрочных заемных средств составил только 15%. В результате этого соотношение между собственными и заемными средствами выросло с 0,9 до 2,49 к 2024 г., что подтверждает превышение собственных средств над заемными в 2,5 раза и обеспечивает оптимальную структуру пассивов. При этом в структуре заемных средств также на фоне роста доли долгосрочных привлеченных ресурсов отмечен рост значений коэффициента с 0,3 до 0,85 (табл. 2).

В целом за исследуемый период, несмотря на ухудшение общеэкономической ситуации в 2021-2022 гг., АО «Макфа» удалось сохранить финансово устойчивое положение, а в 2023-2024 гг. — значительно улучшить свои показатели относительно уровня предыдущих лет.

На основе трехкомпонентного анализа в динамике была проведена оценка изменения финансового положения предприятия. В результате отмечается, что в 2020-2021 гг. сохранялся недостаток как собственных оборотных средств, так и собственных и долгосрочных заемных источников формирования запасов, что соответствует модели финансовой устойчивости вида (0;0;1) и позволяет говорить о неустойчивом положении в данный период. Однако в 2022-2023 гг. отмечено улучшение ситуации, поэтому недостаток средств был отмечен только для собственных оборотных средств, что соответствует модели вида (0;1;1) и свидетельствует о переходе к нормальному типу финансовой устойчивости. К 2024 г. финансовое положение стало абсолютно устойчивым, что соответствует модели вида (1;1;1) и позволяет говорить об отсутствии угрозы потери финансовой устойчивости (табл. 3).

В результате, АО «Макфа» к 2024 г. удалось существенно улучшить свое финансовое положение даже в условиях значительного влияния негативных факторов экономического и политического характера, формирующих угрозы для успешной деятельности предприятия. Несмотря на это, нестабильность рыночной среды предопределяет необходимость формирования комплекса мероприятий по поддержанию финансово устойчивого положения в среднесрочной перспективе.



Таблица 2. Динамика показателей финансовой устойчивости в АО «Макфа» (2020-2024 гг.)
Table 2. Dynamics of financial stability indicators in JSC “Makfa” (2020-2024)

	Значение					Абсолютное изменение	
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в 2022 г. к 2020 г.	в 2024 г. к 2022 г.
Коэффициент автономии	0,47	0,50	0,48	0,59	0,71	0,01	0,23
Коэффициент финансовой зависимости	0,53	0,50	0,52	0,41	0,29	-0,01	-0,23
Доля устойчивого капитала	0,60	0,70	0,64	0,75	0,85	0,05	0,20
Коэффициент соотношения собственных и заемных средств	0,90	1,00	0,94	1,46	2,49	0,04	1,55
Коэффициент структуры заемных средств	0,30	0,67	0,45	0,62	0,85	0,15	0,40

Источник: финансовая отчетность АО «Макфа»

Таблица 3. Оценка финансового положения АО «Макфа» на основе трехкомпонентного анализа (2020-2024 гг.)
Table 3. Assessment of the financial position of JSC “Makfa” based on a three-component analysis (2020-2024)

	Значение, млн руб.				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Наличие собственных оборотных средств	-2 622,7	-3 680,3	-1 549,2	-1 386,5	513,6
Наличие собственных и долгосрочных заемных источников формирования запасов	-1 077,5	-219,5	1 969,8	1 591,6	2 940,9
Наличие величины основных источников для формирования запасов	2 914,9	3 403,6	8 504,2	3 814,3	4 272,9
Трехкомпонентный анализ	(0;0;1)	(0;0;1)	(0;1;1)	(0;1;1)	(1;1;1)

Источник: финансовая отчетность АО «Макфа»

Мы считаем, что модель обеспечения финансовой устойчивости АО «Макфа» может включать три основных взаимосвязанных элемента, а именно — финансовую стабильность, финансовую гибкость и финансовый потенциал.

Обеспечение финансовой стабильности в условиях экономического кризиса является первичным этапом в рамках формирования модели финансовой устойчивости и предполагает планирование денежных потоков, поддержание преобладающей доли собственного капитала, контроль над состоянием дебиторской и кредиторской задолженности и пр. (рис. 4).

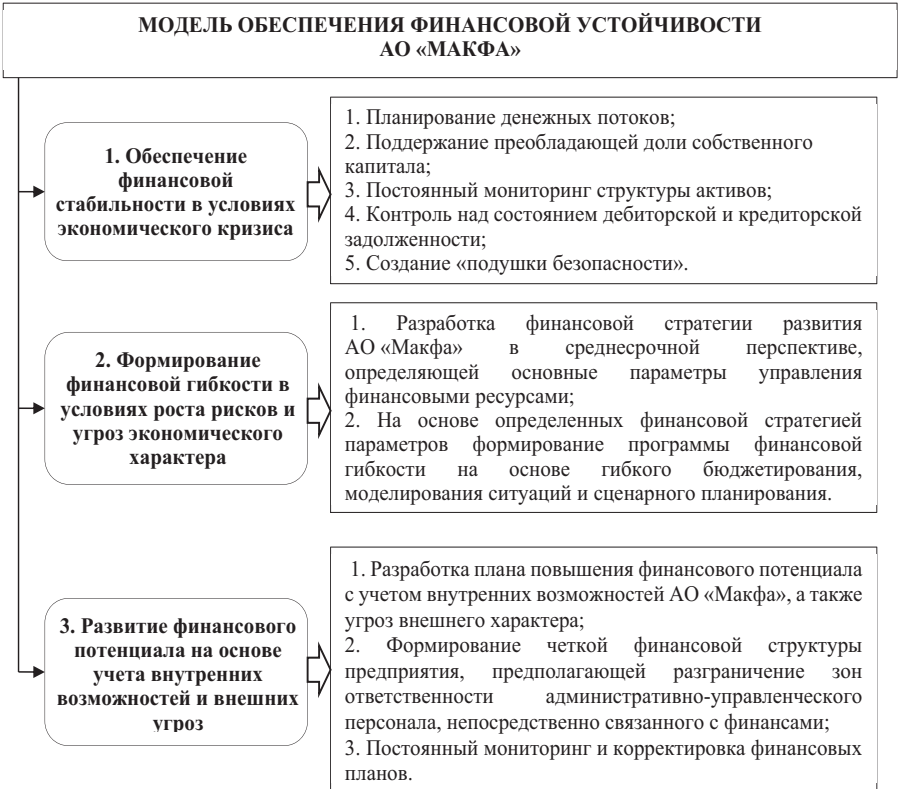
Вторым немаловажным этапом является формирование финансовой гибкости в условиях роста рисков и угроз экономического характера, что предполагает разработку финансовой стратегии и непосредственно самой программы финансовой гибкости. Третий этап модели обеспечения финансовой устойчивости предполагает развитие финансового потенциала на основе учета внутренних возможностей и внешних угроз.

Выводы и рекомендации. На примере крупнейшего предприятия мукомольно-крупяной промышленности АО «Макфа» было выявлено, что для отрасли период 2020-2022 гг. был непростым, что сопровождалось снижением рентабельности, а также проявилось в ухудшении деловой активности и показателей финансовой устойчивости. Однако в 2023-2024 гг. отрасли, как и в целом АПК, удалось адаптироваться и подстроиться под актуальную конъюнктуру рынка, что способствовало улучшению базовых индикаторов финансово-хозяйственной деятельности и формированию финансово устойчивого положения. В 2024 г. в АО «Макфа» была получена чистая прибыль в размере 2,76 млрд руб., а рентабельность производства составила 14%, что позволяет говорить о высокой эффективности деятельности. При этом длительность операционного цикла снизилась до 117 дней, а финансового цикла — до 93 дней. Удельный вес собственных средств в структуре источников формирования имущества за 5 лет вырос до оптимальных 71%, при этом на долю устойчивого капитала приходится 85%

пассивов, что свидетельствует о низкой закредитованности предприятия. По результатам трехкомпонентного анализа было выявлено, что в динамике финансовое положение АО «Макфа» улучшилось к 2024 г., достигнув абсолютной финансовой устойчивости.

Несмотря на сформировавшуюся к 2024 г. благоприятную ситуацию в АО «Макфа», как одного из крупнейших представителей мукомольно-крупяной промышленности, нестабильность внутренней экономической и внешнеполитической среды предопределяет необходимость

формирования модели обеспечения финансовой устойчивости предприятий отрасли в среднесрочной перспективе, что важно в рамках обеспечения продовольственной безопасности. В рамках предложенной модели обеспечения финансовой устойчивости АО «Макфа» предполагается поддержание базового уровня финансовой устойчивости за счет достижения важных составляющих — обеспечения финансовой стабильности, формирования финансовой гибкости и развития финансового потенциала предприятия.



Источник: составлено авторами

Рисунок 4. Модель обеспечения финансовой устойчивости АО «Макфа»
Figure 4. The financial stability model of JSC “Makfa”





Список источников

- Харченко Е.В., Петрова С.Н., Зюкин Д.А. Тенденции развития сельскохозяйственного производства в регионах-лидерах АПК России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5 (383). С. 22-26. doi: 10.24412/2587-6740-2021-5-22-26. EDN: OUAHNA
- Севастьянов Д.В. Современное состояние материально-технической базы сельского хозяйства России: основные проблемы, тенденции, импортозамещение и перспективы развития // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2025. № 3 (47). С. 74-91. EDN: SJWUKJ
- Сидоренко О.В., Шабанникова Н.Н., Сергеева С.А., Гамидова Н.Г. Оценка эффективности использования производственного потенциала в зерновом хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2024. № 2 (107). С. 138-144. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.2.138. EDN: IGUOPE
- Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87-101. doi: 10.46925/rdluz.32.07. EDN: GODJWT
- Котова Л.Г., Мишина Н.А., Куделькина Д.М. Реализация импортозамещения в АПК России в условиях санкционного давления // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 2 (63). С. 205-211. doi: 10.25683/VOLBI.2023.63.659. EDN: UZDTGZ
- Артемов Н.Н. Роль развития агропромышленного комплекса РФ в современных условиях // Вестник Тульского филиала Финиуниверситета. 2020. № 1. С. 110-112. EDN: QMRNNI
- 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
- 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
- Семенова Н.Я., Бакулевская Л.В., Глинская О.С. Общий анализ рынка мукомольно-крупяной промышленности // Государственное управление и право. 2024. № 4 (4). С. 74-84. EDN: KTETWS
- Mironova, A.V., Kuberova, A.R., Steshina, I.A. Anti-Russian sanctions: impact on the Russian economy // Вестник Тульского филиала Финиуниверситета. 2023. № 1. С. 448-450. EDN: LMSPIF
- Семенова Н.Я., Бакулевская Л.В., Глинская О.С. Общий анализ рынка мукомольно-крупяной промышленности // Государственное управление и право. 2024. № 4 (4). С. 74-84. EDN: KTETWS
- Зюкин Д.А. Учет эффекта масштаба при совершенствовании стратегии развития зернового хозяйства // АПК: экономика, управление. 2018. № 12. С. 52-58. EDN: YQNKDD
- Богомолова И.П., Новченкова Н.И., Карпов А.В. Мониторинг рынка мукомольно-крупяной продукции // Вестник современных исследований. 2020. № 2-6 (32). С. 11-17. EDN: PKAEAZ
- Зюкин Д.А., Святлова 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
- Сokolov, S.L. Анализ динамики и структуры экспорта продукции мукомольно-крупяной промышленности Российской Федерации // Вестник Академии знаний. 2025. № 4 (69). С. 486-490. EDN: BHNDXB

References

- Kharchenko, E.V., Petrova, S.N., Zyukin, D.A. (2021). Tendentsii razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v regionakh-liderakh APK Rossii [Trends in the development of agricultural production in the leading regions of the agro-industrial complex of Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (383), pp. 22-26. doi: 10.24412/2587-6740-2021-5-22-26. EDN: OUAHNA
- Sevast'yanov, D.V. (2025). Sovremennoe sostoyanie material'no-tekhnicheskoi bazy sel'skoi khozyaistva Rossii: osnovnye problemy, tendentsii, importozameshchenie i perspektivy razvitiya [The current state of the material and technical base of Russian agriculture: main problems, trends, import substitution and development prospects]. *Aktual'nye problemy ekonomiki i menedzhmenta* [Actual problems of economics and management], no. 3 (47), pp. 74-91. EDN: SJWUKJ
- Sidorenko, O.V., Shabannikova, N.N., Sergeeva, S.A., Gamidova, N.G. (2024). Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennogo potentsiala v zernovom khozyaistve [Evaluation of the effectiveness of using production potential in grain farming]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 2 (107), pp. 138-144. doi: 10.17238/issn2587-666X.2024.2.138. EDN: IGUOPE
- Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87-101. doi: 10.46925/rdluz.32.07. EDN: GODJWT
- Kotova, L.G., Mishina, N.A., Kudel'kina, D.M. (2023). Realizatsiya importozameshcheniya v APK Rossii v usloviyakh sanktsionnogo davleniya [Implementation of import substitution in the Russian agro-industrial complex under the conditions of sanctions pressure]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo* [Business. Education. Law], no. 2 (63), pp. 205-211. doi: 10.25683/VOLBI.2023.63.659. EDN: UZDTGZ
- Artemov, N.N. (2020). Rol' razvitiya agropromyshlennogo kompleksa RF v sovremennykh usloviyakh [The role of the development of the agro-industrial complex of the Russian Federation in modern conditions]. *Vestnik Tul'skogo filiala Finiuniversiteta*, no. 1, pp. 110-112. EDN: QMRNNI
- Zyukin, D.A. (2024). Faktory konkurentosposobnosti rossiiskogo zerna na mirovom rynke i perspektivy razvitiya zernovogo khozyaistva v kontekste narashchivaniya eksportnogo 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
- Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleniya kak prepyatstvie razvitiya agropredovostvennogo proizvodstva v Rossii [Poverty of the population as an obstacle to the development of agri-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-19-22. EDN: NVKPHJ
- Semenova, N.Ya., Bakulevskaya, L.V., Glinskaya, O.S. (2024). Obshchii analiz rynka mukomol'no-kрупяnoi promyshlennosti [General analysis of the flour and cereal industry market]. *Gosudarstvennoe upravlenie i pravo* [Public administration and law], no. 4 (4), pp. 74-84. EDN: KTETWS
- Mironova, A.V., Kuberova, A.R., Steshina, I.A. (2023). Anti-Russian sanctions: impact on the Russian economy. *Vestnik Tul'skogo filiala Finiuniversiteta*, no. 1, pp. 448-450. EDN: LMSPIF
- Semenova, N.Ya., Bakulevskaya, L.V., Glinskaya, O.S. (2024). Obshchii analiz rynka mukomol'no-kрупяnoi promyshlennosti [General analysis of the flour and cereal industry market]. *Gosudarstvennoe upravlenie i pravo* [Public administration and law], no. 4 (4), pp. 74-84. EDN: KTETWS
- Zyukin, D.A. (2018). Uchet ehffekta masshtaba pri sovershenstvovanii strategii razvitiya zernovogo khozyaistva [Taking into account the economies of scale when improving the strategy for the development of grain farming]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 12, pp. 52-58. EDN: YQNKDD
- Bogomolova, I.P., Novchenkova, N.I., Karpov, A.V. (2020). Monitoring rynka mukomol'no-kрупяnoi produkt-sii [Monitoring the market of flour and cereal products]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*, no. 2-6 (32), pp. 11-17. EDN: PKAEAZ
- Zyukin, D.A., Svyatova, O.V., Yakovlev, N.A., Bolycheva, E.A., Nozdacheva, E.N. (2025). Finansovo-khozyaistvennaya otsenka razvitiya predpriyatii mukomol'noi promyshlennosti [Financial and economic assessment of the development of flour industry enterprises]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (403), pp. 75-79. doi: 10.55186/25876740_2025_68_1_75. EDN: QFBBLQ
- Sokolov, S.L. (2025). Analiz dinamiki i struktury ehksporta produktov mukomol'no-kрупяnoi promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii [Analysis of the dynamics and structure of exports of the flour and cereal industry of the Russian Federation]. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of knowledge], no. 4 (69), pp. 486-490. EDN: BHNDXB

Информация об авторах:

- Лазарева Татьяна Георгиевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической безопасности, учета и анализа, Самарский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4586-0202>, Scopus ID: 57208010235, Researcher ID: GYA-1537-2022, SPIN-код: 2910-4491, kdatgf@rambler.ru
- Шульженко Сергей Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и управляющих систем, Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова — филиал Московского государственного университета геодезии и картографии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3810-1547>, Scopus ID: 57210565869, Researcher ID: HIA-0701-2022, SPIN-код: 2106-0190, shulzh79@mail.ru
- Яковлева Елена Валерьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой техносферной безопасности, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3038-6808>, SPIN-код: 2071-3705, eviakovleva@orelsau.ru
- Болычева Елена Александровна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенного дела и мировой экономики, Юго-Западный государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3365-8621>, SPIN-код: 8172-6125, bolycheva2012@yandex.ru

Information about the authors:

- Tatiana G. Lazareva**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economic security, accounting and analysis, Samara State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4586-0202>, Scopus ID: 57208010235, Researcher ID: GYA-1537-2022, SPIN-code: 2910-4491, kdatgf@rambler.ru
- Sergey N. Shulzhenko**, doctor of technical sciences, professor of the department of information technology and management systems, Technological University named after twice Hero of the Soviet Union, cosmonaut A.A. Leonov — branch of the Moscow State University of Geodesy and Cartography, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3810-1547>, Scopus ID: 57210565869, Researcher ID: HIA-0701-2022, SPIN-code: 2106-0190, shulzh79@mail.ru
- Elena V. Yakovleva**, candidate of agricultural sciences, head of the department of technosphere safety, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3038-6808>, SPIN-code: 2071-3705, eviakovleva@orelsau.ru
- Elena A. Bolycheva**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of customs and world economy, Southwest State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3365-8621>, SPIN-code: 8172-6125, bolycheva2012@yandex.ru



Научная статья
УДК 338.431.7
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_527

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.И. Кротов, В.М. Шарапова, Н.В. Шарапова,
А.Ю. Попов, Ю.В. Шарапов

Уральский государственный экономический университет,
Екатеринбург, Россия

Аннотация. В последние годы государственная политика в агропроизводстве все больше ориентирована на усиление продовольственной безопасности страны, снижая зависимость от поставок импортной агропродукции. Одним из важных направлений такой работы является повышение эффективности развития картофелеводства и полное обеспечение данной продукцией населения РФ и отдельных её регионов. В этой связи важным является изучение опыта развития картофелеводства и его размещения в Свердловской области. Представленная научная работа ставит своей целью дать оценку эффективности размещения картофелеводства Свердловской области и предложить рекомендации по её устойчивому развитию. Проведение исследования опирается на данные анализа производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций Свердловской области за 2020-2024 годы, а также данные подведомственных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области управлений сельского хозяйства. Особенности размещения картофелеводства в Талицком районе обеспечивают высокий показатель окупаемости затрат в отрасли — 1,577. Красноуфимский район за счет узкой специализации небольших хозяйств получает более высокие показатели урожайности картофеля, чем обеспечивает себе стабильное развитие отрасли. Влияние отдельных факторов, обеспечивающих конкурентоспособные преимущества привели к тому, что важными факторами стали приближенность к рынку сбыта, с учетом благоприятных природно-климатических условий производства. Произошло разделение по рыночным сегментам, которое позволило каждому из представленных районов получить конкурентные преимущества. Положительными факторами, усиливающими позиции отдельных районов, являются расположение в сельских территориях (доступность трудовых ресурсов). С учётом проведенного анализа предлагается создание кластеров в Белоярском, Красноуфимском, Талицком и Тугулымском районах, с целью стимулирования производства картофеля за счет государственной поддержки. Предложенные рекомендации позволят обеспечить повышение эффективности производства картофеля и приведут к улучшению продовольственной безопасности региона и страны в целом.

Ключевые слова: размещение производства, картофелеводство, экономическая эффективность, факторный анализ, продовольственная безопасность

Original article

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF POTATO GROWING PLACEMENT IN THE SVERDLOVSK REGION

M.I. Krotov, V.M. Sharapova, N.V. Sharapova,
A.Yu. Popov, Yu.V. Sharapov

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Abstract. In recent years, state agricultural policy has increasingly focused on strengthening the country's food security by reducing dependence on imported agricultural products. One important area of this work is improving the efficiency of potato production and ensuring full supply of this product to the population of the Russian Federation and its individual regions. In this regard, it is important to study the experience of potato development and its deployment in the Sverdlovsk Region. This research aims to assess the efficiency of potato production in the Sverdlovsk Region and offer recommendations for its sustainable development. The study is based on an analysis of the production and financial performance of agricultural organizations in the Sverdlovsk Region for 2020-2024, as well as data from agricultural departments subordinate to the Ministry of Agriculture and Food of the Sverdlovsk Region. The specific location of potato production in the Talitsky District ensures a high return on investment (ROI) for the industry — 1.57%. The Krasnoufimsky District, thanks to the narrow specialization of small farms, achieves higher potato yields, thereby ensuring the stable development of the industry. The influence of individual factors providing competitive advantages has led to proximity to the sales market, taking into account favorable natural and climatic conditions for production. Market segmentation has occurred, allowing each of the districts to gain competitive advantages. Positive factors strengthening the position of individual districts include their location in rural areas (labor force availability). Based on the conducted analysis, it is proposed to create clusters in the Beloyarsky, Krasnoufimsky, Talitsky, and Tugulymsky districts to stimulate potato production through state support. The proposed recommendations will improve the efficiency of potato production and lead to improved food security in the region and the country as a whole.

Keywords: production placement, potato growing, economic efficiency, factor analysis, food security

Введение. Картофель является одним из важнейших сельскохозяйственных культур в мире, играющим ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности многих стран. Его универсальность и высокая урожайность делают картофель незаменимым продуктом питания, а также важным сырьем для пищевой промышленности. В России, несмотря на наличие обширных территорий, благоприятных для выращивания картофеля, эффективность производства этой культуры остается предметом постоянного изучения и совершенствования. Оценка эффективности размещения картофелеводства имеет особую значимость для

регионов с разнообразными природно-климатическими условиями, такими как Средний урал. Этот регион характеризуется контрастностью почвенных и климатических зон, что создает предпосылки для дифференцированного подхода к организации сельскохозяйственного производства. Размещение картофелеводства должно учитывать особенности рельефа, почвы, климата и доступности водных ресурсов, чтобы обеспечить максимальную продуктивность и экономическую отдачу от вложенных средств.

Материалы и методы. При исследовании использовались статистико-экономический ме-

тод для анализа эффективности развития картофелеводства, абстрактно-логические при изучении факторов, влияющих на размещение производства отрасли.

Проведение исследования проводилось в несколько этапов. На первом этапе осуществлялся сбор информации, данных, по организациям картофелеводческого направления (в разрезе районов) за период 2020-2024 годы. На основе данной информации дана оценка эффективности размещения отрасли картофелеводства в Свердловской области.

Второй этап позволил на основе более детальной информации — данных хозяйств, дать



качественную оценку дополнительных факторов, связанных с размещением картофелеводства в регионе.

Представленный анализ позволил оценить эффективность размещения исследуемой отрасли за период 2020-2024 годы, выявить влияние отдельных факторов на отрасль с учетом её размещения, дать рекомендации для эффективности развития картофелеводства в перспективе.

Цель исследования — дать оценку эффективности размещения картофелеводства Свердловской области и предложить рекомендации по её устойчивому развитию.

Задачи исследования:

- дать оценку эффективности развития картофелеводства за период 2020-2024 годы с учетом размещения отрасли;
- определить факторы, оказывающие влияние на размещение картофелеводства в регионе, и предложить рекомендации по повышению эффективности её развития.

Результаты и обсуждение. Продовольственная безопасность является стратегически важным направлением социально-экономической политики государства. В этой связи одной из важных отраслей сельского хозяйства России является картофелеводство. К сожалению, по данным информационной системы ФГИС «Аргус-Фито», с начала 2025 года по состоянию на 7 мая фиксируется увеличение импорта в Россию продовольственного картофеля в 3,5 раза по сравнению с аналогичным периодом прошлого года со 124,8 до 432,2 тыс. тонн [1].

В зависимости от ситуации на рынке продовольствия, поставки импортного картофеля варьируются от 387 (в 2024 году) до 708 тыс. тонн (в 2022 году). Основные поставщики импортного картофеля, по-прежнему остаются: Египет — 266,3 тыс. тонн, Китай — 65,5 тыс. тонн. Исходя из этого, отрасль картофелеводства имеет большое значение для решения продовольственной

безопасности страны. Оценка эффективности размещения картофелеводства и повышение эффективности её развития, позволят обеспечить население страны качественной и доступной продукцией.

Проведение исследования опирается на данные подведомственных Министерству сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области управлений сельского хозяйства. Территориальным отраслевым исполнительным органом государственной власти Свердловской области, входящим в структуру исполнительной власти Свердловской области, обеспечивающим в пределах своей компетенции проведение государственной политики и осуществляющим свои полномочия на определенной территории. Сокращенное наименование Управлений — ТОИОГВ СО и УСХ и П МСХиП СО.

Подведомственные Министерству сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области управления сельского хозяйства и продовольствия Министерства сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области Белоярского («Белоярского ГО, Асбестовского ГО, ГО Заречный, ГО Верхнее Дуброво, Малышевского ГО, Рефтинского ГО), Богдановичское (ГО Богданович, ГО Сухой Лог), Каменское (г. Каменск-Уральский и Каменского ГО), Красноуфимска (ГО Красноуфимск и МО Красноуфимский округ, Ачитского ГО), Талицкого (Талицкого ГО, Тугулымского ГО) и другие» [2].

Кроме этого, информационной базой для исследования послужили непосредственные данные сельхозпроизводителей, специализирующихся на производстве картофеля в Свердловской области.

Оценка эффективности размещения отдельных отраслей растениеводства определяется в первую очередь производственными показателями (посевные площади, валовое производство), (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают, что основные посевные и уборочные площади картофеля сосредоточены в Белоярском, Талицком, Красноуфимском Богдановичском УСХ и П МСХиП СО. Остальная часть уборочной площади сосредоточена в южной части региона.

В 2024 году по сравнению с 2020 годом общая уборочная площадь картофеля в Свердловской области сократилась на 20,2% с 5265 до 4202 га. Основное снижение площадей произошло в Белоярском (на 25,2%), Красноуфимском (на 36,5%), Каменском (на 19%) и Талицком (на 9,7%) районах. В прочих районах области уборочная площадь картофеля снизилась на 27,3% с 413 до 300 га. На фоне уменьшения уборочной площади в регионе, валовое производство картофеля снизилось на 10,6% с 107,6 до 96,2 тыс. тонн.

За период 2020-2024 годы средние показатели уборочной площади картофеля в регионе составили 4955 га, а объемы его валового производства почти 90 тыс. тонн. В отрасли картофелеводства за анализируемый период происходит сокращение игроков в отрасли из-за неэффективного производства.

Размещение производства картофеля ведущими хозяйствами сосредоточено в южной части региона, где присутствуют благоприятные природно-климатические условия. Средние показатели за пятилетний период показывают, что основная часть картофелеводства размещена «на юге в центральной части Свердловской области в Белоярском районе, окупаемость затрат в картофелеводстве составляет 1,279. Отличительными особенностями, связанными с размещением картофелеводства в регионе, обладают два района: Талицкий и Красноуфимский, расположенные в юго-восточной и в юго-западной части Свердловской области» [4]. Для оптимальных условий выращивания картофеля гидротермический коэффициент должен составлять от 1,30 до 1,60. В Свердловской области данный показатель в центральных районах составляет 1,4-1,6, а в крайних юго-западных и юго-восточных — 1,2-1,4 [4].

Учитывая размещение отрасли картофелеводства, необходимо дать оценку её эффективности с точки зрения производства. Основным показателем, характеризующий конкурентоспособность отрасли, является производственная себестоимость единицы продукции, которая зависит от урожайности и трудоёмкости производства картофеля (табл. 2).

Анализируя основные районы размещения отрасли картофелеводства за период 2020-2024 годы, можно отметить Талицкий район, где производственная себестоимость 1 кг картофеля в среднем за пятилетний период составляет 7,59 руб., на втором месте Красноуфимский район с производственной себестоимостью — 12,75 руб. В остальных исследуемых районах, средняя себестоимость 1 кг картофеля превышает 15 руб. за кг.

Важным фактором низкой производственной себестоимости единицы продукции в перечисленных районах является наличие значительной части сельского населения, а следовательно, более низкой стоимости трудовых ресурсов. [5,6] Дополнительным фактором конкурентоспособности для Красноуфимского района является более высокая урожайность картофеля, связана с тем, что в картофелеводстве данного района работают узкоспециализированные небольшие хозяйства. Тогда как в других

Таблица 1. Посевные площади и валовое производство картофеля в разрезе районов управлений сельского хозяйства Свердловской области

Table 1. Cultivated areas and gross production of potatoes by districts of agricultural administrations of the Sverdlovsk region

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее значение
Общие показатели по региону						
Уборочная площадь, га	5265	5074	5001	5233	4202	4955
Валовой сбор, тонн	107556	64837	77103	104227	96176	89980
Белоярское УСХ и П МСХиП СО						
Уборочная площадь, га	2177	2277	2220	2110	1629	2083
Валовой сбор, тонн	48594	29133	28911	43620	42180	38488
Талицкое УСХ и П МСХиП СО						
Уборочная площадь, га	942	895	813	916	851	883
Валовой сбор, тонн	17954	7691	19607	17716	18995	16393
Красноуфимское УСХ и П МСХиП СО						
Уборочная площадь, га	834	590	650	730	530	667
Валовой сбор, тонн	17943	13102	12015	15321	14519	14580
Богдановичское УСХ и П МСХиП СО						
Уборочная площадь, га	400	400	400	495	488	437
Валовой сбор, тонн	7288	2005	4300	10125	7700	6284
Каменское УСХ и П МСХиП СО						
Уборочная площадь, га	499	520	479	525	404	485
Валовой сбор, тонн	9162	4935	6163	9370	7185	7363
Прочие районы						0
Уборочная площадь, га	413	392	439	457	300	400
Валовой сбор, тонн	6615	7971	6107	8075	5597	6873

Источник: составлено авторами на основе [3]



районах производством картофеля занимаются многоотраслевые хозяйства, специализирующиеся в основном на скотоводстве.

Низкие показатели эффективности производства в анализируемой отрасли в Богдановичском районе связаны с неблагоприятными погодными условиями (засухой, которая затронула весь регион) в 2021 году. Однако, в 2023-2024 годах ситуация в хозяйствах данного района серьезно улучшилась, о чём свидетельствуют производственная себестоимость 1 кг картофеля на уровне 8-9 руб.

Также необходимо сказать, что «локомотивом» в картофелеводстве Белоярского района является АО «АПК Белореченское» (картофеле-овощной специализацией). «На долю данного хозяйства приходится более 30% всего произведенного картофеля в области. На этом фоне из показателей эффективности производства выделяется низкая трудоемкость продукции, что напрямую связано с применением в отрасли передовых технологических решений» [7]. Несмотря на это производственная себестоимость 1 кг картофеля в районе в среднем за пять лет достаточно высокая — 15,15 руб., что связано с высокой стоимостью используемых в производстве ресурсов.

Определяющими факторами размещения производства любой отрасли является в первую очередь, эффективность реализации продукции, позволяющая окупать производственные затраты (табл. 3).

Данные таблицы 3 показывают, что за период 2020-2024 годы средняя окупаемость затрат картофелеводства Свердловской области составляет 1,178, то есть отрасль самоокупаемая, исключением является 2023 год. После неурожайного 2021 года, производственная себестоимость 1 кг картофеля существенно выросла, что в последующем сказалось на росте стоимости посевного материала, используемого в хозяйствах, при этом произошло снижение цен на картофель. Также отмечался рост стоимости и на другие ресурсы, используемые в картофелеводстве (оплата труда, средства производства, предметы труда). В целом ситуация выправилась только в 2024 году.

Наилучший показатель окупаемости затрат в картофелеводстве показывает Талицкий район, в среднем за пять лет данный показатель составил 1,577. В 2024 году по сравнению с 2020 годом объем реализации картофеля увеличился почти в 1,4 раза до 9555 тонн. Достижение высокой рентабельности отрасли в данном районе результат не только производства, но и близость к рынку сбыта Тюменской области и Ханты-Мансийскому автономному округу.

Хорошие показатели окупаемости затрат в картофелеводстве показывает Белоярский район — 1,279, где расположено ведущее предприятие АО «АПК «Белореченское», а также семеноводческие хозяйства: ООО «Агрофирма «Уралсемпрот», ООО «Семена Урала», ООО селекционно-семеноводческая компания «Уральский картофель».

Особенность размещения картофелеводства в Красноуфимском районе связана с узкоспециализированными небольшими хозяйствами (ООО «Ирень» ООО «Иргина», ООО «УралАгрос», ООО «Русское поле» и др.), ориентированными на рынки Пермского края и Республики Башкортостан. Средняя окупаемость затрат в отрасли картофелеводства данного района за пятилетний период составила 1,061.

Таблица 2. Оценка интенсивности производства картофеля в разрезе районов управлений сельского хозяйства Свердловской области
Table 2. Assessment of the intensity of potato production by districts of agricultural administrations of the Sverdlovsk region

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее значение
Общие показатели по региону						
Урожайность, ц/га	204,3	127,8	154,2	199,2	228,9	182,9
Затраты труда на производство 1 ц, чел/час	0,32	0,49	0,42	0,29	0,18	0,34
Производственная себестоимость, руб./кг	8,65	16,17	14,83	12,06	12,12	12,77
Белоярское УСХ и П МСХиП СО						
Урожайность, ц/га	223,2	127,9	130,2	206,7	258,9	189,4
Затраты труда на производство 1 ц, чел/час	0,31	0,52	0,53	0,34	0,10	0,36
Производственная себестоимость, руб./кг	9,29	18,00	20,90	14,23	13,35	15,15
Талицкое УСХ и П МСХиП СО						
Урожайность, ц/га	190,6	85,9	241,2	193,4	223,3	186,9
Затраты труда на производство 1 ц, чел/час	0,16	0,41	0,18	0,19	0,15	0,22
Производственная себестоимость, руб./кг	4,99	13,11	4,95	7,51	7,41	7,59
Красноуфимское УСХ и П МСХиП СО						
Урожайность, ц/га	215,1	222,1	184,8	209,9	273,9	221,2
Затраты труда на производство 1 ц, чел/час	0,41	0,42	0,40	0,27	0,19	0,34
Производственная себестоимость, руб./кг	9,35	13,68	13,95	12,30	14,45	12,75
Богдановичское УСХ и П МСХиП СО						
Урожайность, ц/га	182,2	50,1	107,5	204,5	157,8	140,4
Затраты труда на производство 1 ц, чел/час	0,12	0,50	0,21	0,13	0,18	0,23
Производственная себестоимость, руб./кг	8,94	38,6	22,79	8,99	7,76	17,42
Каменское УСХ и П МСХиП СО						
Урожайность, ц/га	183,6	94,9	128,7	178,5	177,8	152,7
Затраты труда на производство 1 ц, чел/час	0,57	1,06	0,72	0,46	0,40	0,64
Производственная себестоимость, руб./кг	10,27	19,67	16,82	13,6	15,38	15,15

Источник: составлено авторами на основе [3]

Таблица 3. Эффективность реализации картофеля в разрезе районов управлений сельского хозяйства Свердловской области
Table 3. Potato sales efficiency by agricultural administration districts of the Sverdlovsk region

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее значение
Общие показатели по региону						
Объем реализации, тонн	83008	60363	36697	43107	65394	57714
Выручка от реализации, тыс. руб.	967043	1054542	689904	604791	1125431	888342
Полная себестоимость, тыс. руб.	685646	701418	631555	768598	982218	753887
Окупаемость затрат	1,410	1,503	1,092	0,787	1,146	1,178
Белоярское УСХ и П МСХиП СО						
Объем реализации, тонн	40629	30430	13798	18502	29905	26653
Выручка от реализации, тыс. руб.	580588	545610	263680	316569	576269	456543
Полная себестоимость, тыс. руб.	320969	304909	293208	404454	461733	357054
Окупаемость затрат	1,809	1,789	0,899	0,783	1,248	1,279
Талицкое УСХ и П МСХиП СО						
Объем реализации, тонн	6849	7211	6829	5201	9555	7129
Выручка от реализации, тыс. руб.	60682	110905	108718	69849	142370	98505
Полная себестоимость, тыс. руб.	33697	74201	62144	50034	92301	62475
Окупаемость затрат	1,801	1,495	1,749	1,396	1,542	1,577
Красноуфимское УСХ и П МСХиП СО						
Объем реализации, тонн	11167	9729	7722	7810	9758	9237
Выручка от реализации, тыс. руб.	121832	205476	138301	82161	187549	147064
Полная себестоимость, тыс. руб.	112228	120348	138069	131833	190379	138571
Окупаемость затрат	1,086	1,707	1,002	0,623	0,985	1,061
Богдановичское УСХ и П МСХиП СО						
Объем реализации, тонн	9459	3718	451	4958	6079	4933
Выручка от реализации, тыс. руб.	50322	29930	5511	34508	66687	37391
Полная себестоимость, тыс. руб.	93266	98973	50692	72585	72948	77693
Окупаемость затрат	0,540	0,302	0,109	0,475	0,914	0,481
Каменское УСХ и П МСХиП СО						
Объем реализации, тонн	8420	4652	3559	3907	6416	5391
Выручка от реализации, тыс. руб.	87400	82340	83992	62707	101116	83511
Полная себестоимость, тыс. руб.	72917	55591	69970	72514	103362	74871
Окупаемость затрат	1,199	1,481	1,200	0,865	0,978	1,115

Источник: составлено авторами на основе [3]





Каменский район, как и Белоярский находится в центре юга Свердловской области, хозяйства данного района также успешно развивают картофелеводство с достаточно высокими показателями окупаемости затрат. Основное производство сосредоточено в крупных хозяйствах: АО «Каменское» и ООО «Агрофирма «Травяное»».

На фоне всех перечисленных районов в таблице 3 выделяется Богдановичский район. За период 2020-2024 годы в затраты в производство картофеля в данном районе не окупались. Однако, в 2024 году окупаемость затрат приблизилась к 0,985 (имеется положительный тренд с 2023 года), что может способствовать более эффективному развитию отрасли в перспективе.

Исходя из проведенного анализа, рассчитаем средние показатели за период 2020-2024 годы, характеризующие эффективность размещения картофелеводства в Свердловской области (табл. 4).

Данные таблицы 4 показывают, что по объемным средним пятилетним показателям (в структуре), основная часть картофелеводства размещена на юге в центральной части Свердловской области. Белоярский район является ведущим, на него приходится 42% посевных площадей, 51,4% выручки от реализации картофеля, от общих показателей по региону. Средняя окупаемость затрат в картофелеводстве за исследуемый период составляет 1,279.

Каменский район также расположен в центральной части региона на него приходится 9,8% посевных площадей; 9,4% выручки от реализации картофеля, при окупаемости затрат 1,115.

Отличительными особенностями, связанными с размещением картофелеводства в регионе, обладают два района: Талицкий и Красноуфимский, расположенные в юго-восточной и в юго-западной части Свердловской области.

Так, Талицкий район по окупаемости затрат в картофелеводстве наиболее эффективный (окупаемость 1,577), что связано с низкими издержками и близостью к рынку сбыта данной продукции. На район приходится 17,8% посевных площадей, 18,2% от общего объема производства и выручки от реализации картофеля в 11,1%, от общих показателей отрасли картофелеводства.

В свою очередь, Красноуфимский район при 13,5% посевных площадей и объеме производства 16,2% от общих показателей по отрасли имеет долю выручки от реализации всего картофеля по области 16,6 процентов.

К другим районам, занимающимся производством картофеля, относятся Камышловский, Пышминский, Сысертский, а также Пригородные предприятия. Перечисленные районы также расположены на юге в центральной части Свердловской области. Усиливающаяся конкуренция за рынки сбыта в данных районах приводит к постепенному отказу от производства картофеля, в пользу основной отрасли скотоводства.

Представленный анализ показывает, что картофелеводство региона размещено, исходя из следующих факторов, характеризующих его экономическую эффективность (табл. 5).

Долгое время многие сельхозпроизводители Свердловской области занимались производ-

ством картофеля. Однако, влияние отдельных факторов, обеспечивающих конкурентоспособные преимущества привели к тому, что важными факторами стали приближенность к рынку сбыта, с учетом благоприятных природно-климатических условий производства. Произошло разделение по рыночным сегментам, которое позволило каждому из представленных районов получить конкурентные преимущества.

Положительными факторами, усиливающими позиции отдельных районов, являются расположение в сельских территориях (доступность трудовых ресурсов). [8,9] При этом технологическое развитие (применение современных технологий), как правило, доступно крупным многоотраслевым предприятиям. [10,11] Исходя из сказанного, всеми перечисленными преимуществами обладают Талицкий и Тугулымский районы, где эффективность развития картофелеводства значительно выше, чем в других районах Свердловской области.

Заключение. Оценка экономической эффективности картофелеводства Свердловской области свидетельствует о следующем:

- производство картофеля сосредоточено с учетом сформировавшихся рынков сбыта;
- благоприятные погодные условия и доступность трудовых ресурсов, сосредоточенных в сельской местности, обеспечивают дополнительные конкурентные преимущества Красноуфимскому, Талицкому и Тугулымскому районам;
- отмечается, что в Красноуфимском районе картофелеводство в основном сосредоточено в относительно небольших хозяйствах, тогда как в других районах картофелеводство рассматривается как дополнительная отрасль в крупных многоотраслевых хозяйствах. Исключением является АО «АПК «Белореченское» одно из ведущих хозяйств России в производстве картофеля и овощей (открытого грунта);
- современные технологии в производстве картофеля в основном применяются в крупных сельскохозяйственных организациях;
- потребности в продовольственном и семенном картофеле, с учетом объема производства в ЛПХ и хозяйствах региона обеспечены полностью.

С учётом проведенного анализа предлагаются следующие мероприятия по повышению эффективности развития отрасли картофелеводства и обеспечении продовольственной безопасности страны:

Таблица 4. Оценка эффективности размещения картофелеводства Свердловской области (средние показатели за период 2020-2024 год)
Table 4. Evaluation of the effectiveness of potato farming in the Sverdlovsk region (average indicators for the period 2020-2024)

Показатели	Доля в структуре посевных площадей, %	Доля в структуре валового сбора (в натуре), %	Доля в структуре объема реализации (в натуре), %	Доля в структуре выручки от реализации, %	Средний показатель окупаемости затрат
Общие показатели по региону	100,0	100,0	100,0	100,0	1,178
Белоярское УСХ и П МСХиП СО	42,0	42,8	46,2	51,4	1,279
Талицкое УСХ и П МСХиП СО	17,8	18,2	12,4	11,1	1,577
Красноуфимское УСХ и П МСХиП СО	13,5	16,2	16,0	16,6	1,061
Каменское УСХ и П МСХиП СО	9,8	8,2	9,3	9,4	1,115
Богдановичское УСХ и П МСХиП СО	8,8	7,0	8,5	4,2	0,481
Другие УСХ и П МСХиП СО	8,1	7,6	7,6	7,4	1,286

Источник: составлено авторами на основе [3]

Таблица 5. Оценка эффективности размещения картофелеводства Свердловской области (средние показатели за период 2020-2024 год)
Table 5. Evaluation of the effectiveness of potato farming in the Sverdlovsk region (average indicators for the period 2020-2024)

Факторы	Красноуфимский район	Центральные районы (Белоярский, Богдановичский, Каменский и др.)	Талицкий и Тугулымский районы
Природно-климатические	Благоприятные	Благоприятные	Благоприятные
Расположение	Юго-запад, на границе региона	Юг, на границе региона	Юго-восток, на границе региона
Технологии	Технологическое развитие — среднее	Технологическое развитие — высокое	Технологическое развитие — высокое
Трудовые ресурсы	Жители сельских территорий	Жители городских и сельских территорий	Жители сельских территорий
Экономическая эффективность	Средняя	Средняя	Высокая
Основные рынки сбыта продукции	Близкое расположение к рынку (Пермский край, Республика Башкортостан)	Близкое расположение к рынку (Свердловская и Челябинская области)	Близкое расположение к рынку (Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ)
Специализация организаций	Углубленная специализация, в основном малые организации с выручкой до 30 млн руб.	В основном многоотраслевые крупные организации с выручкой свыше 200 млн руб. Организации, занимающиеся селекцией картофеля с выручкой от 65 до 150 млн руб.	Многоотраслевые крупные организации с выручкой свыше 230 млн руб.

Составлено авторами



- сформировать с учётом размещения картофелеводства кластеры, в который войдут Белоярский, Красноуфимский, Талицкий и Тугулымский районы. Это необходимо для дополнительной государственной поддержки картофелеводства в регионе;
 - по представленным кластерам разработать инвестиционные программы поддержки по принципу субсидирования молока в регионе. Это позволит стимулировать интенсивность производства картофеля и увеличение его производства;
 - предлагается субсидирование осуществлять по следующим принципам: период функционирования организации (5 и более лет) и рентабельное производство с учётом уровня товарности не ниже среднеотраслевых. Цель — убрать «лишние» организации, которые не имеют отношения к отрасли картофелеводства. Также это позволит выйти из «тени» части К(Ф)Х, через предоставление отчетности с дальнейшим получения субсидий на произведенную и реализованную продукцию.
- Предложенные рекомендации позволят обеспечить повышение эффективности производства картофеля и приведут к улучшению продовольственной безопасности региона и страны в целом. Более того предложенные меры позволят развивать социальную и экономическую инфраструктуру обозначенных сельских территорий, через увеличение инвестиционной и деловой активности.

Список источников

- Россия с начала 2025 года увеличила импорт свежего картофеля в 3,5 раза [Электронный ресурс] <http://fsrps.gov.ru/news/rossija-s-nachala-2025-goda-uvlechila-import-svezhego-kartofelja-v-3-5-raza/> (дата обращения 15.02.2026 г).
- Структура/Министерства сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области. [Электронный ресурс] <http://mcxso.midural.ru/about/structure/?nav-workers=page-2> (дата обращения 22.02.2026 г).
- Анализ производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственных организаций Свердловской области за 2020-2024 г. [Электронный ресурс] <http://mcxso.midural.ru/activity/5318/> (дата обращения 24.02.2026 г).

Информация об авторах:

- Кротов Михаил Иванович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0904-2766>, SPIN-код: 3902-9138, aktual111@mail.ru
- Шарапова Валентина Михайловна**, доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, Scopus ID: 57207849396, Researcher ID: C-1992-2018, SPIN-код: 2611-9368, agroprom23@mail.ru
- Шарапова Наталья Владимировна**, доктор экономических наук, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, Scopus ID: 57207841429, Researcher ID: E-5294-2016, SPIN-код: 8466-9639, sharapov.66@mail.ru.
- Попов Алексей Юрьевич**, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2200-0568>, Scopus ID: 57220833223, Researcher ID: J-9503-2017, SPIN-код: 2450-5359, prepopopov@yandex.ru
- Шарапов Юрий Владимирович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес информатики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>; SPIN-код: 1969-4720, scharapov_yv@usue.ru

Information about the authors:

- Mikhail I. Krotov**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting and auditing, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0904-2766>, SPIN-code: 3902-9138, aktual111@mail.ru
- Valentina M. Sharapova**, doctor of economic sciences, professor of the department of accounting and auditing, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, Scopus ID: 57207849396, Researcher ID: C-1992-2018, SPIN-code: 2611-9368, agroprom23@mail.ru
- Natalya V. Sharapova**, doctor of economic sciences, head of the department of accounting and auditing, Ural state university of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, Scopus ID: 57207841429, Researcher ID: E-5294-2016, SPIN-code: 8466-9639, sharapov.66@mail.ru
- Alexey Yu. Popov**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting and auditing, Ural state university of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2200-0568>, Scopus ID: 57220833223, Researcher ID: J-9503-2017, SPIN-code: 2450-5359, prepopopov@yandex.ru
- Yuri V. Sharapov**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of business informatics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, SPIN-code: 1969-4720, scharapov_yv@usue.ru

4. Груданов, Н.Ю. Чужеродные виды растений в водоемах и водотоках Среднего Урала (в пределах Свердловской области) / Н.Ю. Груданов, А.С. Третьякова // Российский журнал биологических инвазий. 2024. Т. 17, № 4. С. 25-36. DOI: 10.35885/1996-1499-17-4-25-36. EDN HUEPTW.

5. Оценка эффективности функционирования картофелепродуктового подкомплекса Витебской области / Н. Королевич, И. Оганезов, М. Корса, А. Буга // Аграрная экономика. 2023. № 1(332). С. 58-69. DOI: 10.29235/1818-9806-2023-1-58-69. EDN YTKGWV.

6. Шарапова В.М. Эффективность производства картофеля как инструмент конкурентоспособности сельхозпредприятия / В.М. Шарапова, Ю.В. Шарапов, О.Т. Боцеров // Экономика и предпринимательство. 2017. № 7(84). С. 540-543. EDN ZBOCTD.

7. Эффективность развития картофелеводства Свердловской области в современных условиях / Г.А. Иовлев, Ю.В. Малькова, О.С. Горбунова [и др.] // Российский научный вестник. 2025. № 10. С. 442-448. DOI: 10.24412/2782-3830-2025-10-442-448. EDN OPLFOL.

8. Зональная система возделывания картофеля в Челябинской области / А.А. Васильев, О.В. Гордеев, В.П. Дергилев [и др.]; Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН. Челябинск: Челябинский государственный университет, 2020. 163 с..

9. Тенденции и проблемы развития органического картофелеводства в России / Л.Ф. Шайбакова, Г.М. Морозова, Н.С. Громова, А.С. Гусев // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 5(407). С. 596-600. DOI: 10.55186/25876740_2025_5_596. EDN PMTYFD.

10. Use of foresight in forming a rural territory development strategy / R.U. Gusmanov, E.V. Stovba, A.T. Idrisova, E.N. Yapparova // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences, Veliky Novgorod, 04–05 декабря 2019 года. Vol. 77. Veliky Novgorod: Future Academy, 2019. P. 550-556. EDN RZBYNH.

11. Manucharyan, M.G. Potato Farming In the Food Security System of RA // Մոնիթինգային համակարգի զարգացման արդի հիմնախնդիրները Հայաստանի Հանրապետությունում=The contemporary issues of socioeconomic development in the Republic of Armenia. 2023. P. 111-123. DOI: 10.54503/1829-4324.2023.1-111. EDN MNZSEJ.

References

- Russia has increased its import of fresh potatoes by 3.5 times since the beginning of 2025 [Electronic resource] <http://fsrps.gov.ru/news/rossija-s-nachala-2025-goda-uvlechila-import-svezhego-kartofelja-v-3-5-raza/> (date of access 02/15/2026).

2. Structure/Ministry of Agriculture and Food of the Sverdlovsk Region. [Electronic resource] <http://mcxso.midural.ru/about/structure/?nav-workers=page-2> (accessed 22.02.2026).

3. Analysis of production and financial activities of agricultural organizations of the Sverdlovsk region for 2020-2024 [Electronic resource] <https://mcxso.midural.ru/activity/5318/> (date of access 02/24/2026).

4. Grudanov N.Yu., Tretyakova A.S. (2024). Chuzherodnyye vidy rasteniy v vodoyomakh i vodotokakh Srednego Urala (v predelakh Sverdlovskoy oblasti) [Alien plant species in reservoirs and watercourses of the Middle Urals (within the Sverdlovsk region)] Russian Journal of Biological Invasions, vol. 17, no. 4, pp. 25-36.

5. Korolevich N., Oganезov I., Korsak M., Buga A. (2023). Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya kartofeleproduktovogo podkompleksa Vitebskoy oblasti [Evaluation of the efficiency of the potato product sub-complex of the Vitebsk region]. Agrarian Economics, no. 1 (332), pp. 58-69.

6. Sharapova V.M., Sharapov Yu. pp. V., Bocherov O.T. (2017). Effektivnost' proizvodstva kartofelya kak instrument konkurentosposobnosti sel'khozpredpriyatiya [Potato production efficiency as a tool for agricultural enterprise competitiveness]. Economy and entrepreneurship, no. 7 (84), pp. 540-543.

7. Iovlev G.A., Malkova Yu.V., Gorbunova O.S. [et al.] (2025). Effektivnost' razvitiya kartofeleводства Sverdlovskoy oblasti v sovremennykh usloviyakh [Efficiency of potato growing development in the Sverdlovsk region under modern conditions]. Russian Scientific Bulletin, no. 10, pp. 442-448.

8. Vasiliev A.A., Gordeev O.V., Dergilev V.P. [et al.] (2020). Zonal'naya sistema vzdelyvaniya kartofelya v Chelyabinskoy oblasti [Zonal system of potato cultivation in the Chelyabinsk region] Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Chelyabinsk, Chelyabinsk State University, 163 p.

9. Shaibakova L.F., Morozova G.M., Gromova N.S., Gusev A.S. (2025). Tendentsii i problemy razvitiya organicheskogo kartofeleводства v Rossii [Trends and problems of development of organic potato growing in Russia] International Agricultural Journal, no. 5 (407), pp. 596-600.

10. Gusmanov R.U., Stovba E.V., Idrisova A.T., Yapparova E.N. (2019). Use of foresight in forming a rural territory development strategy. The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences, vol. 77, Veliky Novgorod, Future Academy, pp. 550-556.

11. Manucharyan M.G. (2023) Potato Farming In the Food Security System of RA / M.G. Manucharyan // Մոնիթինգային համակարգի զարգացման արդի հիմնախնդիրները Հայաստանի Հանրապետությունում=The contemporary issues of socioeconomic development in the Republic of Armenia. pp. 111-123.





ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПРИОРИТЕТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ РАНЖИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ

Н.А. Кулагина

МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия

Аннотация. Обоснование стратегических приоритетов развития молокоперерабатывающих предприятий на уровне отдельных территорий обусловлено рядом факторов, которые затрагивают социальные, экономические, цифровые, производственные и прочие аспекты. Вместе с тем, использование современных технологий становится неизбежным условием повышения эффективности бизнес-процессов, начиная от поставки сырья и заканчивая доведением конечной молочной продукции до непосредственных потребителей, что предполагает исследование состояния и поведения множественных факторов, влияющих на процесс технологических изменений. Поэтому возникает потребность в методике исследования факторов, их квантификации с целью выделения наиболее приоритетных из рассматриваемой совокупности для сосредоточения усилий руководства предприятий и аккумуляции возможностей для роста молочной промышленности в определенные временные интервалы развития, что и явилось целью научного исследования. В работе проведен анализ современных проблем функционирования отечественной молочной индустрии и трендов технологического развития, а также структурированы качественные параметры, которые позволяют оценить уровень технологического развития молочной промышленности. Методика ранжирования факторов, определяющих уровень технологического развития отрасли, апробирована на основе применения теории графов. По результатам исследований было обосновано выделение 9 наиболее важных групп факторов, которые формируют контуры технологического развития молочной промышленности на основе авторской интерпретации термина «уровень технологического развития молочной промышленности». Структурированы барьеры на пути к технологической независимости отрасли. Практическая значимость исследования заключается в применении результатов эмпирического исследования для совершенствования стратегий предприятий молочной промышленности, выбора стратегических альтернатив их развития и разработки целенаправленных инструментов воздействия в дорожных картах совершенствования бизнес-процессов.

Ключевые слова: аналитический инструментарий, риски, молочная промышленность, технологическое развитие, эффективность производства

Original article

SUBSTANTIATION OF STRATEGIC PRIORITIES FOR THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF DAIRY INDUSTRY ENTERPRISES BASED ON FACTOR RANKING

N.A. Kulagina

MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia,

Abstract. The rationale for strategic development priorities for dairy processing enterprises at the regional level is determined by a number of factors affecting social, economic, digital, production, and other aspects. At the same time, the use of modern technologies is becoming an inevitable condition for improving the efficiency of business processes, from the supply of raw materials to the delivery of finished dairy products to consumers. This requires studying the state and behavior of multiple factors influencing technological change. Therefore, there is a need for a methodology for studying these factors and quantifying them in order to identify the highest priority ones from the totality under consideration, thereby focusing the efforts of enterprise management and accumulating opportunities for growth in the dairy industry over specific development timeframes. This was the objective of this research. This paper analyzes current problems affecting the functioning of the domestic dairy industry and trends in technological development, and structures qualitative parameters that allow one to assess the level of technological development in the dairy industry. A methodology for ranking the factors determining the level of technological development in the industry was tested using graph theory. The research results supported the identification of nine key groups of factors shaping the contours of the dairy industry's technological development, based on the author's interpretation of the term "level of technological development in the dairy industry." Barriers to the industry's technological independence were also identified. The practical significance of the study lies in its application to improving dairy industry strategies, selecting strategic development alternatives, and developing targeted tools for influencing business process improvement roadmaps.

Keywords: analytical tools, risks, dairy industry, technological development, production efficiency

Введение. Состояние отечественной молочной промышленности АПК формирует фундамент для защиты национальных интересов, так как продовольственная безопасность и независимость относятся к важнейшим параметрам конкурентного потенциала государства, формирующим предпосылки для обеспечения темпов роста экономики и снижения уровня социальной напряженности в обществе. Общеэкономические тренды национального развития, а также системные вызовы для экономики страны, обусловленные амбивалентностью санкционной политики зарубежных государств, актуализируют проблему обеспечения технологического суверенитета, в том числе и для молочной промышленности, решение которой

предусматривает комплекс координированных мер, целевой парадигмой которого является достижение повышения уровня технологической независимости, внедрение новых цифровых решений и переход на инновационные факторы обеспечения роста в отрасли.

Вместе с тем, отрасль сталкивается с целым комплексом проблем, которые сложны по своему содержанию и требуют решения через системно-комплексный подход в виде отдельной программы технологического развития молочной промышленности с учетом специфики производимой продукции и требований к ее качеству для покрытия потребности в жизненно важных продуктах питания в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности [2].

На наш взгляд, именно детализация предикторов, влияющих на уровень технологического развития молочной промышленности, является важнейшим условием для подбора адекватных инструментов реагирования на их воздействие, определяет степень устойчивости отрасли к вызовам нового типа, а также уменьшает сроки актуализации векторов технологического развития на уровне государства, регионов, муниципалитетов и отдельных организаций аграрной сферы. Это требует применение методического и методологического инструментария, позволяющего обосновать векторы технологического развития молочной промышленности на основе исследования групп факторов по их значимости и вклада в темпы технологического развития.



Материалы и методы исследований.

На основе монографического метода исследований, диалектического, системно-комплексного подходов были изучены публикации отечественных ученых, нормативно-правовые документы, определяемые перспективы технологического развития АПК и молочной промышленности в частности, что позволило структурировать группы факторов, оказывающих непосредственное влияние на уровень технологического развития отрасли. Для структурирования факторов технологического развития молочной промышленности применялись дедукция, индукция, метод сравнительного анализа, табличный метод, графический метод, критический анализ, метод показателей, аппарат бинарных отношений, теория графов. Информационной базой для исследования выступили данные Росстата, аналитического агентства BusinesStat, аудиторско-консалтинговой компании «Деловой профиль», Минсельхоза, справочных информационных систем, мнения экспертов по данной тематике.

Результаты и их обсуждение. Непосредственно технологическое развитие молочной промышленности является динамичным процессом, требующим обоснования и многомерного исследования. Уровень технологического развития молочной промышленности представляет собой комплексный параметр, на основании которого судят о состоянии технологической независимости и возможностях внедрения новшеств, направленных на создание новых конкурентных преимуществ. Причем, в литературе можно встретить множественные авторские методики, в которых представлено собственное видение этапов оценки, перечня показателей и методологии их оценивания с целью синхронизации в единый комплексный параметр.

Встречается значительный пул научных работ ученых, в которых раскрываются особенности экономического хозяйствования в АПК и его развития, методика оценки уровня цифровой трансформации в процессе технологических изменений в системе АПК и молочной промышленности. Среди авторов, посвятившим исследования данным аспектам, следует отметить: Ушачева И.Г., Маслову В.В. [14], Родионову О.А. [11], Агафонову О.В. [1], Киселева М.А. [3], Санду И.С. [12], Семенову Е.И., Семенову А.В. [13], Водяникова В.Т., Субаеву А.К., Александрову Н.Р. [6], Меджидова З.У. [8], Фурсову К.С. [15] и др.

Отечественная молочная промышленность за последние годы претерпела качественные трансформации. Отрасль продемонстрировала умение адаптироваться к сложным вызовам внешней среды [4] [5], ввиду усиления пакетов санкций, проблемам в животноводстве и оперативно учитывает новые вызовы в своем ассортименте (рис. 1).

Как видим из рисунка, за последние годы прослеживается рост производства молочных продуктов — с 11,1% до 12,4%. Причем положительная динамика и будет наблюдаться в ближайшие три года, что позволяет судить о положительных сдвигах в отрасли. По информации Минсельхоза, по состоянию на конец 2025 года отечественная молочная индустрия заняла 85,3% на внутреннем рынке, а потенциал предприятий имеет все возможности для обеспечения роста потребления молока до 274 кг к 2030 году с текущего показателя, который

составляет 255 кг. Согласно линии тренда, коэффициент детерминации составляет 84%, что позволяет говорить о том, что составленная модель является надежной. Вместе с тем, начиная с 2023 года рост производства обусловлен импортозамещением, мерами государственной поддержки, а также с технологическими трансформациями.

Наряду с положительной динамикой в отрасли, наблюдается парадоксальная ситуация. Аудиторско-консалтинговая компания «Деловой профиль» [5] в аналитическом обзоре ситуации в молочной отрасли, акцентируют внимание на том аспекте, что уровень самообеспечения по сливочному маслу составляет 85%, сыру 76%, творогу 101%. А по данным аналитического агентства businesstat.ru, уровень импорта по продуктам молокопереработки остается достаточно высокой: масло сливочное — 21%; молоко сухое — 33%; консервы молочные — 16%; мягкие сыры — 15%; твердые сыры — 22%; творог и творожные продукты — 10% [4].

Называя основные причины возникновения турбулентных процессов в отрасли, эксперты сходятся на мнении, что обеспечение конкурентоспособности молочной промышленности должно быть обеспечено системными мерами, которые охватывают нормативно-правовое регулирование и поддержку отрасли, внедрение новых видов продукции в производственные линейки в соответствии с меняющимися потребностями граждан, что предполагает, в первую очередь, технологические трансформации (рис. 2).

Текущие вызовы для молочной промышленности РФ представляют собой специфичные

условия, к которым следует адаптироваться предприятиям молочной промышленности, с позиции как краткосрочной, так и долгосрочной перспективы, что и предполагает идентификацию факторов, которые и приводят к трансформации частных вызовов в системные проблемы. В таких условиях повышается значимость выстраивания бизнес-процессов с учетом технологических новшеств для формирования «точек» стратегического развития предприятий отрасли и повышения их устойчивости к рискам нового типа, свойственных для использования таких сквозных цифровых технологий, как ИИ, машинное зрение, интернет вещей и т.д.

По мнению Морковкина Д.Е., Остроумова В.В., Зозули О.А. и Петрусевича Т.Е. [9], катализатором роста конкурентных преимуществ субъектов АПК под влиянием внешних и внутренних угроз будут определять восемь технологических трендов, что окажет влияние на степень технологического неравенства предприятий отрасли (рис. 3).

Импульс технологическому развитию отечественных предприятий молочной промышленности несомненно придает тотальная автоматизация и роботизация, а технологии точного земледелия позволят обеспечить сбалансированной кормовой базой коров молочного направления для повышения их продуктивности. Также в эпоху технологических трансформаций несомненно повышается роль инструментов для сбора и обработки больших данных, в том числе и без непосредственного участия человека, ИИ, а технологии блокчейн направлены на обеспечение защиты транзакций и данных.

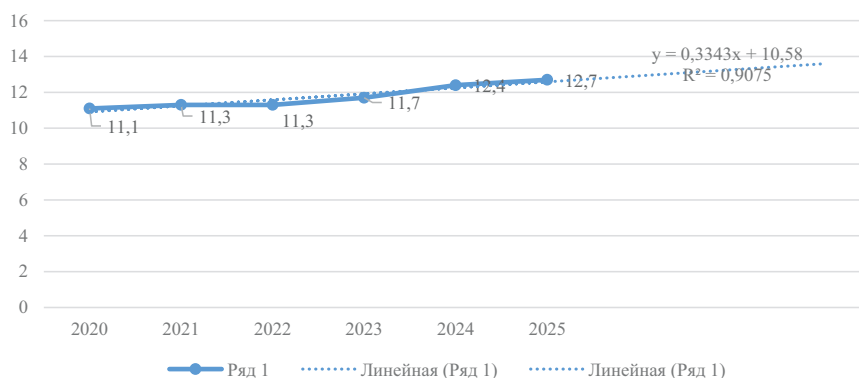


Рисунок 1. Производство молочных продуктов в РФ, млн тонн
Figure 1. Production of dairy products in the Russian Federation, million tons

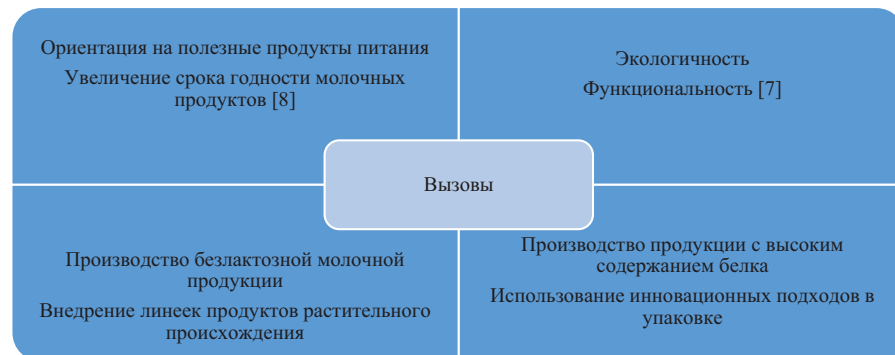


Рисунок 2. Вызовы для молочной промышленности в текущих условиях
Figure 2. Production of dairy products in the Russian Federation, million tons





Одной из теоретико-методических проблем исследования факторов, влияющих на технологическое развитие предприятий молочной промышленности является не только ограниченность статистических данных в отраслевом разрезе, но и отсутствие четкой терминологии, позволяющей целостно описывать модели поведения предприятий на том или ином этапе технологического развития.

В частности, непосредственно показатель «уровень технологического развития молочной промышленности» является по своей сути комплексным, терминологически не устоявшимся, не закрепленным в соответствующих нормативных документах, поэтому считаем необходимым, прежде всего определить его наполнение и сущностное содержание для последующего применения в нашем исследовании.

По нашему мнению, понятие «уровень технологического развития молочной промышленности» представляет собой комплексную характеристику состояния отрасли, которая характеризует скорость внедрения новшеств и цифровых решений, получение отдачи от их применения в виде эффективности использования ресурсов на всех этапах жизненного цикла в цепочке: «молочное сырье → производство молочной продукции → сбыт молочной продукции», результатом в последствии выступает обеспечение конкурентоспособности отрасли и улучшение параметров продовольственной безопасности государства.

Как видим, представленное определение дает основание нам выделить ряд составляющих, которые являются качественными характеристиками уровня технологического развития молочной промышленности: техническая оснащенность, технологические аспекты производства, цифровизация и управленческие процессы, экологичность и ресурсоэффективность. Каждая из выделенных проекций также является сложно структурированной и состоящей из множества факторов, условий, которые могут влиять друг на друга, требующих детального анализа, так как их состояние будет оказывать непосредственное влияние на значение комплексного индекса технологического развития предприятий молочной промышленности.

Авторская декомпозиция комплексного индекса «уровень технологического развития предприятий молочной промышленности», который подвержен влиянию множества факторов, представлена схематично с помощью рисунка 4.

Эксплерентным этапом для обоснования стратегических приоритетов технологического развития предприятий молочной индустрии является с одной стороны максимальная детализация факторов, определяющих возможность качественной трансформации отдельных составляющих, определяющих значение индекса уровня технологического развития, а с другой стороны построение иерархии наиболее важных факторов, что обеспечит консолидацию инструментов управленческого реагирования на вызовы современности.

По нашему мнению, в качестве аргументированного инструмента исследования факторов, влияющих на уровень технологического развития предприятий молочной промышленности и последующего ранжирования по уровню важности, весьма оправданно является применение математических методов [17], а именно теории

Технологические тренды	Роботизация и автоматизация
	Интернет вещей
	Big Data и ИИ
	Точное земледелие
	Новые методы селекции
	Альтернативные белки
	Ветикальные фермы
	Блокчейн

Рисунок 3. Тренды технологического развития АПК в условиях новых вызовов
Figure 3. Trends in technological development of the agro-industrial complex in the context of new challenges

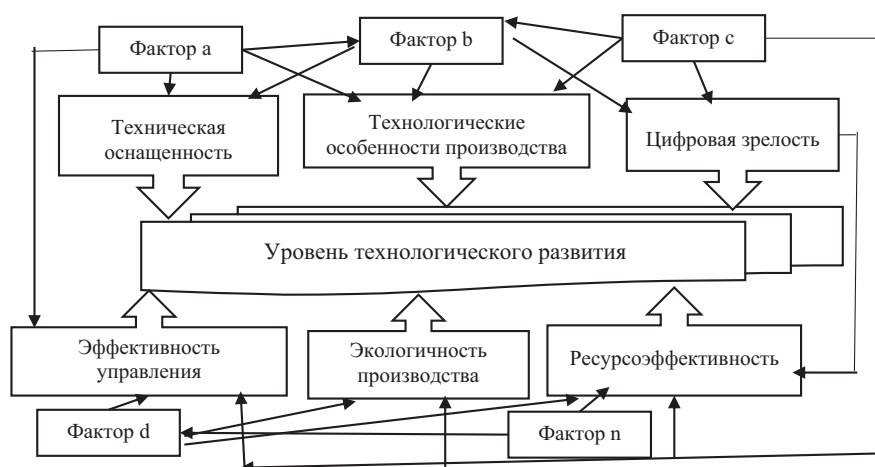


Рисунок 4. Декомпозиция интегрального индекса уровня технологического развития предприятий молочной промышленности
Figure 4. Decomposition of the integral index of the level of technological development of enterprises in the dairy industry

графов, аппарата бинарных отношений и теория нечеткой логики.

Первоначально следует определить результирующий показатель, который будет выступать в качестве целевого при исследовании круга выделенных факторов и поставленным перед предприятием молочной индустрии задач стратегического развития. Таковым показателем является уровень технологического развития молочной промышленности (на практике в дальнейшем целесообразно индикатор структурировать на субиндексы).

На следующем этапе определяется перечень показателей, которые имеют тесные связи с целевым показателем, требующим улучшения с помощью мер регулирования. На данном этапе были опрошены представители производителей молочной индустрии Орловской, Брянской и Курской областей, представители аграрной науки и профильных департаментов, общей численностью 56 человек. Для выделения групп укрупненных факторов нами было использовано анкетирование, что позволило выделить наиболее важные по мнению респондентов и структурировать их с помощью таблицы 1.

С помощью теории графов проведем ранжирование факторов, определяющих уровень технологического развития отрасли, по важности. Апробацию проведем на примере представленных девяти факторов, которые имеют преимущественное влияние на целевой показатель [7].

Для построения булевой матрицы и общего графа, в первую очередь, следует установить логические прямые связи между выделенными факторами, определяющими технологическое развитие: $Y_4 \rightarrow \{Y_6; W; Y_3\}$; $Y_3 \rightarrow \{Y_4; Y_3\}$; $Y_9 \rightarrow \{Y_1; Y_4; Y_3\}$; $Y_2 \rightarrow \{Y_3; Y_1\}$; $Y_1 \rightarrow \{Y_2; Y_3; Y_4; Y_3\}$; $Y_{10} \rightarrow \{Y_1; Y_9; Y_4\}$; $Y_8 \rightarrow \{Y_2; Y_1; Y_3\}$; $Y_6 \rightarrow \{Y_4; Y_3; W\}$; $Y_5 \rightarrow \{W\}$.

Построение булевой матрицы было проведено на основе правил:

$M[i][j] = 1$, при прямом влиянии показателя i на показатель j ;

$M[i][j] = 0$, если косвенное влияние показателя i на показатель j (табл.2).

Таблица 2 представляет собой булеву матрицу смежности, описывающую прямые влияния между факторами (Y_1 – Y_9 и W). Единица (1) означает наличие прямого влияния фактора из строки на фактор из столбца, ноль (0) — его отсутствие.

Анализ прямых связей между исходными факторами и результирующим показателем позволяет резюмировать, что уровень технологического развития предприятий молочной промышленности (W), прежде всего, обеспечивается повышением удельного веса инновационно-активных предприятий (Y_7), цифровизацией (Y_8) и ростом доли высокотехнологичного экспорта продукции (Y_9). То есть ни один из факторов $\{Y_1...Y_6\}$ не влияет напрямую на W .

Вместе с тем, обратная связь от уровня технологического развития предприятий молочной



промышленности (W) в сторону фактора «уровень государственной поддержки технологических трансформаций» (Y_4). Это можно трактовать следующим образом, чем выше уровень технологического развития предприятий индустрии, тем больше и возможностей для мер государственной поддержки.

Выявим косвенные связи и вычислим булевы ступени M_1^2 — пути длины 2 (табл.3).

M_1^3 — пути длины 3 составляют единицы — $M_1^5 = M_1^6$ — матрица достижимости стабилизируется.

Если в матрице M_1 факторы $\{Y_1...Y_3\}$ не оказывают прямого влияния на W, а в матрице M_1^2 три из представленных факторов уже влияют через промежуточные факторы на значение W.

Примеры косвенного влияния рассматриваемых факторов на результирующий показатель в нашем случае, продемонстрированы с помощью таблицы 4.

На следующем этапе следует разделить данные на эквивалентные классы, то есть связанные между собой проекции. Получили два класса: I класс — это наши факторы $\{Y_1...Y_3\}$, которые между собой находятся в прямой или косвенной взаимосвязи, образуя единство и II класс — это целевой показатель (W), значение которого зависит непосредственно от I кластера, но не влияет на его.

Проведем процедуру «мягкого» или «тонкого» ранжирования, что предполагает заполнение матрицы M2, что нами структурировано с помощью таблицы 5.

Заполнение данных в таблице проводилось на основе методического подхода, детально описанных Голопузовым и Шадринцевым [9], согласно которого числовой параметр в таблице представляет собой сумму всех возможных путей влияния, как прямых, так и косвенных от фактора к фактору (сумма путей до 5 шагов).

Значение в первой ячейке M2 [$Y_1; Y_1$]=15, означает, что путь от Y_1 к самому себе, который получен следующим образом: пути длины 1: $M_1[Y_1; Y_1]=0$ ($M_1[Y_1; Y_1]=0$ (прямой цикл отсутствует); пути длины 2: $M_1[Y_1; k]=1$ ($M_1[Y_1; k]$ и $M_1[k; Y_1]=1$; Y_1 оказывает влияние на Y_2, Y_6, Y_7, Y_8 . Из них на Y_1 влияют: $Y_2 \rightarrow Y_1$? Да ($M_1[Y_2; Y_1]=1$ ($M_1[Y_2; Y_1]=1$; $Y_6 \rightarrow Y_1(0)$; $Y_7 \rightarrow Y_1(0)$; $Y_8 \rightarrow Y_1(0)$). Получается только один вариант пути 2: $Y_1 \rightarrow Y_2 \rightarrow Y_1$. Пути длины 3 определяем по рекуррентной формуле через M_1M_1 и M_1M_1 . Длины пути 4 и 5 дают еще 6 и 5 путей соответственно. Таким образом, суммируя значения: $0+1+3+6+5=15$, получили значение и записали его в первую ячейку. Значения остальные ячеек определено аналогичным способом.

Сумма влияния каждого фактора определяется, как произведение сумма нормируемых оценок и масштабирующего коэффициента (табл.6).

Проведем структурный анализ полученного графа (табл.7).

На основе анализа бинарных отношений были проранжированы факторы, определяющие уровень технологического развития молочной промышленности на современном этапе. Для подтверждения корректности выполненных расчетов дополнительно были привлечены эксперты (работники сферы АПК Брянской области, в количестве 10 человек) и рассчитан коэффициент Конкордации [10], который составил $12 \cdot 2313 / 10^2 (10^3 - 10) = 27759 / 99000 = 0,28$, что свидетельствует о среднем уровне согласованности экспертных мнений.

Таблица 1. Перечень показателей, определяющих уровень технологического развития молочной промышленности и их условное обозначение

Table 1. List of indicators determining the level of technological development of the dairy industry and their conventional designations

Группы факторов	Усл. обознач.	Сущность показателя
Уд.вес инвестиций в НИОКР	Y_1	Характеризует объем затрат на НИОКР в ВВП (% или млрд руб.)
Число исследователей	Y_2	Количество человек, занятых в секторе научных исследований в расчете на 1000 чел., занятых в отрасли
Уровень образования кадров	Y_3	Доля работников, с высшим аграрным образованием в возрасте от 25-60 лет
Уровень государственной поддержки технологических трансформаций	Y_4	Характеризует объем грантовой поддержки внедрения технологических решений, субсидий, налоговых выгод в расчете на 1 предприятие
Уровень развития технологической инфраструктуры	Y_5	Уровень обеспеченности технологической инфраструктурой (факт/потребность)
Количество зарегистрированных патентов, свидетельств, программ	Y_6	Число зарегистрированных патентов, свидетельств, программ в расчете на 1000 чел., занятых в отрасли
Доля инновационно-активных предприятий	Y_7	Характеризует процент предприятий индустрии, которые внедряют технологические новшества, включая цифровые решения
Уровень цифровизации производства	Y_8	Удельный вес агропредприятий, применяющих цифровые технологии от общего числа
Доля высокотехнологичного экспорта продукции	Y_9	Удельный вес высокотехнологичной продукции, произведенной с использованием современных технологий в экспорте
Уровень технологического развития	W	Комплексный показатель, объединяющий в себе подсистемные индексы

Таблица 2. Булева матрица (M_1)

Table 2. Boolean matrix (M_1)

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	W
Y_1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
Y_2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Y_3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Y_4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Y_5	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Y_6	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Y_7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Y_8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Y_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Таблица 3. Фрагмент матрицы M_1^2

Table 3. Fragment of the M_1^2 matrix

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	W
Y_1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Y_2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Y_3	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1

Таблица 4. Варианты косвенного влияния на W

Table 4. Options for indirect influence on W

Факторы-предикты	Цепочка взаимозависимости	Процессные результаты
Y_1	$Y_1 \rightarrow Y_7 \rightarrow W$	Поддержка новшеств через финансирование
Y_2	$Y_2 \rightarrow Y_6 \rightarrow Y_9 \rightarrow W$	Кадры обеспечивают рост патентов, способствуют росту экспорта высокотехнологической продукции, тем самым обеспечивая технологическое развитие отрасли
Y_3	$Y_3 \rightarrow Y_8 \rightarrow W$	Образование способствует активизации цифровой трансформации и обеспечивает технологическое развитие отрасли
Y_4	$Y_4 \rightarrow Y_5 \rightarrow Y_7 \rightarrow W$	Государственная поддержка обеспечивает развитие инфраструктуры, что способствует повышению доли инновационно-активных предприятий и обеспечивает технологическое развитие отрасли
Y_5	$Y_5 \rightarrow Y_7 \rightarrow W$	Развитие инфраструктуры, что способствует повышению доли инновационно-активных предприятий и обеспечивает технологическое развитие отрасли
Y_6	$Y_6 \rightarrow Y_9 \rightarrow W$	Количество зарегистрированных патентов, свидетельств, программ формирует фундамент для инновационно-активных предприятий и обеспечивает технологическое развитие отрасли





Таблица 5. Фрагмент матрицы M2
Table 5. Fragment of the M2 matrix

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	W	Σ
Y ₁	15	12	0	1	1	18	25	20	22	20	134
Y ₂	18	10	0	1	1	20	22	18	20	18	128
Y ₃	20	18	0	1	1	15	20	25	20	18	138
Y ₄	25	8	0	1	10	5	30	10	15	10	114
Y ₅	18	5	0	1	5	3	22	8	25	15	102
Y ₆	0	0	0	0	0	3	18	5	20	12	58
Y ₇	0	0	0	0	0	0	8	15	20	25	68
Y ₈	0	0	0	0	0	0	18	5	20	25	68
Y ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30	35
W	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	15

Таблица 6. Ранжирование факторов, определяющих уровень технологического развития молочной промышленности
Table 6. Ranking of factors determining the level of technological development of the dairy industry

Ранг	Фактор	Сумма влияния	Пояснение
1	Y ₃	134	Уровень образования- ключевой драйвер технологического развития, так как влияет на динамику всех из выделенных факторов
2	Y ₁	128	Инвестиции в науку- также ключевой драйвер технологического развития, так как влияет на динамику всех из выделенных факторов
3	Y ₂	138	Научные идеи и результаты напрямую коррелируют с числом исследователей
4	Y ₄	114	Размеры грантовой поддержки и налоговых льгот оказывает влияние на уровень технологического развития, но опосредованно
5	Y ₅	102	Инфраструктура создает необходимые условия для инновационной деятельности и внедрения цифровых решений
6	Y ₇	68	Инновационная активность представляет собой результат внедрения технологических новшеств
6	Y ₈	68	Цифровая трансформация важная составляющая технологических трансформаций
8	Y ₆	58	Число патентов, программ и т.д. представляет собой промежуточный результат технологического развития субъектов
9	Y ₉	35	Экспорт технологических решений представляет собой итоговый показатель, но зависимый от ряда условий
10	W	15	Результативный (целевой) показатель

Таблица 7. Анализ графа
Table 7. Graph analysis

Центральные факторы	Факторы-доноры	Обратная связь	Факторы, значение которых зависит от множества других факторов	Длина критического пути
Y ₃ ; Y ₁ ; Y ₄	Y ₃ ; Y ₄	W → Y ₄	Y ₇ ; Y ₈ ; Y ₉ ; W-целевой	Y ₃ → Y ₁ → Y ₇ → W; Y ₄ → Y ₅ → Y ₇ → W; Y ₃ → Y ₈ → W.

На основании проведенных расчетов и разграничения факторов можно выделить три важнейших приоритета, которые определяют тенденции технологической трансформации АПК и требуют особого внимания со стороны органов власти (рис.6):

Следовательно, для формирования приоритетов технологического развития молокоперерабатывающей промышленности на текущий период времени следует особое внимание уделить:

- развитию системы образования кадров, повышению квалификации, получению дополнительных специализаций к основному образованию, оперативное обучение на внутренних семинарах новшествам технологических решений, которые касаются всех бизнес-процессов (производства, логистики, финансов, экономики, снабжения и т.д.);
- совершенствованию мер поддержки отрасли, в том числе за счет субсидирования производства технологически новых видов продуктов, финансирования затрат на НИОКР, производство испытательных образцов, создание уникальных репептур;
- созданию дополнительных условий для популяризации работы в отрасли и привлечения молодых, активных и талантливых ученых, которые способны генерировать идеи технологического развития, касающиеся ресурсной базы, цифровой трансформации, повышения конкурентоспособности продукции и предприятия в целом, совершенствования стратегического развития за счет оперативности изменений и адаптационных мер к новым вызовам.

Вместе с тем, результаты ранжирования факторов, определяющих технологическую трансформацию и приоритеты развития в молочной промышленности, позволяют сделать вывод о том, что среди 9-ти выделенных предикторов, три представленные на рисунке, являются решающими на текущий момент, а факторы Y₄, Y₅, Y₆, Y₇, Y₈ и Y₉ выступают результативными или показателями эффективности.

Граф связей демонстрирует циклический характер развития, то есть результативные показатели и влияют на условия через размеры государственной поддержки.

Исследование факторов, определяющих приоритеты технологического развития молочной промышленности, предполагает не только их разграничение по важности, но и анализ их подверженности рискам, имеющим различную природу возникновения, но проявляющихся на индикаторах, характеризующих эффективность молочной промышленности многоаспектно. В данном случае целесообразно использовать математический аппарат нечеткой логики, сущность которого сводится к комплексному исследованию сложных, явно неразграниченных систем в условиях неопределенности внешней среды на основе экспертного оценивания и отражен в публикациях: Мамдани, Такаги-Сугено, нейро-нечеткую система ANFIS, особенности применения которых в общем виде представлены в статье Чесалина А.Н., Гродзенского С.Я., Ван Ты Ф., Нилова М.Ю., Агафонова А.Н. [16].

Результаты проведенного ранжирования факторов, определяющих приоритеты технологического развития молочной промышленности, формируют исходные контуры стратегических изменений в разрезе направлений развития, для обоснования которых, в дополнение

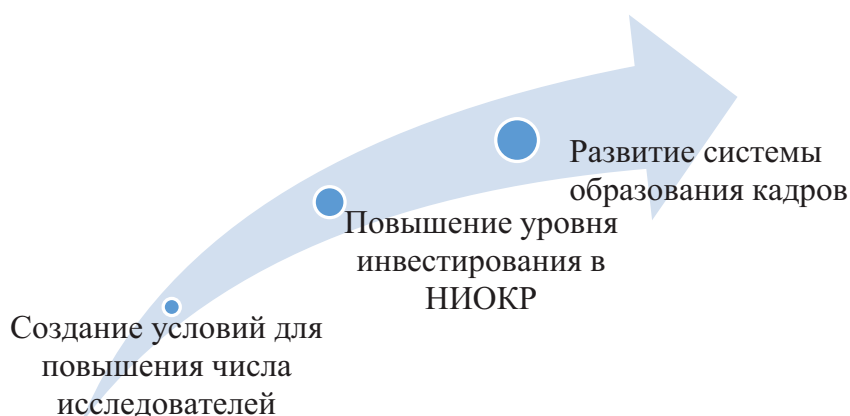


Рисунок 6. Приоритетные факторы, определяющие уровень технологического развития молочной промышленности
Figure 6. Priority factors determining the level of technological development of the dairy industry



представленной методологии, считаем целесообразным применять наиболее распространенные методы стратегического анализа — SWOT, SNW, PEST, картографирование, тепловую карту рисков.

Выводы исследования. Уровень технологического развития молочной промышленности является важнейшей качественной характеристикой конкурентного развития аграрной сферы в будущем, формируя инновационный фундамент для воспроизводственных процессов, способствуя эффективному использованию имеющегося потенциала, оптимальному сочетанию затрат и выгод, формируя ориентиры внешнеэкономической деятельности. Именно переход молочной промышленности на новые технологические векторы формирует условия для продовольственной независимости, защиты национальных приоритетов и реализации стратегически целей национального развития.

Указанные обстоятельства вызывают потребность в четкой структуризации факторов, влияющих на выбор приоритетов технологического развития молочной промышленности, их детализацию для выделения главенствующих и второстепенных, на которые в текущий момент времени следует меньше аккумулировать внимание со стороны органов, реализующих стратегические и превентивные меры управления вызовами и угрозами. Для ранжирования факторов требуется методический инструментарий, который, на наш взгляд, может быть реализован на основе теории графов, теории нечетких множеств и обеспечить реализацию системно-комплексного подхода, учитывающего многообразие связей между исходными факторами, что позволяет сформировать стратегическое пространство для функционирования предприятий молочной индустрии.

Список источников

- Агафонов О.В. Методологические основы расчета интегрального индекса цифровой трансформации в сельском хозяйстве // О.В. Агафонов, М.С. Петухова. DOI: 10.32651/255-78. // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 5. С. 78-85.
- Алтухов, А.И. Проблемы развития АПК страны и необходимость их ускоренного решения // Экономика сельского хозяйства России. 2018 № 4. С. 2-14.
- Киселев М.А. Инновационные технологии в молокоперерабатывающей промышленности как фактор повышения конкурентоспособности продукции // Контекст. 2023 № 75. Т.2. С. 50 — 57.
- Анализ рынка молочной продукции в России. http://businessstat.ru/news/dairy_products (дата обращения: 15.02.2026).
- Анализ молочного рынка России: прогнозы производства, потребления и цен на 2025-2028 годы. <http://delprof.ru/press-center/open-analytics/analiz-molochnogo-rynka-rossii-prognozy-proizvodstva-potrebleniya-i-cen-na-2025-2028-gody> (дата обращения: 15.02.2026).
- Водяников В.Т., Субаева А.К., Александрова Н.Р. Конкурентоспособность предприятий пищевой промышленности в условиях цифровой экономики // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2025, № 9, с. 63-69.

Информация об авторе:

Кулагина Наталья Александровна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры финансового учета и контроля, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7303-6923>, SPIN-код: 8555-4812, AuthorID: 645339, Kulaginana2013@yandex.ru

Information about the author:

Natalia A. Kulagina, doctor of economics, professor, professor of the department of financial accounting and control, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7303-6923>, SPIN code: 8555-4812, AuthorID: 645339, Kulaginana2013@yandex.ru

7. Кривцова Н.И. Дополнительные главы математики. Статистический анализ / Н.И. Кривцова, О.Е. Мойсес; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015 92 с.

8. Меджидов З.У. Стимулирование развития агропромышленного комплекса на основе механизма государственно-частного партнерства: мировая и отечественная практика // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2024. Т. 34, № 6. С. 1022-1031.

9. Морковкин Д.Е. Современные тенденции развития агропромышленного комплекса в условиях технологической модернизации и цифровой трансформации / Д.Е. Морковкин, В.В. Остроумов, О.А. Зозуля, Т.Е. Петрушевич // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17. № 2. <http://esj.today/PDF/10FAVN225.pdf>.

10. Оценка согласованности мнений экспертов. / <http://hr-portal.ru/blog/ocenka-soglasovannosti-mneniy-ekspertov>.

11. Родионова О.А. Экономическое доминирование — инструмент оценки эффективного межотраслевого взаимодействия (на примере субъектов предпринимательства молочно-продуктовой цепочки) / О.А. Родионова, И.Д. Эрюкова // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 6. С. 37-42.

12. Санду И.С., Демишкевич Г.М., Рыженкова Н.Е. К вопросам инновационного развития аграрного сектора экономики // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 9. С. 20-27.

13. Семенова Е.И., Семенов А.В. Технологическое развитие АПК // Никонские чтения. 2023. № 28. С. 18-22

14. Ушаев И.Г., Маслова В.В. Актуальные направления совершенствования экономического механизма в АПК // АПК: экономика, управление. 2025. № 5. С. 3-12.

15. Фурсов К.С. Технологический уровень АПК: методика оценки и перспективы ее применения. <http://mcx.gov.ru/upload/iblock/d70/d705e8c1bd91e9cfb330d8fec1c6a76a.pdf>.

16. Чесалин А.Н., Гродзенский С.Я., Ван Ты Ф., Нилов М.Ю., Агафонов А.Н. Технология оценки рисков на этапах жизненного цикла продукции с использованием нечеткой логики // Russian Technological Journal. 2020;8(6):167-183. <http://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-6-167-183>.

17. Федоров А.В., Парфенов Д.В. Трансформация пространства признаков в методе опорных векторов // Russian Technological Journal. 2026;14(1):82-90. <http://doi.org/10.32362/2500-316X-2026-14-1-82-90>.

References

- Agafonov, O.V. (2025). *Metodologicheskie osnovy rascheta integral'nogo indeksa tsifrovoy transformatsii v sel'skom khozyaistve* [Methodological Foundations for Calculating the Integral Index of Digital Transformation in Agriculture]. *Hkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 5, pp. 78-85. DOI: 10.32651/255-78.
- Altukhov, A.I. (2018). *Problemy razvitiya APK strany i neobkhodimost' ikh uskorenno resheniya* [Problems of development of the country's agro-industrial complex and the need for their accelerated solution]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 4, pp. 2-14.
- Kiselev, M.A. (2023). *Innovatsionnye tekhnologii v molokoperabatyvayushchei promyshlennosti kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti produktov* [Innovative technologies in the dairy processing industry as a factor in increasing the competitiveness of products]. *Kontekst*, no. 75, pp. 50-57.
- Analiza rynka molochnoi produktov v Rossii [Analysis of the dairy market in Russia in 2021-2025, forecast for 2026-2030. Retail structure], Moscow, BusinessStat.
- Business profile (2026). *Analiz molochnogo rynka Rossii: prognozy proizvodstva, potrebleniya i tsen na 2025-2028 gody* [Analysis of the Russian Dairy Market: Production, Consumption, and Price Forecasts for 2025–2028], Moscow, Business profile.
- Vodyannikov, V.T., Subaeva, A.K. & Aleksandrova, N.R. (2025). *Konkurentosposobnost' predpriyatii pishchevoi promyshlennosti v usloviyakh tsifrovoy ehkonomiki* [Competitiveness of food industry enterprises in the digital economy]. *Hkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 9, pp. 63-69.
- Krivtsova, N.I. & Moises, O.E. (2015). *Dopolnitel'nye glavy matematiki. Statisticheskiy analiz* [Additional Chapters in Mathematics: Statistical Analysis], Tomsk, Tomskii politekhnicheskii universitet.
- Medzhidov, Z.U. (2014). *Stimulirovanie razvitiya agropromyshlennogo kompleksa na osnove mekhanizma gosudarstvenno-chastnogo partnerstva: mirovaya i otechestvennaya praktika* [Stimulating the development of the agro-industrial complex through public-private partnerships: global and domestic practices]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Ehkonomika i pravo*, no. 6, pp. 1022-1031.
- Morkovkin, D.E., Ostroumov, V.V., Zozulya, O.A. & Petrushevich T.E. (2025). *Sovremennye tendentsii razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh tekhnologicheskoi modernizatsii i tsifrovoy transformatsii* [Current trends in the development of the agro-industrial complex in the context of technological modernization and digital transformation]. *Vestnik evraziiskoi nauki*. (electronic journal), no. s2., <http://esj.today/PDF/10FAVN225.pdf>.
- Hr-portal. (2026). *Otsenka soglasovannosti mnenii ehkspertov* [Assessing the consensus of expert opinions]. *Methods of expert assessment in personnel management*, Moscow, Hr-portal.
- Rodionova, O.A. (2024). *Ehkonomicheskoe dominirovanie — instrument otsenki ehffektivnogo mezhotraslevogo vzaimodeistviya (na primere sub'ektov predprinimatel'stva molochno-prodovol'stvennoi tsepochki)* [Economic dominance — a tool for assessing effective inter-industry interaction (using the example of business entities in the dairy food chain)]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 6, pp. 37-42.
- Sandu I.S., Demishkevich G.M. & Ryzenkova N.E. (2025). *K voprosam innovatsionnogo razvitiya agrarnogo sektora ehkonomiki* [On the issues of innovative development of the agricultural sector of the economy]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 9, pp. 20-27.
- Semenova E.I. & Semenov A.V. (2023). *Tekhnologicheskoe razvitiye APK* [Technological development of the agro-industrial complex]. *Nikonovskie chteniya*, no. 28, pp. 18-22.
- Ushachev I.G., Maslova V.V. (2025). *Aktual'nye napravleniya sovershenstvovaniya ehkonomicheskogo mekhanizma v APK* [Current directions for improving the economic mechanism in the agro-industrial complex]. *APK: ehkonomika, upravlenie*, no. 5, pp. 3-12.
- Fursov, K.S. *Tekhnologicheskii uroven' APK: metodika otsenki i perspektivy ee primeneniya* [Technological level of the agro-industrial complex: assessment methodology and prospects for its application]. <http://mcx.gov.ru/upload/iblock/d70/d705e8c1bd91e9cfb330d8fec1c6a76a.pdf>.
- Chesalin, A.N., Grodzenskiy, S.Ya., Van, Ty F., Nilov, M.Yu., Agafonov A.N. (2020). *Tekhnologiya otsenki riskov na etapakh zhiznennogo tsikla produktov s ispol'zovaniem nechetkoi logiki* [Technology for risk assessment at stages of the product life cycle using fuzzy logic]. *Russian Technological Journal*, no. 8(6), pp. 167-183.
- Fedorov, A.V. & Parfenov D.V. (2026). *Transformatsiya prostanstva priznakov v metode opornykh vektorov*. *Russian Technological Journal*, no. 14(1), pp. 82-90. DOI: 10.32362/2500-316X-2026-14-1-82-90.

2028 gody [Analysis of the Russian Dairy Market: Production, Consumption, and Price Forecasts for 2025–2028], Moscow, Business profile.

6. Vodyannikov, V.T., Subaeva, A.K. & Aleksandrova, N.R. (2025). *Konkurentosposobnost' predpriyatii pishchevoi promyshlennosti v usloviyakh tsifrovoy ehkonomiki* [Competitiveness of food industry enterprises in the digital economy]. *Hkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 9, pp. 63-69.

7. Krivtsova, N.I. & Moises, O.E. (2015). *Dopolnitel'nye glavy matematiki. Statisticheskiy analiz* [Additional Chapters in Mathematics: Statistical Analysis], Tomsk, Tomskii politekhnicheskii universitet.

8. Medzhidov, Z.U. (2014). *Stimulirovanie razvitiya agropromyshlennogo kompleksa na osnove mekhanizma gosudarstvenno-chastnogo partnerstva: mirovaya i otechestvennaya praktika* [Stimulating the development of the agro-industrial complex through public-private partnerships: global and domestic practices]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Ehkonomika i pravo*, no. 6, pp. 1022-1031.

9. Morkovkin, D.E., Ostroumov, V.V., Zozulya, O.A. & Petrushevich T.E. (2025). *Sovremennye tendentsii razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh tekhnologicheskoi modernizatsii i tsifrovoy transformatsii* [Current trends in the development of the agro-industrial complex in the context of technological modernization and digital transformation]. *Vestnik evraziiskoi nauki*. (electronic journal), no. s2., <http://esj.today/PDF/10FAVN225.pdf>.

10. Hr-portal. (2026). *Otsenka soglasovannosti mnenii ehkspertov* [Assessing the consensus of expert opinions]. *Methods of expert assessment in personnel management*, Moscow, Hr-portal.

11. Rodionova, O.A. (2024). *Ehkonomicheskoe dominirovanie — instrument otsenki ehffektivnogo mezhotraslevogo vzaimodeistviya (na primere sub'ektov predprinimatel'stva molochno-prodovol'stvennoi tsepochki)* [Economic dominance — a tool for assessing effective inter-industry interaction (using the example of business entities in the dairy food chain)]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 6, pp. 37-42.

12. Sandu I.S., Demishkevich G.M. & Ryzenkova N.E. (2025). *K voprosam innovatsionnogo razvitiya agrarnogo sektora ehkonomiki* [On the issues of innovative development of the agricultural sector of the economy]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 9, pp. 20-27.

13. Semenova E.I. & Semenov A.V. (2023). *Tekhnologicheskoe razvitiye APK* [Technological development of the agro-industrial complex]. *Nikonovskie chteniya*, no. 28, pp. 18-22.

14. Ushachev I.G., Maslova V.V. (2025). *Aktual'nye napravleniya sovershenstvovaniya ehkonomicheskogo mekhanizma v APK* [Current directions for improving the economic mechanism in the agro-industrial complex]. *APK: ehkonomika, upravlenie*, no. 5, pp. 3-12.

15. Fursov, K.S. *Tekhnologicheskii uroven' APK: metodika otsenki i perspektivy ee primeneniya* [Technological level of the agro-industrial complex: assessment methodology and prospects for its application]. <http://mcx.gov.ru/upload/iblock/d70/d705e8c1bd91e9cfb330d8fec1c6a76a.pdf>.

16. Chesalin, A.N., Grodzenskiy, S.Ya., Van, Ty F., Nilov, M.Yu., Agafonov A.N. (2020). *Tekhnologiya otsenki riskov na etapakh zhiznennogo tsikla produktov s ispol'zovaniem nechetkoi logiki* [Technology for risk assessment at stages of the product life cycle using fuzzy logic]. *Russian Technological Journal*, no. 8(6), pp. 167-183.

17. Fedorov, A.V. & Parfenov D.V. (2026). *Transformatsiya prostanstva priznakov v metode opornykh vektorov*. *Russian Technological Journal*, no. 14(1), pp. 82-90. DOI: 10.32362/2500-316X-2026-14-1-82-90.





ЛОГИСТИКА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ: СТРАТЕГИИ МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРОДВИЖЕНИЯ

Е.В. Абилова¹, С.Г. Головина², А.А. Егорова¹, А.Р. Кузнецова²

¹Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

²Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. В статье исследуются теоретические и прикладные аспекты функционирования логистической системы агропромышленного комплекса Российской Федерации. Актуальность исследования обусловлена необходимостью сокращения потерь продукции на постпроизводственных стадиях в условиях глобальных вызовов и структурной трансформации мирохозяйственных связей. Цель работы заключается в научном обосновании стратегических направлений оптимизации логистических процессов в АПК, обеспечивающих минимизацию потерь и повышение эффективности движения товаров. Методологическую основу работы составил системный подход, реализованный через методы сравнительного и структурно-функционального анализа, научной классификации, монографический и абстрактно-логический методы. Организационно-управленческие стратегии направлены на развитие логистической кооперации малых форм хозяйствования, оптимизацию транспортных маршрутов на базе прогнозной аналитики и применения механизмов логистического аутсорсинга. Сформулированы практические рекомендации для органов государственного управления, сельскохозяйственных товаропроизводителей и логистических операторов, а также определены перспективные направления дальнейших исследований, связанные с углубленным анализом региональной специфики и поиском дифференцированных решений в сфере агрологистики.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, агрологистика, логистическая инфраструктура, логистическая кооперация, оптимизация логистических процессов, структура потерь

Original article

LOGISTICS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX: STRATEGIES FOR MINIMIZING LOSSES AND INCREASING THE EFFICIENCY OF GOODS MOVEMENT

E.V. Abilova¹, S.G. Golovina², A.A. Egorova¹, A.R. Kuznetsova²

¹Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

²Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The article examines theoretical and applied aspects of the functioning of the logistics system of the agro-industrial complex of the Russian Federation. The relevance of the study is due to the need to reduce product losses at the post-production stages in the context of global challenges and the structural transformation of world economic ties. The purpose of the work is to scientifically substantiate strategic directions for optimizing logistics processes in the agro-industrial complex, which ensure minimizing losses and increasing the efficiency of the movement of goods. The methodological basis of the work was a systematic approach implemented through methods of comparative and structural-functional analysis, scientific classification, monographic and abstract-logical methods. Organizational and management strategies are aimed at developing logistics cooperation of small businesses, optimizing transport routes based on forecast analytics and the use of logistics outsourcing mechanisms. Practical recommendations were formulated for government bodies, agricultural producers and logistics operators, as well as promising areas for further research related to an in-depth analysis of regional specifics and the search for differentiated solutions in the field of agrology.

Keywords: agro-industrial complex, agrologistics, logistics infrastructure, logistics cooperation, optimization of logistics processes, loss structure

Введение. Современный этап развития мировой экономики характеризуется эскалацией глобальных вызовов, среди которых особое место занимают геополитические угрозы продовольственной безопасности, изменение климата, волатильность рынков, истощение традиционных сельскохозяйственных ресурсов.

Для Российской Федерации, в условиях геополитической нестабильности, структурной трансформации мирохозяйственных связей, неблагоприятного изменения климата, задача обеспечения устойчивости национальной продовольственной системы приобретает особую значимость [1]. Эволюция агропродовольственных систем в условиях современных вызовов и угроз актуализирует поиск инновационных моделей ресурсоэффективного хозяйствования, причем приоритетным направлением становится не только повышение эффективности базовых технологических операций, но и минимизация угроз, связанных с несовершенством логистики, устранение инфраструктурных ограничений в звеньях цепи поставок, адаптация

логистических систем к колебаниям спроса и сезонности производства. Данная потребность в новых научных изысканиях детерминирована тем обстоятельством, что рост объемов производства, фиксируемый в официальной статистике, нивелируется недостаточной эффективностью постпроизводственных стадий, где отмечается критический уровень потерь как физической массы продукции сельского хозяйства, так и ее потребительских свойств. Высокий уровень потерь на таких этапах, как транспортировка, перегрузка, хранение, первичная обработка, наносит прямой экономический ущерб хозяйствующим субъектам, снижает общую результативность функционирования отечественного АПК и объем создаваемого им валового внутреннего продукта, оказывает опосредованное негативное влияние на экологию за счет нерационального использования вовлеченных в оборот природных ресурсов (земельных, водных и других).

Недостаточно изученными при этом остаются такие вопросы как (1) пути устранения

инфраструктурных разрывов между производством, хранением и первичной переработкой, (2) возможности применения цифровых технологий для обеспечения сквозной прослеживаемости материальных потоков и оперативного управления качеством продукции на всем протяжении логистической цепи (от «поля» до пунктов переработки), (3) алгоритмы формирования организационно-экономического механизма взаимодействия участников логистической цепи, обеспечивающего снижение потерь и повышение добавленной стоимости на всех этапах продвижения продукции от производителя к потребителю.

Целью настоящего исследования, в связи с этим, является научное обоснование и разработка стратегических направлений оптимизации логистических процессов в агропромышленном комплексе Российской Федерации. Реализация поставленной цели предполагает решение задач по минимизации совокупных логистических издержек и потерь на всех этапах движения продукции, максимизации добавленной



стоимости путем совершенствования транспортно-складской инфраструктуры и выстраивания современной архитектуры товарных потоков, повышению эффективности логистической интеграции между стадиями производства, переработки и сбыта.

Материал и методы. Для реализации поставленных в исследовании задач, детализация которых была предпринята для подбора адекватных исследовательских инструментов, был применен комплекс взаимодополняющих методов, объединенных в рамках системного подхода и используемых в последние годы в международных исследованиях по логистике. Эмпирическую базу исследования составили данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации (Росстата), публичная информация и материалы отраслевых отчетов Минсельхоза России, экспертные оценки специалистов сельскохозяйственных организаций и перерабатывающих предприятий.

Методы системного анализа и научной классификации обеспечили критическое переосмысление существующих подходов к определению потерь и разработку их авторской классификации по типам (количественные, качественные), а структурно-функциональный анализ дал возможность не только идентифицировать ключевые вызовы агрологистики, но и определить пути их преодоления. В процессе исследования текущего состояния логистической инфраструктуры и факторов, обуславливающих потери продукции в российском АПК, статистические методы обработки эмпирических данных послужили инструментальной основой характеристики состояния транспортной и складской инфраструктуры, спецификации проблем дефицита специализированного подвижного состава, недостаточности мощностей хранения, высоких транспортных затрат. Использование монографического метода в сочетании со структурно-динамическим анализом применительно к зерновому, молочному, плодовоовощному и мясному подкомплексам способствовало выявлению «узких мест» в цепочках создания стоимости и осуществлению декомпозиции потерь по стадиям технологического цикла (от уборки и транспортировки до хранения, переработки и конечной реализации), в результате чего была получена количественная и качественная оценка факторов, лимитирующих эффективность логистических процессов в отраслевом разрезе.

При разработке стратегических направлений минимизации потерь и повышения эффективности товародвижения в АПК использован комплекс методов, с помощью которых была сформулирована целостная система взаимодополняющих решений. Метод абстрактно-логического анализа положен при этом в основу структурирования стратегий по ключевым направлениям (инфраструктурному, технологическому, организационно-управленческому), в то время как методы проектного анализа и моделирования оказались более приемлемыми для обоснования прикладных аспектов реализации данных стратегий.

Результаты и их обсуждение. Изложение основных результатов предпринятого изыскания следует начать с констатации того факта, что теоретико-методологический базис Общей теории логистики и ее частных направлений (Экономическая логистика, Управление цепями поставок, Транспортная логистика и т.д.) формировался под влиянием классических трудов зарубежных и отечественных исследователей. Так, фундаментальные основы современной логистики заложены Д.Д. Бауэрсоком и Д.Д. Клосом в работе «Логистика: интегрированная цепь

поставок» (Donald J. Bowersox, David J. Closs. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*, 1996 г.), где впервые была предложена концепция интегрированного управления цепями поставок, рассматривающая логистику не как набор разрозненных функций, а как единый процесс создания потребительской стоимости. Значительный вклад в развитие теоретических представлений о логистике внесли ученые, в чьих трудах нашла отражение трансформация ее парадигм, заложены концептуальные основы науки, развит методологический аппарат управления логистическими процессами и предложены математические модели логистических систем. В частности, Э. Матье и Д. Тиксье (H. Mathe, D. Tixier. *La logistique*, 1998 г.) акцентировали внимание на ключевой роли логистики в деятельности современного предприятия. В методологическом плане ими была обоснована концепция логистики как действенного инструмента реализации корпоративной стратегии и перспективной системы управления, в практическом — разработаны методы диагностики, организации и оценки логистических процессов на предприятии.

В российской науке классическими признаются работы А.И. Семененко, который в монографиях «Введение в теорию обоснования логистических решений» (1999 г.) и «Логистика. Основы теории» (2001 г.) обосновал концептуальные положения предпринимательской логистики, разработал базовые принципы оценки эффективности логистических систем, заложил теоретико-методологический фундамент логистической экономики и предложил аксиоматику логистики как научной дисциплины. Значительный вклад в развитие отечественной логистической школы внесли также В.И. Сергеев, исследовавший глобальные логистические системы и проблемы их формирования, А.М. Гаджинский, предложивший систематизированное изложение основ логистики для образовательных целей, а также В.С. Лукинский, под редакцией которого были изданы фундаментальные работы по моделям и методам теории логистики (последние работы ученых: 1) Дыбская В.В., Сергеев В.И. *Логистика* в 2 ч., 2020 г.; 2) Гаджинский А.М. *Логистика: учебник для вузов*, 2017 г.; 3) Лукинский В.С. *Логистика и управление цепями поставок: учебник и практикум для вузов*, 2024 г.).

Вместе с тем становление сельскохозяйственной логистики (агрологистики) как самостоятельного научного направления связано с осмыслением отраслевой специфики применения общих логистических принципов в агропромышленном комплексе. Среди современных зарубежных исследований особого внимания заслуживают работы Г. Гарими и Д. Олара, которые на примере зернового рынка Западной Австралии исследовали адаптационные стратегии фермеров в условиях институциональных ограничений и инфраструктурных диспропорций, выявив ключевую роль послефермерских стадий производства в повышении его общей эффективности [5].

Кроме того, существенный вклад в понимание современных вызовов и возможностей развития агропродовольственного сектора вносят исследования, посвященные как кризисным явлениям, так и перспективным направлениям международной интеграции. Так, Б. Колучча с соавторами (2021 г.) на примере Италии проанализировали последствия пандемии COVID-19 для агропродовольственных цепей поставок, выявив дифференцированное воздействие кризиса на различные категории продукции [6]. Авторы показали, что устойчивость производства свежих и скоропортящихся товаров в первую волну

пандемии напрямую зависела от эффективности логистической инфраструктуры и транспортной доступности рынков, что подчеркивает критическую роль логистики в обеспечении продовольственной безопасности в условиях кризиса, тогда как объемы производства продукция длительного хранения характеризуются относительной стабильностью благодаря меньшей чувствительности к временным и температурным режимам транспортировки.

В свою очередь, Ф. Карлуччи, К. Корчоне, П. Маццокки и Б. Тринконе (2021 г.) исследовали потенциал логистической инфраструктуры в развитии итальянского агробизнеса в контексте инициативы «Один пояс — один путь», сфокусировавшись на винодельческой отрасли как символе итальянской продукции [9]. Авторы доказали, что выбор портовой инфраструктуры (Венеция или Триест) для интеграции в соответствующие транспортные коридоры может существенно влиять на результаты деятельности агропромышленных фирм, причем пространственные эффекты для малых предприятий относительно малы по сравнению с крупными (малые предприятия продолжают использовать землю преимущественно для местного производства и сбыта, тогда как крупные агрофирмы могут переориентировать земельные ресурсы на экспортные культуры, пользующиеся спросом на новых рынках).

В российской науке активизация исследований в области агрологистики приходится на последнее десятилетие, причем возможности ее развития уже связывают с современными технологиями и, в частности, с цифровыми решениями. К примеру, А.А. Дегенгардт и О.В. Шумакова в одной из совместных работ (2025 г.) предложили новую (интегральную) концептуальную модель развития цифровой логистической экосистемы АПК региона, основными элементами которой являются «Агрологистика 2.0», «инфраструктурный агромаркетплейс», сети блокчейн-IoT, Интернет вещей, применяемые, прежде всего, для обеспечения сквозной прослеживаемости цепочек поставок сельскохозяйственной продукции [8]. Важные для практики выводы сформулированы на основе опыта цифровизации и отечественного сельского хозяйства [11], и зарубежного [7, 14].

Современные исследования в области агрологистики фокусируются на преодолении институциональных и инфраструктурных барьеров при цифровой трансформации отрасли, о чем свидетельствует анализ региональных кейсов (на примере Омской области) [15]. При этом ученые, с одной стороны, подчеркивают необходимость интеграции в логистику АПК цифровых инструментов (таких как ERP, WMS, TMS и IoT), с другой стороны, констатируют слабую вовлеченность малых и средних хозяйств в этот процесс из-за низкого уровня компетенций, высокой стоимости решений и недостаточной господдержки логистического контура. В итоге, в качестве выхода из сложившейся ситуации, предлагается концепция построения инфраструктуры на принципах кооперации, платформенной интеграции и технологической прозрачности с применением блокчейна.

Ситуация усугубляется высокой зависимостью от природно-климатических факторов, таких как засуха, заморозки, аномальные осадки, которые могут не только повлиять на объем и качество урожая, но и нарушить графики уборочных кампаний и отгрузок, внося элемент непредсказуемости в логистические планы [12]. Наконец, агрологистика характеризуется многообразием каналов сбыта, каждый из которых предъявляет свои уникальные требования.





Таблица 1. Структура потерь и их основные причины в разрезе продуктовых подкомплексов АПК
Table 1. Structure of losses and their main causes by product sub-complexes of the agro-industrial complex

Продуктовый под-комплекс	Этапы цепи поставок с максимальными потерями	Структура потерь (количественные/качественные)	Основные причины потерь
Зерновой	Уборка, послеуборочная обработка, хранение	Количественные: естественная убыль (усушка, распыл). Качественные: снижение класса (сортности) зерна, поражение микромицетами, засорение.	Несвоевременность операций, дефицит элеваторных мощностей, хранение в непригодных помещениях, нарушение температурно-влажностных режимов.
Молочный	Транспортировка, первичная переработка	Количественные: потери при перекачке и транспортировке. Качественные: снижение сортности, утрата технологических свойств, бактериальная порча.	Нарушение «холодовой цепи» при сборе и доставке, отсутствие современного танк-оборудования, длительное ожидание разгрузки на перерабатывающих предприятиях.
Фрукто-овощной	Уборка, транспортировка, хранение	Количественные: естественная убыль, микробиологическая порча, механические повреждения. Качественные: утрата товарного вида, увядание, потеря витаминной ценности.	Механические повреждения при сборе и неаккуратной загрузке, дефицит рефрижераторов, дефицит современных хранилищ с контролируемой атмосферой.
Мясной	Транспортировка, хранение	Количественные: естественная убыль. Качественные: потеря товарных кондиций, бактериальное обсеменение, изменение pH мышечной ткани.	Нарушение температурного режима, несоблюдение ветеринарно-санитарных требований, недостаток холодильных мощностей.

Источник: составлено авторами на основе анализа научной литературы и экспертных оценок.

Товар может направляться как на мелкооптовые розничные рынки, так и в крупные торговые сети с их жесткими стандартами доставки, маркировки и штрихкодирования, или же на промышленные перерабатывающие предприятия, где важны сортовые и химические показатели сырья.

Анализ современного состояния логистической инфраструктуры и причин потерь продукции в АПК Российской Федерации свидетельствует о наличии системных проблем, сдерживающих развитие отрасли и снижающих эффективность товародвижения [13]. Оценка состояния транспортной инфраструктуры выявляет так называемую проблему «последней мили», обусловленную низкой плотностью дорог с твердым покрытием в сельской местности и другими сложностями доставки продукции до конечного потребителя. С учетом особенности сельской местности и качества ее транспортных путей реальная ситуация такова, что значительная часть внутрихозяйственных перевозок осуществляется по грунтовым дорогам, вследствие чего в периоды распутицы своевременный вывоз урожая с полей существенно затруднен и, более того, приводит к его потерям. Данная проблема особенно остро проявляется в регионах Нечерноземья и на отдаленных территориях, где транспортная доступность сельхозугодий остается низкой.

Одновременно сохраняется дефицит специализированного подвижного состава, так как парк рефрижераторов для транспортировки скоропортящейся продукции, а также зерновозов и других специализированных транспортных средств обновляется недостаточными темпами, что в пик сезона уборки урожая приводит к росту ставок фрахта и дефициту транспорта. Как отмечалось участниками рынка после сбора урожая 2024 г., за последние 2 года агрологистика подорожала на 40%, а доля логистических издержек в структуре себестоимости продукции АПК достигла 20-25% (в определенной степени это является следствием санкционных ограничений, повлекших перестройку логистических маршрутов)¹.

Анализ складского хозяйства и мощностей хранения демонстрирует парадоксальную ситуацию: при наличии значительных совокупных мощностей (оцениваются в 160-173 млн т единовременного хранения зерновых) наблюдается острый дефицит высокотехнологичных (оснащенных согласно современным требованиям) хранилищ [10]. Экспертные оценки свидетельствуют, что Россия ежегодно теряет около 10% зерна при его хранении и транспортировке². Потери плодово-овощной продукции достигают еще более значительных величин (до 20-25% овощей и 25-40% фруктов и ягод) [10]. Основная причина кроется в том, что значительная часть мощностей представлена устаревшими складами напольного типа, тогда как доля современных элеваторных комплексов и хранилищ с регулируемой газовой средой, позволяющих минимизировать потери и сохранять качество продукции на протяжении длительного периода, остается недостаточной. Вместе с тем, согласно прогнозам Россельхозбанка, к 2030 г. при выходе на планируемые Минсельхозом России объемы производства зерновых и масличных потребуются дополнительно 20 млн т мощностей хранения и, соответственно, инвестиций в объеме около 300 млрд руб.³. Необходимо подчеркнуть, что в плодово-овощном подкомплексе дефицит современных фрукто- и овощехранилищ особенно критичен, что вынуждает производителей реализовывать значительную часть урожая в период массового сбора по минимальным ценам либо нести потери от порчи продукции, а оставшуюся продукцию реализовать вне сезона по предельно завышенным ценам.

Кроме того, проблема усугубляется неудовлетворительным состоянием материально-технической базы первичной переработки. Недостаток мощностей для подработки, сушки, калибровки и фасовки продукции ограничивает возможности ее длительного хранения и подготовки к реализации в торговых сетях.

В результате анализа проблем, присущих логистике сельскохозяйственной продукции, в данном исследовании стало возможным конкретизировать структуру потерь и выявить их

причины на примере отдельных продуктовых подкомплексов (табл. 1).

В качестве обобщения можно утверждать, что в зерновом подкомплексе основные потери возникают на этапах уборки и послеуборочной обработки, а также при хранении продукции в непригодных помещениях. В молочном подкомплексе критическим звеном является этап транспортировки от производителя до переработчика, где при нарушении температурного режима происходят качественные потери, ведущие к снижению сортности молока. В плодово-овощном подкомплексе наибольшие потери фиксируются при уборке, транспортировке и хранении. Для мясного подкомплекса наибольшую опасность представляют этапы транспортировки и первичной переработки, оборачивающиеся ухудшением качества мяса.

Особого внимания, в силу их системного характера и влияния на конкурентоспособность отечественного агропромышленного комплекса на мировых рынках, заслуживают сложности, возникающие в логистике сельскохозяйственной продукции, предназначенной на экспорт [9]. Действительно, экспортная логистика сталкивается с комплексом специфических вызовов, среди которых ключевое место занимают инфраструктурные ограничения пропускной способности припортовых станций и морских терминалов, особенно в пиковые периоды вывоза урожая. Существенным сдерживающим фактором выступает несбалансированность развития транспортных коридоров: при доминировании Азово-Черноморского направления пропускная способность железнодорожных подходов к портам юга существенно уступает мощности самих портов; на восточном направлении остро стоит проблема дефицита специализированного парка контейнеровозов и фитосанитарных мощностей на пограничных переходах; северо-западное направление сдерживается ограниченными навигационными условиями, не позволяющими принимать крупнотоннажные суда. Дополнительным фактором выступает волатильность ставок фрахта и зависимость от геополитической конъюнктуры, включая санкционные ограничения на страхование грузов и расчеты, что требует от экспортеров гибкости в выборе маршрутов и партнеров. Особую сложность представляет логистика скоропортящейся экспортной продукции, требующая не только соблюдения температурного режима на всем пути следования, но и наличия сертифицированных «холодовых цепей» в принимающих портах, что далеко не всегда обеспечено в странах-импортерах. В результате совокупность данных проблем ведет к увеличению транзакционных издержек, ослаблению конкурентных позиций российской продукции на мировых рынках, вынужденной переориентации экспортных потоков на новые (менее отработанные) направления.

Обобщая полученные в ходе исследования результаты, важно обратиться к систематизации возможностей решения обозначенных проблем, принимая в расчет, что в современных условиях лишь системный подход, интегрирующий отдельные пути преодоления ограничений, способен обеспечить сокращение разрыва между объемом произведенной и фактически реализованной продукции с сохранением ее качественных характеристик. В целом, минимизация потерь продукции в агропромышленном

¹ Оборот колеса: логистика в агросекторе подорожала на 20% за год и вдвое за пять лет. URL: <https://www.forbes.ru/prodovolstvennaya-bezopasnost/522807-oborot-kolesa-logistika-v-agro-sektore-podorozhala-na-20-za-god-i-vdvoe-za-pat-let>.

² Рынок элеваторных мощностей: состояние и перспективы. URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/rynok-jelevatornyh-moshnostej-sostojanie-i-perspektivy>.

³ Россельхозбанк: России к 2030 году потребуется 20 млн т новых элеваторных мощностей. URL: https://www.tsenovik.ru/news/Novosti-APK/Rosselkhozbank-Rossii-k-2030-godu-potrebuetsya-20-mln-t-novykh-elevatornykh-moshchnostey/?sphrase_id=15396853.



комплексе и повышение эффективности логистических процессов требуют реализации комплекса стратегических решений, охватывающих инфраструктурные, технологические и организационно-управленческие аспекты товародвижения (табл. 2).

Особого внимания заслуживает тот факт, что центральное место в системе мер по снижению потерь занимают инфраструктурные стратегии, поскольку физическое наличие современных мощностей хранения и переработки является базовым условием для сохранности продукции. Ключевым направлением выступает развитие сети оптово-распределительных центров, выполняющих функции хабов консолидации товаропотоков, предпродажной подготовки, фасовки и маркировки продукции в соответствии с требованиями торговых сетей. Такие центры позволяют преодолеть фрагментарность предложения со стороны мелких и средних производителей, обеспечивая формирование крупных товарных партий и их равномерное распределение в пространстве и времени. Не менее значимой задачей является модернизация мощностей хранения, включая строительство современных фрукто- и овощехранилищ с регулируемой газовой средой, способных сохранять продукцию на протяжении многих месяцев без потери товарных качеств, а также глубокая модернизация элеваторного хозяйства с внедрением систем активной вентиляции, охлаждения и автоматизированного контроля температурно-влажностных режимов.

И в качестве завершающего блока стратегии развития агрологистики следует выделить ее организационно-управленческие инициативы, направленные на повышение эффективности взаимодействия между участниками логистических цепочек и оптимизацию принимаемых решений. Для малых форм хозяйствования, не имеющих возможности выстраивать собственную логистическую инфраструктуру, критически важным является кооперация, выражающаяся в создании логистических кооперативов или других снабженческо-сбытовых структур, участие в которых позволяет консолидировать товарные потоки и получать доступ к современным каналам сбыта на паритетных началах.

Заключение. Проведенное исследование позволяет сделать ряд теоретических выводов, центральным из которых является подтверждение тезиса о том, что логистика в агропромышленном комплексе представляет собой не просто обслуживающую функцию, а системообразующий фактор воспроизводственного процесса, определяющий конечную эффективность функционирования всего производственного комплекса и выступающий критическим звеном в формировании добавленной стоимости на всех этапах движения продукции от производителя к потребителю.

Наряду с этим теоретическая значимость проведенного анализа заключается в уточнении классификации потерь в цепях поставок АПК, предполагающей их дифференциацию на количественные (физическая убыль, порча, механические повреждения), качественные (снижение сортности, утрата товарного вида, потеря пищевой ценности) и экономические (упущенная выгода, рост издержек, иммобилизация средств в запасах), что создает методологическую основу для разработки системы показателей эффективности логистической деятельности в аграрном секторе.

Кроме того, обобщая полученные результаты, можно сформулировать ряд практико-ориентированных выводов, адресованных различным группам стейкхолдеров.

Таблица 2. Стратегии минимизации потерь и повышения эффективности товародвижения в АПК
Table 2. Strategies for minimizing losses and increasing the efficiency of commodity movement in the agro-industrial complex

Стратегическое направление	Мероприятия	Инструменты реализации
Инфраструктурные стратегии	Строительство и развитие сети оптово-распределительных центров.	Проектирование и возведение логистических хабов; создание линий фасовки, калибровки и упаковки; совершенствование систем маркировки; формирование зон консолидации товаропотоков от малых и средних производителей.
	Модернизация мощностей хранения плодово-овощной продукции.	Строительство фрукто- и овощехранилищ; оснащение их генераторами азота для создания контролируемой атмосферы.
	Техническое перевооружение элеваторного хозяйства.	Внедрение систем активной вентиляции и охлаждения зерна; модернизация зерносушильных комплексов; установка автоматизированных систем контроля температуры и влажности.
Технологические и цифровые стратегии (Логистика 4.0)	Внедрение систем мониторинга транспортировки.	Установка на транспортные средства GPS/ГЛОНАСС-трекеров; оснащение рефрижераторов IoT-датчиками температуры и влажности с передачей данных в реальном времени; создание диспетчерских центров мониторинга.
	Обеспечение прослеживаемости цепочек поставок.	Внедрение блокчейн-платформ для фиксации всех операций с продукцией; создание цифровых паспортов товара; интеграция с системами электронного документооборота и ветеринарной сертификации.
	Цифровизация складского хозяйства.	Внедрение WMS-систем для автоматизации складского учета; использование терминалов сбора данных; автоматизация процессов приемки и отгрузки; внедрение роботизированных систем перемещения грузов.
Организационно-управленческие стратегии	Развитие логистической кооперации малых форм хозяйствования.	Создание сельскохозяйственных потребительских логистических кооперативов; формирование совместных парков техники; организация коллективных центров ответственного хранения.
	Оптимизация транспортных маршрутов.	Применение систем маршрутизации на основе геоинформационных технологий; внедрение методов прогнозирования для планирования перевозок с учетом сезонности и конъюнктуры; оптимизация загрузки подвижного состава.
	Использование механизмов логистического аутсорсинга.	Заключение договоров с 3PL-провайдерами на полный комплекс услуг (транспортировка, складирование, управление запасами); передача функций таможенного оформления логистическим операторам; аутсорсинг управления возвратными потоками.

Источник: составлено авторами на основе анализа предлагаемых в отрасли решений.

Первое, для органов государственного управления приоритетными направлениями поддержки должны стать развитие сети оптово-распределительных центров как хабов консолидации и предпродажной подготовки продукции, стимулирование строительства современных фрукто- и овощехранилищ с регулируемой газовой средой, а также содействие модернизации элеваторного хозяйства в регионах с высоким экспортным потенциалом. Особое внимание следует уделить устранению инфраструктурных ограничений на подходах к морским портам и развитию альтернативных маршрутов доставки, включая речные перевозки и использование портов Северо-Запада, что позволит снизить нагрузку на традиционно доминирующее Азово-Черноморское направление.

Второе, для сельскохозяйственных товаропроизводителей, особенно малых и средних форм хозяйствования, критически важным является участие в логистических кооперативах и иных интеграционных структурах, обеспечивающих доступ к современной складской инфраструктуре и специализированному транспорту, передача непрофильных функций по транспортировке и складированию профессиональным 3PL-провайдерам, что позволяет сосредоточиться на основной производственной деятельности и снизить совокупные логистические издержки.

Третье, для логистических операторов и инвесторов перспективными направлениями развития выступают внедрение цифровых технологий мониторинга и трекинга грузов на базе IoT, использование блокчейн-платформ для обеспечения сквозной прослеживаемости цепочек поставок, автоматизация складских процессов WMS-системами, что в совокупности формирует

фундамент для перехода к концепции «Логистика 4.0» в агропромышленном комплексе.

Перспективные направления дальнейших исследований по данной тематике связаны с необходимостью углубленного анализа региональной специфики логистических проблем и поиска дифференцированных решений, учитывающих природно-климатические, инфраструктурные и экономические особенности различных субъектов Российской Федерации, и включают: (1) разработку методик количественной оценки экономической эффективности внедрения цифровых технологий в логистические процессы АПК с учетом отраслевой специфики и масштабов деятельности хозяйствующих субъектов, (2) изучение потенциала кооперационных моделей организации товародвижения для малых форм хозяйствования в различных продуктовых подкомплексах и регионах страны, (3) обоснование оптимальных параметров государственно-частного партнерства при реализации инфраструктурных проектов в сфере агрологистики, включая строительство оптово-распределительных центров и модернизацию мощностей хранения.

Обобщающий для данного и будущих исследований вывод заключается в том, что эффективность логистических процессов в агропромышленном комплексе объективно обусловлена не только микроэкономическими решениями хозяйствующих субъектов, но и макроэкономическими условиями, состоянием транспортно-складской инфраструктуры, уровнем развития кооперационных связей и степенью цифровой трансформации отрасли, что требует системного подхода к управлению товародвижением, интегрирующего инфраструктурные, технологические и организационно-управленческие стратегии.





Список источников

1. Головина С.Г., Кузнецова А.Р., Хайруллин М.Ф. Продовольственная безопасность: угрозы, вызовы, возможности // *Аграрная наука*. 2024. № 12. С. 173-181. doi: 10.32634/0869-8155-2024-389-12-173-181. EDN KAEKSP
2. Леонтьев Р.Г. Логистика — постфактум генезиса познания (противоречивое наследие: антиномии, парадоксы, алогизмы): монография / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук. «Научно-образовательный трансфер» квазилонгистики. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2024. 225 с.; ISBN 978-5-7444-5725-9
3. Vacar, A. (2019). Logistics and Supply Chain Management: An Overview. *Studies in Business and Economics*, no. 14 (2), pp. 209-215. doi: 10.2478/sbe-2019-0035
4. Glistau, E., Tamás, P., Bányai, T., Telek, P., Cserevák, Á. (eds) (2024). Logistics as a Science and the Formation of Logistic Thinking. In: *Advances in Digital Logistics, Logistics and Sustainability*. CECOL. Lecture Notes in Logistics. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-031-70977-7_21
5. Garima, G., Oлару, D., Smith, B., Kadambot, S. (2026). Farm-level Adaptations to Harvest Logistics Constraints in Export-Oriented Grain Systems. *Agricultural Systems*, no. 231, issue C. doi: 10.1016/j.agry.2025.104565
6. Coluccia, B., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., F. De Leo (2021). Effects of COVID-19 on the Italian Agri-Food Supply and Value Chains. *Food Control*, no. 123 (4), p. 107839. DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.107839
7. Carlucci, F., Carlucci, C., Corcione, P., Mazzocchi, B., Trincone (2021). The Role of Logistics in Promoting Italian Agribusiness: The Belt and Road Initiative Case Study. *Land Use Policy*, no. 108, p. 105560. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105560
8. Дегенгардт А.А., Шумакова О.В. Интегральная модель цифровой логистической экосистемы АПК региона на основе концепции «Агрологистика 2.0». «Инфраструктурный агромаркетплейс» и сети блокчейн-ИТ // *Экономика, предпринимательство и право*. 2025. Т. 15. № 6. С. 3897-3916. doi: 10.18334/epp.15.6.123368. EDN LHJHDI
9. Мальсагова Р.Г. Проблемы и перспективы применения искусственного интеллекта, больших данных и блокчейн-технологий в сельском хозяйстве России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2025. № 2 (404). С. 220-224. doi: 10.55186/25876740_2025_68_2_220. EDN HOWQMQ
10. Addou, K., El Ghomari, M.Y., Achkdir, S., Azzouazi, M. (2023). Decentralized Model to Ensure Traceability and Sustainability of the Food Supply Chain by Combining Blockchain, IoT, and Machine Learning. *Mathematical Modeling and Computing*, vol. 10, no. 2, pp. 498-510. doi: 10.23939/mmc2023.02.498. EDN HVEDLN
11. Ellahi, R.M., Wood, L.C., Ei, A., Bekhit, D.A. (2024). Blockchain-Driven Food Supply Chains: A Systematic Review for Unexplored Opportunities. *Applied Sciences (Switzerland)*. vol. 14, no. 19, p. 8944. doi: 10.3390/app14198944. EDN IANYWG

12. Лебедев К.А. Региональные особенности экспорта сельскохозяйственной продукции: вызовы и перспективы в условиях глобализации // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2025. № 4-2. С. 261-265. doi: 10.17513/vaael.4103. EDN IORNTY
13. Храмова Е.Р., Чернова Д.В., Астафьева Н.В. Логистика сельского хозяйства в условиях санкционного развития // *Вопросы экономики и права*. 2018. № 118. С. 72-75. EDN YAAZTN
14. Богачев А.И. Современное состояние и тенденции развития Российской сферы хранения растениеводческой агропродовольственной продукции // *Вестник технологической безопасности и сельского развития*. 2025. № 3 (42). С. 45-49. EDN LIQSNQ
15. Аварский Н.Д., Богачев А.И., Таран В.В. Российский экспорт аграрной продукции и сдерживающие развитие товародвижения логистические факторы // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2025. № 2 (120). С. 6-18. doi: 10.33938/252-6. EDN OBDWJW

References

1. Golovina, S.G., Kuznetsova, A.R., Khairullin, M.F. (2024). Prodovol'stvennaya bezopasnost': ugrozy, vyzovy, vozmozhnosti [Food security: threats, challenges, and opportunities]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 12, pp. 173-181. doi: 10.32634/0869-8155-2024-389-12-173-181. EDN KAEKSP
2. Leont'ev, R.G. (2024). *Logistika — postfaktum genezis poznaniya (protivorechivoe nasledie: antinomii, paradoksy, alogizmy): monografiya* [Post-factum genesis of cognition logistics (contradictory heritage: antinomies, paradoxes, and alogisms): monograph]. Vladivostok, Publishing house DVFU, 225 p.; ISBN 978-5-7444-5725-9
3. Vacar, A. (2019). Logistics and Supply Chain Management: An Overview. *Studies in Business and Economics*, no. 14 (2), pp. 209-215. doi: 10.2478/sbe-2019-0035
4. Glistau, E., Tamás, P., Bányai, T., Telek, P., Cserevák, Á. (eds) (2024). Logistics as a Science and the Formation of Logistic Thinking. In: *Advances in Digital Logistics, Logistics and Sustainability*. CECOL. Lecture Notes in Logistics. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-031-70977-7_21
5. Garima, G., Oлару, D., Smith, B., Kadambot, S. (2026). Farm-level Adaptations to Harvest Logistics Constraints in Export-Oriented Grain Systems. *Agricultural Systems*, no. 231, issue C. doi: 10.1016/j.agry.2025.104565
6. Coluccia, B., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., F. De Leo (2021). Effects of COVID-19 on the Italian Agri-Food Supply and Value Chains. *Food Control*, no. 123 (4), p. 107839. DOI: 10.1016/j.foodcont.2020.107839
7. Carlucci, F., Carlucci, C., Corcione, P., Mazzocchi, B., Trincone (2021). The Role of Logistics in Promoting Italian Agribusiness: The Belt and Road Initiative Case Study. *Land Use Policy*, no. 108, p. 105560. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105560
8. Degenhardt, A.A., Shumakova, O.V. (2025). Integral'naya model' tsifrovoy logisticheskoy ehkositemy APK regiona

na osnove kontseptsii «Agrologistika 2.0», «Infrastrukturnyi agromarketpleis» i seti blokchein-IOT [An integrated model of the region's digital logistics ecosystem based on the concepts of "Agrologistics 2.0", "Infrastructure Agromarketplace", and the blockchain-IOT network]. *Ehkonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, entrepreneurship and law], vol. 15, no. 6, pp. 3897-3916. doi: 10.18334/epp.15.6.123368. EDN LHJHDI

9. Mal'sagova, R.G. (2025). Problemy i perspektivy primeneniya iskusstvennogo intellekta, bol'shikh dannykh i blokchein-tehnologii v sel'skom khozyaistve Rossii [Problems and Prospects of Applying Artificial Intelligence, Big Data, and Blockchain Technologies in Russian Agriculture]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2 (404), pp. 220-224. doi: 10.55186/25876740_2025_68_2_220. EDN HOWQMQ

10. Addou, K., El Ghomari, M.Y., Achkdir, S., Azzouazi, M. (2023). Decentralized Model to Ensure Traceability and Sustainability of the Food Supply Chain by Combining Blockchain, IoT, and Machine Learning. *Mathematical Modeling and Computing*, vol. 10, no. 2, pp. 498-510. doi: 10.23939/mmc2023.02.498. EDN HVEDLN

11. Ellahi, R.M., Wood, L.C., Ei, A., Bekhit, D.A. (2024). Blockchain-Driven Food Supply Chains: A Systematic Review for Unexplored Opportunities. *Applied Sciences (Switzerland)*. vol. 14, no. 19, p. 8944. doi: 10.3390/app14198944. EDN IANYWG

12. Lebedev, K.A. (2025). Regional'nye osobennosti ehksporta sel'skokhozyaistvennoi produktsii: vyzovy i perspektivy v usloviyakh globalizatsii [Regional features of agricultural products export: challenges and prospects in the context of globalization]. *Vestnik Altaiskoi akademii ehkonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], no. 4-2, pp. 261-265. doi: 10.17513/vaael.4103. EDN IORNTY

13. Khrantsova, E.R., Chernova, D.V., Astaf'eva, N.V. (2018). Logistika sel'skogo khozyaistva v usloviyakh sanktsionnogo razvitiya [Agricultural logistics in the context of sanctions]. *Voprosy ehkonomiki i prava* [Issues of economics and law], no. 118, pp. 72-75. EDN YAAZTN

14. Bogachev, A.I. (2025). Sovremennoe sostoyanie i tendentsii razvitiya Rossiiskoi sfery khraneniya rastenievodcheskoi agroprodovol'stvennoi produktsii [Current state and development trends of the Russian storage sector for crop production and agro-food products]. *Vestnik tekhnosfernoi bezopasnosti i sel'skogo razvitiya* [Bulletin of technosphere safety and rural development], no. 3 (42), pp. 45-49. EDN LIQSNQ

15. Avarskii, N.D., Bogachev, A.I., Taran, V.V. (2025). Rossiiskii ehksport agrarnoi produktsii i sderzhivayushchie razvitiye tovarodvizeniya logisticheskie faktory [Russian export of agricultural products and logistic factors restricting the development of commodity distribution]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 2 (120), pp. 6-18. doi: 10.33938/252-6. EDN OBDWJW

Информация об авторах:

Абилова Екатерина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, заместитель декана по научной работе, доцент кафедры прикладной экономики и маркетинга, Челябинский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0186-1921>, Scopus ID: 57212193040, SPIN-код: 8717-7260, ekaterina.abilova@mail.ru

Головина Светлана Георгиевна, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, Уральский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5296-0466>, Scopus ID: 57211209474, Researcher ID: D-2949-2014, SPIN-код: 6702-1070, s_golovina@yahoo.com

Егорова Александра Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, декан факультета экономики и управления, доцент кафедры экономической теории и регионального развития, Челябинский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0186-1921>, Scopus ID: 57212193040, SPIN-код: 6688-6880, aleksandra_csu@mail.ru

Кузнецова Альфия Рашитовна, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, Уральский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0273-4801>, Scopus ID: 57211156023, Researcher ID: P-1708-2016, SPIN-код: 5768-6616, alfia_2009@mail.ru

Information about the authors:

Ekaterina V. Abilova, candidate of economic sciences, associate professor, deputy dean for research, associate professor of the department of applied economics and marketing, Chelyabinsk State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0186-1921>, Scopus ID: 57212193040, SPIN-code: 8717-7260, ekaterina.abilova@mail.ru

Svetlana G. Golovina, doctor of economic sciences, professor, chief researcher of the Research institute of agrarian and environmental problems and agricultural management, Ural State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5296-0466>, Scopus ID: 57211209474, Researcher ID: D-2949-2014, SPIN-code: 6702-1070, s_golovina@yahoo.com

Alexandra A. Egorova, candidate of economic sciences, associate professor, dean of the faculty of economics and management, associate professor of the department of economic theory and regional development, Chelyabinsk State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0186-1921>, Scopus ID: 57212193040, SPIN-code: 6688-6880, aleksandra_csu@mail.ru

Alfiya R. Kuznetsova, doctor of economic sciences, professor, chief researcher of the Research institute of agri-environmental problems and agricultural management, Ural State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0273-4801>, Scopus ID: 57211156023, Researcher ID: P-1708-2016, SPIN-code: 5768-6616, alfia_2009@mail.ru



Научная статья
УДК 338.43:331.101.262
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_543

ФАКТОРЫ И ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В АПК

С.Н. Косников¹, А.П. Исаенко², О.П. Шевченко¹,
О.В. Косникова¹, С.Г. Руднев¹

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

²Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены процессы развития кадрового потенциала агропромышленного комплекса в условиях технологической модернизации сельского хозяйства. Цель исследования заключается в выявлении факторов воспроизводства человеческого капитала АПК, анализе современного состояния кадрового обеспечения сельского хозяйства и разработке модели инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала. Проведена систематизация факторов воспроизводства человеческого капитала, сгруппированных в социально-экономический, образовательный, производственно-технологический, государственно-институциональный, демографический и природно-климатический блоки. Выполнен анализ динамики кадрового обеспечения, образовательных характеристик, а также показателей цифровизации и инфраструктурных условий воспроизводства человеческого капитала. Выявлено, что на фоне роста заработной платы, повышения уровня цифровизации сельскохозяйственных организаций и развития инфраструктуры сельских территорий сохраняются негативные тенденции, связанные с сокращением численности квалифицированных работников, ухудшением возрастной структуры кадров и недостаточным уровнем закрепления молодых специалистов в сельской местности. Установлено, что количественное воспроизводство трудовых ресурсов не обеспечивает формирования кадрового потенциала, соответствующего требованиям высокотехнологичного аграрного производства. В исследовании обоснована авторская модель инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала АПК, представленная как открытая многоконтурная система, включающая экстенсивный и инновационный контуры воспроизводства. Особенностью модели является интеграция непрерывного профессионального развития, цифровых компетенций, организационно-экономического механизма взаимодействия государства, образования и агробизнеса, а также системы формирования кадрового потенциала на микро-, мезо- и макроуровне. Авторская модель ориентирована на преодоление инновационной паузы, синхронизацию процессов технологической модернизации сельского хозяйства с развитием интеллектуального потенциала работников и обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: воспроизводство человеческого капитала, цифровизация сельского хозяйства, кадровый потенциал, инновационное развитие, непрерывное профессиональное образование, цифровые компетенции

Original article

FACTORS AND FEATURES OF HUMAN CAPITAL REPRODUCTION IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

S.N. Kosnikov¹, A.P. Isaenko², O.P. Shevchenko¹,
O.V. Kosnikova¹, S.G. Rudnev¹

¹Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

²Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. The article examines the processes of human resource development of the agro-industrial complex in the context of technological modernization of agriculture. The purpose of the study is to identify the factors of reproduction of the human capital of the agro-industrial complex, analyze the current state of human resources in agriculture and develop a model of innovative expanded reproduction of human capital. The systematization of the factors of human capital reproduction, grouped into socio-economic, educational, industrial, technological, state-institutional, demographic and natural-climatic blocks, has been carried out. The analysis of the dynamics of staffing, educational characteristics, as well as indicators of digitalization and infrastructural conditions for the reproduction of human capital is carried out. It has been revealed that against the background of rising wages, increasing digitalization of agricultural organizations and the development of rural infrastructure, negative trends remain associated with a decrease in the number of qualified workers, a deterioration in the age structure of personnel and an insufficient level of consolidation of young professionals in rural areas. It has been established that the quantitative reproduction of labor resources does not ensure the formation of human resources that meet the requirements of high-tech agricultural production. The study substantiates the author's model of innovative extended reproduction of the human capital of the agro-industrial complex, presented as an open multi-contour system, including extensive and innovative reproduction loops. A special feature of the model is the integration of continuous professional development, digital competencies, the organizational and economic mechanism of interaction between the state, education and agribusiness, as well as the system of human resource development at the micro, meso and macro levels. The author's model is focused on overcoming the innovation pause, synchronizing the processes of technological modernization of agriculture with the development of the intellectual potential of workers and ensuring the sustainable development of the agro-industrial complex.

Keywords: reproduction of human capital, digitalization of agriculture, human resources, innovative development, continuing professional education, digital competencies

Введение. В современных условиях человеческий капитал является основным детерминантом, определяющим устойчивость и конкурентоспособность аграрного производства. Эффективность сельского хозяйства все меньше зависит от объемов материальных активов и все больше от идей, креативности персонала и интеллектуального потенциала.

Переход отрасли к высокотехнологичной модели развития, известной как «Сельское хозяй-

ство 4.0», требует внедрения «умных» решений: точного земледелия, искусственного интеллекта, роботизации и интернета вещей. О значимости этих процессов свидетельствует положительная динамика их внедрения. К концу 2024 г. доля предприятий АПК с высоким уровнем цифровизации достигла 32,4%, что почти вдвое выше показателей 2022 г. Внедрение передовых информационных технологий обеспечивает рост производительности труда на 24,8% [1].

Однако реализация этого потенциала невозможна без высококвалифицированных кадров, способных работать в цифровой среде.

Стратегическое значение человеческого капитала закреплено на государственном уровне. Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ, одним из национальных интересов является создание в сельском хозяйстве высокопроизводительного сектора, обеспеченного кадрами, способными реализовать



инновационную модель развития. В Стратегии развития АПК отмечается, что достижения цифровой зрелости отрасли и импортозамещение технологий напрямую зависят от качества образовательной среды и подготовки специалистов нового типа. Таким образом, исследование факторов и особенностей воспроизводства человеческого капитала в АПК является важным для обеспечения национальной безопасности и технологического суверенитета страны.

В ретроспективе экономической науки категория «человеческий капитал» прошла длительный путь трансформации. Если в трудах классиков, таких как У. Петти и А. Смит, акцент делался на повышение производительности через инвестиции в трудовые навыки, то в середине XX века, благодаря Т. Шульцу и Г. Беккеру, теория оформилась в самостоятельный раздел анализа. Г. Беккер обосновал, что вложения в человека (образование и здравоохранение) экономически аналогичны инвестициям в основной капитал и приносят доход как индивиду, так и обществу в целом. Примечательно, что Т. Шульц, будучи специалистом по экономике сельского хозяйства, выделял особую роль образования для повышения эффективности аграрного труда [2].

Современная трактовка понятия значительно расширилась. Сегодня исследователи включают в человеческий капитал профессиональные компетенции, затраты домохозяйств и государства на здравоохранение, культуру и удовлетворение базовых потребностей, формирующих качество жизни [3, 4].

В отечественной научной литературе человеческий капитал в АПК рассматривается через призму отраслевой специфики. Так, А.Л. Пустуев и коллеги определяют его как сформированный в результате инвестиций и накопленный работником запас здоровья, знаний,

профессиональных навыков и мотиваций, которые целесообразно используются в аграрном производстве и обеспечивают получение дохода его носителем [5]. В условиях перехода к «Сельскому хозяйству 4.0» Н.А. Медведева и Н.И. Прока обосновывают необходимость включения в структуру этого понятия развитого образовательного, интеллектуального потенциалов и цифровых компетенций [6]. Это позволяет специалистам эффективно работать с высокотехнологичными системами и быстро адаптироваться к смене технологических укладов.

Некоторыми исследователями данная категория трактуется как фундаментальный фактор формирования экономики знаний и инновационного развития АПК, представляя собой высшую ступень эволюции трудовых ресурсов [7, 8].

Мы считаем, что сущность рассматриваемого понятия в отраслевом аспекте наиболее полно раскрыта в определении И.В. Щетининой и Ю.О. Деревянко: «человеческий капитал аграрной сферы — совокупность социальных, культурных, психологических свойств человека, его знаний, умений, навыков, здоровья, способности к действиям, которые он использует в процессе своей трудовой деятельности и в результате этого получает доход, затрачивая рабочую силу» [9].

Наличие множества подходов к дефиниции данной категории свидетельствует о сложности взаимодействия человека и современного производства. В сельском хозяйстве этот процесс осложняется демографическими проблемами: например, за период 2000-2025 гг. численность сельского населения РФ сократилась на 3,2 млн человек. Поэтому требуется поиск эффективных механизмов воспроизводства человеческого капитала, способных преодолеть кадровый дефицит и обеспечить переход к высокотехнологичному агропроизводству.

Основная часть. В условиях перехода к модели «Сельское хозяйство 4.0» качественная структура человеческого капитала изменяется: на первый план выходят когнитивные и цифровые компетенции. Накопление интеллектуального потенциала, цифровых компетенций и способности к непрерывному обучению становится определяющим фактором развития АПК. Процесс воспроизводства этих элементов связан с комплексом факторов.

На основе анализа трудов и стратегии развития отрасли, авторами систематизированы факторы воспроизводства человеческого капитала в АПК, сгруппированные в шесть блоков (рис. 1).

Анализ этих факторов показывает, что воспроизводство человеческого капитала АПК определяется совокупностью взаимосвязанных факторов, формирующих не только профессиональные характеристики работников, но и условия их закрепления, адаптации и развития в сельской местности. Традиционные подходы к управлению трудовыми ресурсами утрачивают свою эффективность. Воспроизводство человеческого капитала АПК должно основываться на модели инновационного расширенного воспроизводства.

В основе модели лежат два ключевых условия воспроизводства человеческого капитала. Во-первых, это качественная трансформация компетенций персонала в рамках концепции «Сельского хозяйства 4.0», которая предполагает, что на смену узкой специализации и физической выносливости приходят цифровые навыки, умение работать с искусственным интеллектом, большими данными и сложными роботизированными системами. Основой системы подготовки кадров становятся такие прогрессивные модели обучения, как «сквозное аграрное образование», обеспечивающее синергию науки, технологий и предпринимательской практики [10, 11].



Рисунок 1. Факторы воспроизводства человеческого капитала в АПК
Figure 1. Factors of reproduction of human capital in the agro-industrial complex



Во-вторых, успешная реализация потенциала человеческого капитала невозможна без комфортной социально-институциональной среды в сельской местности. Преодоление инфраструктурных и социальных ограничений развития сельских территорий через формирование качественного здравоохранения, доступного образования и современного жилья является обязательным условием для закрепления молодежи и предотвращения миграционного оттока.

Таким образом, вектор развития АПК должен быть направлен на создание системы, в которой инвестиции в интеллектуальный и психофизиологический потенциал человека признаются главным фактором обеспечения продовольственной безопасности. Только через гармоничное сочетание высокотехнологичного производства и высоких стандартов качества жизни на селе возможно достижение расширенного типа воспроизводства.

Качественные характеристики человеческого капитала определяют границы инновационного роста. Накопление знаний, навыков и цифровых компетенций является основой технологического развития отрасли. Для оценки текущего состояния кадрового обеспечения в Краснодарском крае нами проанализирована динамика основных показателей (табл. 1).

Анализ данных позволяет выявить ряд неоднозначных тенденций. С одной стороны, наблюдается увеличение номинальной заработной платы — в 1,9 раза за 5 лет. Одновременно сокращается разница между уровнем оплаты труда в отрасли и среднерегиональным, достигая в 2024 г. 92,5%. Это важный стимул для повышения привлекательности аграрного труда. С другой стороны, на фоне общего роста занятых в сельском хозяйстве (+3,1%), среднесписочная численность сельскохозяйственных работников сократилась на 12,5% (с 85,6 до 74,9 тыс. человек). Тревогу вызывает рост зарегистрированной безработицы на селе (с 0,82 до 1,67%).

Согласно исследованиям, 40% организаций АПК не могут укомплектовать штат даже при условии предложения конкурентоспособной заработной платы. Основной причиной является низкий уровень закрепления молодых специалистов. Так, лишь 59% выпускников аграрных вузов и колледжей трудоустроены по специальности [12]. Это обусловлено как недостаточной инфраструктурной развитостью сельских территорий, так и снижением привлекательности сельскохозяйственного труда в глазах молодежи.

Уровень образования является базовым условием развития отрасли, выступая показателем качества человеческого капитала. В условиях высокотехнологичного производства именно цифровые компетенции и интеллектуальный потенциал являются основой устойчивого развития сельского хозяйства. Анализ образовательных характеристик человеческого капитала АПК Краснодарского края представлен в таблице 2.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о повышении интереса к аграрному образованию. Так, приведенный контингент студентов вырос на 6,5%, при этом Кубанский государственный аграрный университет является флагманом подготовки, обеспечивая обучение более 92% всех студентов отрасли в регионе. Однако этот позитивный тренд в сфере формирования человеческого капитала не трансформируется в необходимое кадровое наполнение отрасли. Несмотря на увеличение численности обучающихся, за рассматриваемый период количество

Таблица 1. Динамика кадрового обеспечения АПК Краснодарского края

Table 1. The dynamics of staffing in the agro-industrial complex of the Krasnodar territory

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. к 2020 г., %
Среднегодовая численность занятых в сельском хозяйстве, тыс. человек	218,3	221,6	228,5	230,1	225,1	103,1
Среднесписочная численность работников организаций сельского хозяйства, тыс. человек	85,6	82,6	79,7	79,8	74,9	87,5
Среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве, тыс. руб.	34479	38850	47081	53741	65098	188,8
Соотношение зарплаты в сельском хозяйстве к среднерегиональному уровню, %	89,6	89,3	93,7	92,2	92,5	+2,9*
Доля безработных, зарегистрированных в органах службы занятости населения в сельской местности, %	0,82	1,27	1,47	1,60	1,67	+0,9*
Доля работников старше трудоспособного возраста и подростков, занятых в экономике, %	7,0	7,4	6,2	5,8	5,8	-1,2*

*Изменение в 2024 г. по сравнению с 2020 г.

Таблица 2. Образовательные характеристики человеческого капитала АПК Краснодарского края

Table 2. Educational characteristics of the human capital of the agro-industrial complex of the Krasnodar territory

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. к 2020 г., %
Приведенный контингент студентов по отрасли «Сельское хозяйство и сельскохозяйственные науки», тыс. человек	3,03	3,02	3,15	3,23	3,23	106,5
в том числе студенты ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тыс. человек	2,76	2,76	2,86	2,94	2,99	108,2
Удельный вес студентов по отрасли «Сельское хозяйство и сельскохозяйственные науки» в общекраевом контингенте, %	4,86	4,85	5,03	5,02	4,82	–
Численность школьников в сельской местности, тыс. человек	358,4	365,2	370,7	372,4	367,0	102,4
Доля от общей численности учеников, %	51,1	49,9	49,2	48,4	47,2	–
Число квалифицированных работников сельского хозяйства, тыс. человек	98,2	103,3	57,2	57,1	56,9	57,9
в том числе в возрасте, лет:						
15-19	3,7	3,6	2,0	1,7	1,4	37,8
20-29	10,7	11,0	5,0	4,1	3,2	29,9
30-39	21,8	17,8	11,1	10,1	9,0	41,3
40-49	20,9	27,2	14,5	13,4	12,3	58,9
50-59	19,2	23,9	13,0	13,2	13,3	69,3
60-69	15,7	15,2	10,5	11,5	12,4	79,0
70 и старше	6,0	4,5	1,1	3,3	5,4	90,0
Число неквалифицированных работников сельского хозяйства, тыс. человек	39,5	25,5	12,4	11,2	11,4	28,9

квалифицированных работников сократилось на 42,1% (с 98,2 до 56,9 тыс. человек).

В сложившихся условиях возрастает роль развития системы непрерывного профессионального образования. В условиях технологической модернизации АПК накопленные знания и опыт быстро теряют актуальность, большая часть компетенций персонала требует регулярного обновления [13]. Однако доля работников, ежегодно проходящих профессиональную переподготовку, остается на низком уровне, а периодичность повышения квалификации в отдельных профессиях зачастую превышает 5 и более лет. Это ведет к формированию инновационной паузы, когда темпы внедрения современных технологий опережают развитие интеллектуального потенциала персонала. Недостаточная интеграция науки и производства ограничена возможностями внедрения собственных прорывных разработок, закрепляя технологическую зависимость сектора [14, 15].

Тревожным сигналом является ухудшение возрастной структуры кадров. Численность квалифицированных специалистов в возрасте

20-29 лет сократилась более чем в 3 раза (с 10,7 до 3,2 тыс. человек). На этом фоне доля работников старше 70 лет демонстрирует относительную стабильность, отражая сохранение возрастного дисбаланса в структуре кадров.

Важнейшим условием перехода к модели инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала является развитие цифровой и социальной инфраструктуры сельских территорий. Качество условий жизни и труда является существенным фактором при выборе молодежью аграрных профессий.

Динамика показателей цифровизации и инфраструктурных условий воспроизводства человеческого капитала в сельской местности Краснодарского края представлена в таблице 3.

Анализ подтверждает технологическую модернизацию рабочих мест. Так, число персональных компьютеров в расчете на 100 работников аграрных организаций выросло на 53,3%, а количество предприятий, использующих сеть Интернет, увеличилось на 21,7%. Данный процесс коррелирует с общероссийским трендом на цифровую трансформацию АПК, в котором





внедрение ИТ-решений обеспечивает повышение производительности труда. Важно отметить, что уровень цифровизации сельских домохозяйств достиг 90,4%, создавая предпосылки для устранения цифрового неравенства и развития дистанционных форм образования и телемедицины на селе.

Социальный блок условий развития человеческого потенциала характеризуется стабильностью уровня медицинского обеспечения (24,2 врача на 10 тыс. населения) и улучшением ситуации в дошкольном образовании: нагрузка на 100 мест в детских садах снизилась на 15,3%, повысив доступность для молодых семей.

Основным фактором закрепления человеческого капитала остается жилищный вопрос. Общая площадь жилья в среднем на одного сельского жителя Кубани (27,7 м²) превышает среднероссийские показатели, наблюдается увеличение объема ввода жилья на 23,7%. Важной особенностью является то, что 95% всего нового жилья в сельской местности строится населением самостоятельно. Это свидетельствует о готовности жителей инвестировать собственные ресурсы в развитие сельских территорий. Благоприятное влияние оказывает реализация программ льготной сельской ипотеки, способствующая снижению миграционного оттока квалифицированных кадров.

Таким образом, несмотря на позитивную динамику развития цифровой и материально-технической инфраструктуры отрасли, качественное воспроизводство человеческого капитала в АПК по-прежнему сдерживается дефицитом квалифицированных специалистов, способных эффективно использовать созданные цифровые и технологические системы. Стратегия развития должна быть направлена на комплексное развитие цифровизации производства в сочетании с программами профессиональной переподготовки и повышения престижа аграрного труда.

Необходимость преодоления выявленных ограничений и кадровых рисков обуславливают переход от инерционной модели воспроизводства к инновационной. В исследовании сформулирована авторская модель инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала АПК (рис. 2).

Под инновационным расширенным воспроизводством человеческого капитала АПК понимается непрерывный, системно управляемый процесс качественного и количественного обновления интеллектуального, психофизиологического и профессионального потенциала работников сельского хозяйства, базирующийся на опережающем накоплении цифровых, научно-технологических и адаптационных компетенций. В отличие от существующих подходов, ограничивающихся стадийным восполнением кадрового дефицита, предлагаемая авторская трактовка выделяет превентивный характер накопления знаний как основной механизм преодоления инновационной паузы и достижения синергетического эффекта от интеграции образования, науки и агробизнеса, обеспечивающего качественное преобразование социально-экономической среды сельских территорий.

В рамках авторского подхода обоснована модель инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала АПК, спроектированная как открытая многоконтурная система. Целью функционирования системы

является обеспечение опережающего накопления цифровых, интеллектуальных и адаптационных компетенций персонала, необходимых для эффективной реализации стратегий технологической трансформации сельского хозяйства. Процесс воспроизводства осуществляется под постоянным внешним воздействием таких факторов, как цифровая трансформация, кадровый дефицит, демографическое старение сельского населения и санкционные ограничения.

Характеристики модели раскрываются через следующие основные положения:

1. Модель учитывает взаимодействие различных институтов (семья, школа, вуз, работодатель и государство), обеспечивающих создание устойчивой аграрной профориентации у выпускников сельских школ и формирование современной цепочки ценностей специалиста. Важным элементом выступает преемственность в «сквозном аграрном образовании», в котором ранняя профориентация в агроклассах и сельхоздетсадах дополняется практико-ориентированной подготовкой в вузах при активном участии агробизнеса.
2. В структуре модели выделена ресурсная база, объединяющая научный и образовательный потенциал, цифровую инфраструктуру и материально-техническую базу. Источники вложения в человеческий капитал включают государственные субсидии и гранты, ресурсы домохозяйств и целевые инвестиции работодателей, позволяющие реализовать механизмы государственно-частного партнерства.
3. Определены три уровня реализации результатов воспроизводства человеческого капитала (на уровне индивида, хозяйствующего субъекта и общества в целом), синхронизация которых обеспечивает достижение результатов воспроизводства: рост производительности труда, достижение «цифровой зрелости» предприятий и устойчивое развитие сельских территорий.

Функционирование модели обеспечивается организационно-экономическим механизмом, ориентированным на формирование непрерывной траектории развития человеческого капитала, интеграцию образовательной среды, агробизнеса и государства, а также создание условий для закрепления и профессионального развития кадров в сельской местности. При этом в структуре модели выделены контуры:

1. Экстенсивный — реализующий стадии подготовки, распределения, использования и закрепления кадров.
2. Инновационный — ориентированный на непрерывное образование, развитие цифровых навыков, инновационную адаптацию и активную генерацию новых знаний.

Таким образом, предложенная модель функционирует как целостный механизм, позволяющий синхронизировать темпы внедрения современных технологий с развитием интеллектуального потенциала персонала, соответствующего требованиям цифровой экономики.

Заключение. Проведенное исследование факторов и особенностей воспроизводства человеческого капитала в АПК позволило установить ряд закономерностей, характеризующих современное состояние кадрового обеспечения сельского хозяйства. Анализ теоретических подходов показал, что человеческий капитал представляет собой совокупность профессио-

нальных знаний, навыков, интеллектуальных, цифровых и адаптационных характеристик работников АПК.

Во-первых, систематизация факторов воспроизводства человеческого капитала позволила выделить взаимосвязанные социально-экономические, образовательные, производственно-технологические, институциональные, демографические и природно-климатические условия, формирующие современную модель кадрового развития АПК. Установлено, что воспроизводство человеческого капитала определяется уровнем оплаты труда, состоянием рынка труда, качеством социальной инфраструктуры, степенью цифровизации сельских территорий, развитием системы непрерывного образования и интеграцией науки, образования и агробизнеса.

Во-вторых, анализ кадрового обеспечения АПК Краснодарского края выявил противоречивые тенденции развития отрасли. На фоне роста заработной платы и повышения уровня цифровизации сельского хозяйства наблюдается сокращение численности квалифицированных работников, ухудшение возрастной структуры кадров и недостаточный уровень закрепления молодых специалистов в сельской местности. Исследование показало, что количественное воспроизводство трудовых ресурсов не обеспечивает формирование кадрового потенциала, соответствующего современным требованиям.

В-третьих, установлено, что повышение эффективности воспроизводства человеческого капитала невозможно без развития цифровой и социальной инфраструктуры сельских территорий. Несмотря на положительную динамику цифровизации, дефицит квалифицированных специалистов, ограниченность системы непрерывного профессионального развития и сохраняющийся миграционный отток молодежи сдерживают инновационное развитие отрасли. Поэтому необходимы механизмы, повышающие привлекательность сельского образа жизни.

В-четвертых, в исследовании обоснована авторская модель инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала АПК. Особенностью модели является выделение экстенсивного и инновационного контуров воспроизводства. Экстенсивный контур обеспечивает количественное воспроизводство кадров через стадии подготовки, распределения, использования и закрепления работников, тогда как инновационный контур ориентирован на непрерывное образование, развитие цифровых компетенций, инновационную адаптацию и генерацию новых знаний. Предложенный организационно-экономический механизм ориентирован на интеграцию образовательной среды, государства и агробизнеса, формирование непрерывной траектории профессионального развития и создание условий для закрепления кадров в сельской местности.

Таким образом, переход к инновационному типу воспроизводства человеческого капитала является фактором обеспечения устойчивого развития АПК и повышения цифровой зрелости сельскохозяйственных организаций. Предлагаемая модель направлена на синхронизацию процессов технологической модернизации сельского хозяйства с развитием интеллектуального потенциала работников, обеспечивая формирование кадровой базы, соответствующей требованиям цифровой экономики и современного технологического уклада.



Таблица 3. Показатели цифровизации и инфраструктурных условий воспроизводства человеческого капитала в сельской местности Краснодарского края
Table 3. Indicators of digitalization and infrastructural conditions for the reproduction of human capital in rural areas of the Krasnodar territory

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. к 2020 г., %
Число сельскохозяйственных организаций, использующих Интернет, ед.	263	284	301	318	320	121,7
Число персональных компьютеров в расчете на 100 работников сельскохозяйственных организаций, шт.	15	16	18	21	23	153,3
из них с доступом к Интернету, шт.	13	14	15	17	18	138,5
Доля домохозяйств с доступом к Интернету, %	71,4	86,5	87,0	86,8	90,4	126,6
Численность воспитанников, приходящихся на 100 мест в организациях дошкольного образования	95,3	91,6	88,5	84,4	80,7	84,7
Число врачей на 10000 чел. сельского населения	24,0	23,8	23,9	24,2	24,2	100,8
Число среднего медицинского персонала на 10000 чел. сельского населения	70,7	69,5	68,1	68,7	70,0	99,0
Число больничных коек на 10000 чел. сельского населения, ед.	63,0	65,7	65,6	64,6	65,1	103,3
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, м ²	25,6	26,4	26,9	27,3	27,7	108,2
Библиотечный фонд на 1000 человек сельского населения, экз.	5374	5463	5507	5517	5535	103,0
Ввод в действие жилых домов в сельской местности, построенных за счет всех источников финансирования, тыс. м ²	1413,2	1450,3	1641,9	1842,6	1748	123,7
в том числе населением за счет собственных и заемных средств, тыс. м ²	1280,9	1361,2	1604,5	1757,5	1665,7	130,0

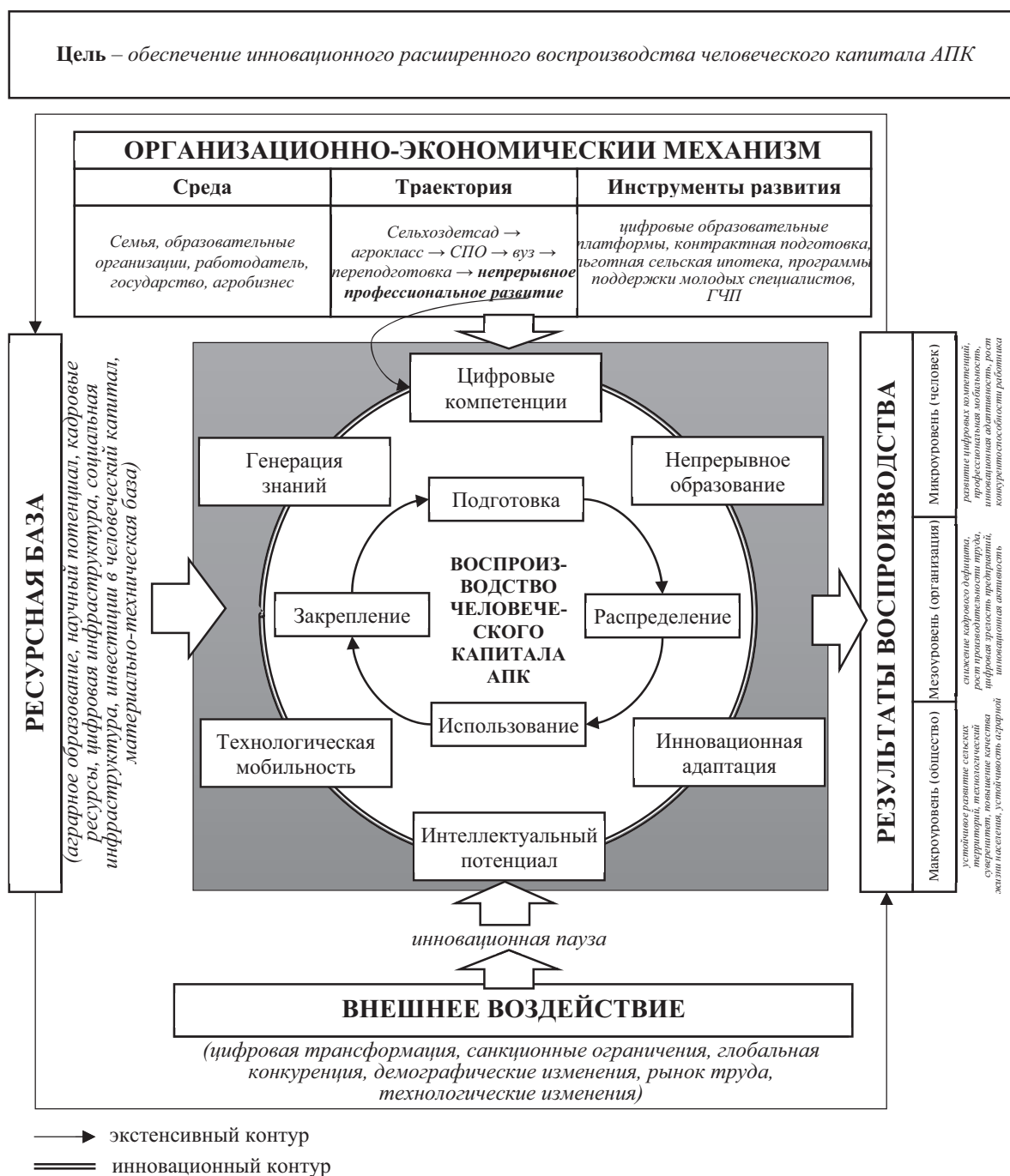


Рисунок 2. Модель инновационного расширенного воспроизводства человеческого капитала АПК
Figure 2. Model of innovative expanded reproduction of human capital in the agro-industrial complex





Список источников

1. Чувакин П.И. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: экономическая эффективность внедрения информационных технологий // *Аграрная наука*. 2025. № 8. С. 155-159.
2. Барышникова Н.А. Человеческий капитал аграрного сектора: типология факторов роста // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2020. № 3 (82). С. 45-50.
3. Тихонова А.В. Стимулирование инвестиций в человеческий капитал агропромышленного сектора как фактор обеспечения продовольственной безопасности // *Национальная безопасность / nota bene*. 2025. № 2. С. 1-18.
4. Ternovykh, K.S., Avdeev, E.V., Markova, A.L., Kyshtymova, E.A. (2022). Assessment of the level of human capital development in the agricultural sector: indicators and their systematization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 949, 012092.
5. Пустуев А.Л., Горбунова О.С., Набоков В.И. Зарубежные модели формирования человеческого капитала аграрной сферы и их использование // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 4 (158). С. 92-96.
6. Медведева Н.А., Прока Н.И. Сценарии развития человеческого капитала в сельском хозяйстве // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 12. № 2 (61). С. 196-207.
7. Ключко Е.Н., Хоружий В.В. Человеческий капитал в аграрном секторе экономики: особенности формирования и воспроизводства // *Вестник Академии знаний*. 2023. № 6 (59). С. 224-227.
8. Бутко Г.П., Гусманов Р.У., Стомба Е.В. Оценка человеческого капитала в агропромышленном комплексе // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2024. № 4 (110). С. 220-229.
9. Щетинина И.В., Деревянко Ю.О. Проблемы сохранения и развития человеческого капитала в сельском хозяйстве (на примере некоторых сибирских регионов) // *Регион: экономика и социология*. 2022. № 3 (115). С. 212-238.
10. Субаева А.К., Авхадиев Ф.Н. Подготовка кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой экономики // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 2 (62). С. 133-137.
11. Трухачев В.И. О подготовке кадров для цифрового сельского хозяйства // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2019. № 2. С. 15-19.
12. Климова А.В. Современное состояние процесса воспроизводства человеческого капитала для отрасли сельского хозяйства в условиях шестого технологического уклада // *Вестник НГИЭИ*. 2024. № 10 (161). С. 76-86.
13. Добросотский В.И. Региональная политика развития человеческого капитала на сельских территориях

ях // *Экономика сельского хозяйства России*. 2018. № 2. С. 90-95.

14. Дорофеев А.Ф., Алексеева С.А. Факторы, влияющие на формирование человеческого капитала агропромышленного комплекса России в современных условиях // *Техника и оборудование для села*. 2023. № 3 (309). С. 44-48.

15. Алетдинова А.А., Корицкий А.В. Сравнительный анализ отдачи человеческого капитала в европейских и азиатских регионах России // *Регион: экономика и социология*. 2019. № 3 (103). С. 143-163.

References

1. Chuvakhin, P.I. (2025). Tsifrovaya transformatsiya agropromyshlennogo kompleksa: ehkonomicheskaya ehkektivnost' vnedreniya informatsionnykh tekhnologii [Digital transformation of the agro-industrial complex: economic efficiency of information technology implementation]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 8, pp. 155-159.
2. Baryshnikova, N.A. (2020). Chelovecheskii kapital agrarnogo sektora: tipologiya faktorov rosta [Human capital of the agricultural sector: typology of growth factors]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ehkonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Saratov State Socio-Economic University], no. 3 (82), pp. 45-50.
3. Tikhonova, A.V. (2025). Stimulirovanie investitsii v chelovecheskii kapital agropromyshlennogo sektora kak faktor obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti [Stimulating investments in human capital of the agro-industrial sector as a factor of ensuring food security]. *Natsional'naya bezopasnost' / nota bene* [National security / nota bene], no. 2, pp. 1-18.
4. Ternovykh, K.S., Avdeev, E.V., Markova, A.L., Kyshtymova, E.A. (2022). Assessment of the level of human capital development in the agricultural sector: indicators and their systematization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 949, 012092.
5. Pustuev, A.L., Gorbunova, O.S., Nabokov, V.I. (2017). Zarubezhnye modeli formirovaniya chelovecheskogo kapitala agrarnoi sfery i ikh ispol'zovanie [Foreign models of human capital formation in the agricultural sector and their application]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Ural], no. 4 (158), pp. 92-96.
6. Medvedeva, N.A., Proka, N.I. (2019). Stsenarii razvitiya chelovecheskogo kapitala v sel'skom khoziaistve [Scenarios for the development of human capital in agriculture]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], vol. 12, no. 2 (61), pp. 196-207.
7. Klochko, E.N., Khoruzhii, V.V. (2023). Chelovecheskii kapital v agrarnom sektore ehkonomiki: osobennosti formirovaniya i vosproizvodstva [Human capital in the agri-

cultural sector of the economy: features of formation and reproduction]. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of Knowledge], no. 6 (59), pp. 224-227.

8. Butko, G.P., Gusmanov, R.U., Stovba, E.V. (2024). Otsenka chelovecheskogo kapitala v agropromyshlennom komplekse [Assessment of human capital in the agro-industrial complex]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khoziaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 4 (110), pp. 220-229.

9. Shchetinina, I.V., Derevyanko, Yu.O. (2022). Problemy sokhraneniya i razvitiya chelovecheskogo kapitala v sel'skom khoziaistve (na primere nekotorykh sibirskikh regionov) [Problems of preservation and development of human capital in agriculture (on the example of some Siberian regions)]. *Region: ehkonomika i sotsiologiya* [Region: economics and sociology], no. 3 (115), pp. 212-238.

10. Subaeva, A.K., Avkhadiev, F.N. (2021). Podgotovka kadrov dlya sel'skogo khoziaistva v usloviyakh tsifrovoy ehkonomiki [Training personnel for agriculture in the digital economy]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], vol. 16, no. 2 (62), pp. 133-137.

11. Trukhachev, V.I. (2019). O podgotovke kadrov dlya tsifrovogo sel'skogo khoziaistva [On personnel training for digital agriculture]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhoziaistvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 2, pp. 15-19.

12. Klimova, A.V. (2024). Sovremennoe sostoyanie protsessa vosproizvodstva chelovecheskogo kapitala dlya otrasli sel'skogo khoziaistva v usloviyakh shestogo tekhnologicheskogo uklada [Current state of the process of reproduction of human capital for the agricultural sector under the sixth technological paradigm]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin NGIEI], no. 10 (161), pp. 76-86.

13. Dobrosotskii, V.I. (2018). Regional'naya politika razvitiya chelovecheskogo kapitala na sel'skikh territoriyakh [Regional policy for human capital development in rural areas]. *Ehkonomika sel'skogo khoziaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 2, pp. 90-95.

14. Dorofeev, A.F., Alekseeva, S.A. (2023). Faktory, vliyayushchie na formirovanie chelovecheskogo kapitala agropromyshlennogo kompleksa Rossii v sovremennykh usloviyakh [Factors influencing the formation of human capital in the agro-industrial complex of Russia under modern conditions]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and equipment for rural area], no. 3 (309), pp. 44-48.

15. Aletdinova, A.A., Koritskii, A.V. (2019). Sravnitel'nyi analiz otдачи chelovecheskogo kapitala v evropeiskikh i aziatskikh regionakh Rossii [Comparative analysis of returns on human capital in European and Asian regions of Russia]. *Region: ehkonomika i sotsiologiya* [Region: economics and sociology], no. 3 (103), pp. 143-163.

Информация об авторах:

Косников Сергей Николаевич, кандидат экономических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2918-8209>, Scopus ID: 57192314889, SPIN-код: 2343-6742, kosnikov.s@edu.kubsau.ru

Исаенко Александр Павлович, кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7086-7724>, Scopus ID: 58134477500, SPIN-код: 8870-6697, isaenko.aleksandr@bk.ru

Шевченко Ольга Павловна, кандидат экономических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9363-0259>, SPIN-код: 1761-3200, shevchenko.o@edu.kubsau.ru

Косникова Оксана Владимировна, кандидат экономических наук, старший преподаватель, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-1420-8846>, Scopus ID: 57224309675, SPIN-код: 6124-7800, kosnikova.o@edu.kubsau.ru

Руднев Сергей Геннадьевич, старший преподаватель, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-1222-0818>, SPIN-код: 5564-8707, rudnev.s@edu.kubsau.ru

Information about the authors:

Sergej N. Kosnikov, candidate of economic sciences, associate professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2918-8209>, Scopus ID: 57192314889, SPIN-code: 2343-6742, kosnikov.s@edu.kubsau.ru

Aleksandr P. Isaenko, candidate of economic sciences, associate professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7086-7724>, Scopus ID: 58134477500, SPIN-code: 8870-6697, isaenko.aleksandr@bk.ru

Olga P. Shevchenko, candidate of economic sciences, associate professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9363-0259>, SPIN-code: 1761-3200, shevchenko.o@edu.kubsau.ru

Oksana V. Kosnikova, candidate of economic sciences, senior lecturer, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-1420-8846>, Scopus ID: 57224309675, SPIN-code: 6124-7800, kosnikova.o@edu.kubsau.ru

Sergey G. Rudnev, senior lecturer, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-1222-0818>, SPIN-code: 5564-8707, rudnev.s@edu.kubsau.ru



Научная статья
УДК 338.43
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_549

МЕХАНИЗМ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ АПК С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

А.А. Халыпин

Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. В статье разработан и апробирован авторский механизм дифференцированной государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, ориентированный на достижение технологического суверенитета агропромышленного комплекса. Актуальность исследования обусловлена противоречием между значительными бюджетными ассигнованиями (в 2024 г. на Краснодарский край выделено 6,9 млрд руб.) и отсутствием прозрачного распределения субсидий, учитывающего финансовую устойчивость, производственную эффективность и технологические приоритеты. Методика базируется на интегральной балльной оценке финансовой устойчивости по Донцовой-Никифоровой (восемь коэффициентов) и отраслевом показателе отношения валовой продукции к затратам на ее производство (ВП/ЗВП). Предусмотрено введение выравнивающего коэффициента k в диапазоне от 1,0 до 2,0 для адресной поддержки проблемных, но перспективных хозяйств, а также дополнительное финансирование в размере 500 тыс. руб. для 55% организаций выборки в рамках национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Апробация выполнена на данных 18 сельхозорганизаций Абинского и Гулькевичского районов Краснодарского края с построением тепловой карты типологических классов (от I до V). Результаты показали, что наибольший объем субсидий (53,24%) направляется хозяйствам I класса, при этом организации с высокой эффективностью (например, ООО «ВЕЛЕС» с ВП/ЗВП=15,4) получают поддержку даже при низком классе устойчивости. Проведен сравнительный анализ трех подходов: авторской методики, региональной методики совершенствования инструментов господдержки Краснодарского края и международной методики Единой сельскохозяйственной политики стран Азии и Европы. Выявлены системные проблемы: хронический разрыв между плановыми и фактическими показателями, низкая эффективность «социально-чувствительных» инструментов (семейные гранты, субсидии на животноводство — 14-21%) и высокая дисциплина исполнения капиталоемких мер (квоты на производство). Сделан вывод, что без независимого мониторинга по принципу «ресурс — результат — развитие», повышения бюджетной дисциплины и отказа от заведомо неэффективных мер даже научно обоснованные методики рискуют превратиться в имитацию развития. Практическая значимость работы заключается в создании прозрачного, формализованного и адаптируемого инструментария распределения субсидий, который может быть использован региональными органами управления АПК.

Ключевые слова: государственная поддержка АПК, технологический суверенитет, выравнивающий коэффициент, Единая сельскохозяйственная политика, Краснодарский край

Original article

MECHANISM OF DIFFERENTIATED SUPPORT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX TAKING INTO ACCOUNT TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

A.A. Khalyapin

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russia

Abstract. The article developed and tested the author's mechanism of differentiated state support for agricultural producers, which is focused on achieving technological sovereignty in the agro-industrial complex. The relevance of the study is due to the contradiction between significant budget allocations (6.9 billion rubles were allocated to the Krasnodar territory in 2024) and the lack of transparent distribution of subsidies that takes into account financial stability, production efficiency, and technological priorities. The methodology is based on the integral score assessment of financial stability according to Dontsova-Nikiforova (eight coefficients) and the sectoral indicator of the ratio of gross output to the costs of its production (GP/CGP). It provides for the introduction of an equalizing coefficient k in the range of 1.0 to 2.0 for targeted support of problematic but promising farms, as well as additional financing of 500,000 rubles. for 55% of the sample organizations within the framework of the national project "Technological Support for Food Security". The test was performed on the data of 18 agricultural organizations in the Abinsky and Gulkevichsky districts of the Krasnodar territory, with the construction of a heat map of typological classes (from I to V). The results showed that the largest amount of subsidies (53.24%) is allocated to class I farms, while organizations with high efficiency (for example, VE-LES LLC with GP/CGP=15.4) receive support even with a low sustainability class. A comparative analysis of three approaches was conducted: the author's methodology, the regional methodology for improving state support tools in the Krasnodar territory, and the international methodology of the Common Agricultural Policy of Asian and European countries. Systemic problems were identified: a chronic gap between planned and actual indicators, low efficiency of "socially sensitive" instruments (family grants, livestock subsidies — 14-21%), and high discipline in implementing capital-intensive measures (production quotas). It is concluded that without independent monitoring based on the principle of "resource — result — development", improving budgetary discipline, and abandoning ineffective measures, even scientifically based methods risk turning into an imitation of development. The practical significance of this work lies in creating a transparent, formalized, and adaptable tool for distributing subsidies, which can be used by regional agricultural management bodies.

Keywords: state support for the agro-industrial complex, technological sovereignty, leveling coefficient, Unified Agricultural Policy, Krasnodar territory

Актуальность исследования. АПК Краснодарского края играет ключевую роль в экономике региона и продовольственной безопасности России. В условиях геополитической нестабильности, санкций и необходимости импортозамещения проблема достоверной оценки инвестиционной привлекательности отрасли особенно

значима. Существующие методики фрагментарны и не дают целостной картины, что требует их совершенствования.

Научная новизна статьи заключается в разработке и апробации механизма дифференцированной государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, который

впервые интегрирует интегральную балльную оценку финансовой устойчивости по методике Донцовой-Никифоровой с отраслевым показателем отношения валовой продукции к затратам на ее производство (ВП/ЗВП) и выравнивающим коэффициентом k для адресного субсидирования проблемных, но перспективных хозяйств



в контексте достижения технологического суверенитета АПК.

Цели и задачи исследования. Цель исследования — разработка и апробация механизма дифференцированной поддержки АПК с учетом технологического суверенитета на основе интеграции балльной оценки, показателя ВП/ЗВП и выравнивающего коэффициента. Задачи исследования: провести классификацию хозяйств по пяти классам устойчивости с тепловой картой, рассчитать коэффициент k и субсидии по авторской методике с финансированием из нацпроекта, предложить региональную методику с анализом 2020-2030 гг., сравнить ее

с региональной и международной (ЕСХП) и дать рекомендации по реализации механизма.

Методы исследования. Исследование включало три этапа: аналитический обзор литературы, разработку авторского механизма расчета субсидий и эмпирическую апробацию. Применялись системный и сравнительный анализ, методы финансовой оценки по Донцовой-Никифоровой (восемь коэффициентов), тепловое картирование, а также формула эффективности $ЭП = (\Delta ВП / ОП) \times 100\%$ [5]. Материалами послужили данные бухгалтерской отчетности 18 сельхозорганизаций Краснодарского края (сервис list-org [7]), статистика регионального Минсель-

хоза [6] и Росстата за 2020-2024 гг. [8], а также отчеты Европейской комиссии и OECD по ЕСХП. Апробация проведена на данных 2024 г.; методика воспроизводима для любого региона при наличии аналогичных исходных данных.

Ход исследования включал аналитический обзор литературы, разработку авторского механизма дифференцированной поддержки АПК на основе интегральной балльной оценки финансовой устойчивости по методике Донцовой-Никифоровой, показателя отношения валовой продукции к затратам (ВП/ЗВП) и выравнивающего коэффициента k (1,0-2,0), а также эмпирическую апробацию на данных 18 сельхозорганизаций

Таблица 1. Тепловая карта для всех типологических классов
Table 1. Heat map for all typological classes

Типологическая группа	Валовая продукция хозяйствующего субъекта	Затраты на производство валовой продукции	Коэффициент абсолютной ликвидности	Коэффициент критической оценки	Коэффициент текущей ликвидности	Коэффициент финансовой независимости	Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования	Коэффициент финансовой независимости в части формирования запасов и затрат	Всего баллов
I класс									
ООО «АЛМА ПРОДАКШН» (АР)	1587280	1122200	1,30 (20 баллов)	3,52 (18 баллов)	1,98 (15 баллов)	0,90 (17 баллов)	0,87 (15 баллов)	4,43 (13,5 баллов)	98,5
ООО «НИВА» (АР)	47459	26260	2,88 (20 баллов)	14,4 (18 баллов)	25,05 (16,5 балла)	0,79 (17 баллов)	0,78 (15 баллов)	3,97 (13,5 баллов)	100,0
ООО «Рис» (АР)	187150	142136	1,58 (20 баллов)	2,83 (18 баллов)	4,74 (16,5 балла)	0,72 (17 баллов)	0,79 (15 баллов)	2,82 (13,5 баллов)	100,0
АО «Колхоз «Прогресс» (ГР)	938887	772475	0,89 (20 баллов)	7,17 (18 баллов)	8,42 (16,5 балла)	0,74 (17 баллов)	0,58 (15 баллов)	8,21 (13,5 баллов)	100,0
ОАО «СК имени М.И. Калинина» (ГР)	831463	563016	9,88 (20 баллов)	10,40 (18 баллов)	12,45 (16,5 балла)	0,94 (17 баллов)	0,90 (15 баллов)	8,66 (13,5 баллов)	100,0
ООО «ВЕЛЕС» (ГР)	4100174	265807	3,19 (20 баллов)	4,07 (18 баллов)	10,55 (16,5 балла)	0,90 (17 баллов)	0,82 (15 баллов)	2,60 (13,5 баллов)	100,0
ООО «Маяк революции» (ГР)	479941	246263	0,41 (16 баллов)	3,70 (18 баллов)	6,42 (16,5 балла)	0,86 (17 баллов)	0,58 (15 баллов)	6,12 (13,5 баллов)	96,0
ООО «Прикубанский» (ГР)	80071	75625	16,80 (20 баллов)	17,87 (18 баллов)	26,12 (16,5 балла)	0,98 (17 баллов)	15,00 (15 баллов)	4,96 (13,5 баллов)	100,0
ООО «Росток» (ГР)	31229	29275	39,59 (20 баллов)	39,59 (18 баллов)	242,59 (16,5 балла)	1,00 (17 баллов)	1,00 (15 баллов)	2,22 (13,5 баллов)	100,0
II класс									
ООО «Биолайн» (АР)	13143	12714	0,42 (16 баллов)	10,5 (18 баллов)	35,5 (16,5 балла)	0,97 (17 баллов)	-0,96 (0 баллов)	16,90 (13,5 баллов)	81,0
Закрытое акционерное общество «Племзавод Гулькевичский» (ГР)	734037	461302	0,02 (0 баллов)	5,06 (18 баллов)	2,68 (16,5 балла)	0,78 (17 баллов)	0,57 (15 баллов)	6,81 (13,5 баллов)	80,0
Общество с ограниченной ответственностью «Колос» (ГР)	366577	288331	0,21 (8 баллов)	0,72 (2 балла)	3,07 (16,5 балла)	0,89 (17 баллов)	0,67 (15 баллов)	3,49 (13,5 баллов)	72,0
ООО «ПЗ Наша Родина» (ГР)	1243640	763320	1,22 (20 баллов)	1,2 (9 баллов)	2,70 (16,5 балла)	0,63 (17 баллов)	0,34 (9 баллов)	2,21 (13,5 баллов)	85,0
III класс									
АО «КСП «Светлогорское» (АР)	882100	569984	0,25 (8 баллов)	0,25 (1 балл)	2,33 (16,5 балла)	0,82 (17 баллов)	0,54 (2 балла)	2,34 (13,5 балла)	58,0
ООО «КФХ Фатеева» (АР)	33337	39152	1,19 (20 баллов)	5,54 (18 баллов)	52,0 (16,5 балла)	0,12 (0 баллов)	0,19 (0 баллов)	0,18 (0 баллов)	54,5
ООО «Люкс-Агро-Р» (АР)	278316	195370	0,84 (20 баллов)	1,09 (3 балла)	1,88 (15 баллов)	0,55 (13 баллов)	0,26 (0 баллов)	2,17 (13,5 баллов)	64,5
ООО «Агротехсервис» (АР)	2725	2341	0,53 (20 баллов)	0,61 (1,5 балла)	2,84 (16,5 балла)	0,29 (0 баллов)	-0,05 (0 баллов)	1,57 (13,5 балла)	51,5
IV класс									
ООО «Агро-Альянс» (АР)	664534	409202	0,0005 (0 баллов)	8,0 (18 баллов)	0,003 (0 баллов)	0,38 (1 балл)	-0,005 (0 баллов)	1,85 (13,5 балла)	32,5
V класс									
ООО «КХ Кузьменко В.А.» (АР)	1749	4174	0,14 (4 балла)	0,72 (2 балла)	1,3 (6 баллов)	0,12 (1 балл)	-0,86 (0 баллов)	1,03 (13,5 баллов)	26,5
АО «ВЕНЦЫ-ЗАРЯ» (ГР)	1941140	1600830	0,008 (0 баллов)	0,41 (1 балл)	0,58 (0,5 балла)	0,05 (0 баллов)	-1,15 (0 баллов)	0,40 (0 баллов)	1,5

Рассчитано по данным сервиса проверки контрагентов list-org [7]



Краснодарского края с построением тепловой карты типологических классов и расчетом субсидий с учетом дополнительного финансирования в рамках национального проекта.

Результаты и их обсуждение. Авторская методика формирования размера государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей. Апробация проведена на сельхозорганизациях Абинского и Гулькевичского районов Краснодарского края с использованием методики оценки финансовой устойчивости Л.В. Донцовой и Н.А. Никифоровой [1]; данные интерпретированы в тепловой карте (табл. 1). В 2024 г. на поддержку АПК края выделено 6,9 млрд руб. (15814 организаций), что составило в среднем 436,3 тыс. руб. на одну организацию [6]. На основе таблицы 1 получены следующие выводы:

1. Объективность классификации. Интегральная балльная оценка четко дифференцирует организации по 5 классам: I класс (ООО «НИВА», ООО «Рис») близок к 100 баллам — исключительная стабильность; V класс (АО «ВЕНЦЫ-ЗАРЯ») — 1,5 балла — критическое состояние.
2. Специфические проблемы: низкая абсолютная ликвидность (ООО «Агро-Альянс» — 0,0005) и отрицательная обеспеченность собственными источниками (ООО «Биолайн» — -0,96) указывают на дефицит средств и зависимость от займов.
3. Валидность методики подтверждается соответствием балльных оценок классам. Дополнительное финансирование в рамках

Нацпроекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» [4] получают 55% организаций выборки по 500 тыс. руб. каждая — при условии участия в направлениях: селекция и генетика, кормовые добавки, ветпрепараты, модернизация, кадры для АПК.

Согласно расчетам по авторской методике (табл. 2), распределение субсидий демонстрирует три ключевых эффекта.

Во-первых, обеспечена справедливость: организации с высокой эффективностью (ВП/ЗВП) получают повышенную поддержку даже при низком классе финансовой устойчивости (ООО «ВЕЛЕС» — 7,23 млн руб.), а выравнивающий коэффициент k адресно помогает проблемным, но перспективным хозяйствам (III-V классы). Во-вторых, механизм дополнительного финансирования результативен: 55% организаций выборки получили 500 тыс. руб. за счет перераспределения средств нацпроекта, причем наибольший абсолютный прирост субсидий — у участников стратегических направлений. В-третьих, распределение сбалансировано: доля субсидий по классам соответствует их удельному весу (I класс — 53,24%; II класс — 17,29%; III класс — 16,33%), а общий объем (26,1 млн руб.) укладывается в бюджетные ограничения.

Научная новизна и практическая значимость методики — в интеграции классического анализа Донцовой-Никифоровой с отраслевым показателем ВП/ЗВП для АПК, что сочетает

справедливость и стратегическую направленность. Преимущества: прозрачность (формализованные критерии), гибкость (адаптация коэффициентов под регионы), стимулирование эффективных производителей вне зависимости от их текущего финансового состояния. Экономическая эффективность достигается дифференцированным подходом, созданием стимулов к росту результативности и концентрацией ресурсов на приоритетных направлениях. Рекомендованы пилотная апробация, автоматизация расчета субсидий и мониторинг с корректировкой коэффициентов.

Предложения по совершенствованию господдержки АПК Краснодарского края: усилить долю инфраструктурных расходов (GSSE), расширить инструменты управления рисками по канадской модели (BRM/RMI), укрепить инвестиционную направленность поддержки с приоритетом программ с высоким BCR, внедрить механизм «оплаты по результату» (P4R) [8].

Авторская региональная методика совершенствования инструментов государственной поддержки. В статье М.А. Нестеренко, Д.А. Садыкова, Д.А. Казанцев и Н.Д. Ленщикова [2] предложен метод совершенствования господдержки АПК Краснодарского края через рост производства и создание межрегиональных центров поддержки предпринимателей. Дополнительными инструментами можно выделить субсидии на мясное и молочное скотоводство, семейные гранты и льготное кредитование [10].

Таблица 2. Расчет размера субсидий по некоторым типологическим группам региона
Table 2. Calculation of subsidies for some typological groups in the region

Типологическая группа	ВП/ЗВП	Выравнивающий коэффициент	Размер субсидии без дополнительного финансирования			Объем дополнительного финансирования в рамках национального проекта	Итоговая субсидия	Доля, %
			Факт	План	Изменение			
I класс								
ООО «АЛМА ПРОДАКШН» (АР)	1,414	1,0	1036580	616965	-419615	500000	1116965	4,28
ООО «НИВА» (АР)	1,807	1,0	-	788515	+788515	-	788515	3,02
ООО «Рис» (АР)	1,317	1,0	-	574559	+574559	500000	1074559	4,12
АО «Колхоз «Прогресс» (ГР)	1,215	1,0	1048765	530000	-518765	-	530000	2,03
ОАО «СК имени М.И. Калинина» (ГР)	1,477	1,0	-	644500	+644500	500000	1144500	4,38
ООО «ВЕЛЕС» (ГР)	15,424	1,0	3082091	6730000	+3647909	500000	7230000	27,70
ООО «Маяк революции» (ГР)	1,949	1,0	-	850000	+850000	-	850000	3,26
ООО «Прикубанский» (ГР)	1,059	1,0	-	462000	+462000	-	462000	1,77
ООО «Росток» (ГР)	1,067	1,0	-	465500	+465500	-	465500	1,78
II класс								
ООО «Биолайн» (АР)	1,034	1,25	547750	563900	+16150	500000	1063900	4,08
Закрытое акционерное общество «Племзавод Гулькевичский» (ГР)	1,591	1,25	648472	867000	+218528	-	867000	3,32
Общество с ограниченной ответственностью «Колос» (ГР)	1,271	1,25	1117000	693500	-423500	500000	1193500	4,57
ООО «ПЗ Наша Родина» (ГР)	1,630	1,25	1388540	888500	-500040	500000	1388500	5,32
III класс								
АО «КСП «Светлогорское» (АР)	1,547	1,5	1546928	1012500	-534428	500000	1512500	5,79
ООО «КФХ Фатеева» (АР)	0,851	1,5	649640	556900	-92740	-	556900	2,13
ООО «Люкс-Агро-Р» (АР)	1,424	1,5	862957	932200	69243	500000	1432200	5,49
ООО «Агротехсервис» (АР)	1,164	1,5	677096	762100	85004	-	762100	2,92
IV класс								
ООО «Агро-Альянс» (АР)	1,624	1,75	2072002	1240000	-832002	500000	1740000	6,67
V класс								
ООО «КХ Кузьменко В.А.» (АР)	0,419	2,0	-	365500	+365500	-	365500	1,40
АО «ВЕНЦЫ-ЗАРЯ» (ГР)	1,213	2,0	-	1058000	+1058000	500000	1558000	5,97
Итого	х	х	14677821	20602139	х	5500000	26102139	100,0

Размер субсидий рассчитан по данным Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края [6]





Таблица 3. Методика совершенствования инструментов государственной поддержки АПК Краснодарского края за счет его развития (уточнена автором)
Table 3. Methodology for improving the tools of state support for the agricultural sector of the Krasnodar territory through its development (updated by the author)

Наименование инструмента	Характеристика	Эффек- тивность в 2025 г., %	Прогноз на 2026 г., %	Прогноз на 2027 г., %	Прогноз на 2028 г., %	Прогноз на 2029 г., %	Прогноз на 2030 г., %
Методика расчета		ЭП = (ΔВП/ОП)*100, где ΔВП — прирост валовой продукции от поддержки, ОП — объем поддержки					
Внедрение новых инструментов в государственную поддержку АПК							
Снижение налогообло- жения на предприятия, работающие менее 3 лет	Молодые организации и только что созданные подразде- ления АПК нуждаются в дополнительном финансировании или снижении затрат на некоторые ресурсы.	25	26	30	34	43	50
Снижение стоимости коммунальных услуг для молодых организаций и подразделений АПК	Коммунальные услуги в среднем каждый год увеличиваются на 2-5%, а значит, затраты на их оплату у предприятий также растут. Для молодых организаций, только начавших свое развитие — это важный ресурс, который им необходим. Однако если будет повышенная стоимость, то организация не сможет оплачивать коммунальные услуги в первые годы своей работы.	21	23	26	27	28	30
Увеличение объема финансирования грантов и стартов	Посредством грантов и стартов происходит создание и усовершенствование технологического процесса АПК Краснодарского края.	14	15	18	20	24	32
Создание центров поддержки АПК							
Создание центров поддержки молодых организаций и подразделений АПК	Для молодых организаций важно развиваться, однако часто из-за нехватки знаний у руководителей и непонимания возможностей сбыта и производства продукции молодые бизнесы рано заканчивают свою деятельность.	46	50	51	55	67	54
Создание центров для поддержки длительное время существующих АПК	Существующие длительное время организации нуждаются в дополнительном объяснении своих возможностей развиваться в условиях быстро прогрессирующего технологического роста.	32	34	45	32	25	30
Добавленные инструменты государственной поддержки для оптимизации метода							
Выделение субсидий на поддержку производства мясного и молочного животноводства	Мясное и молочное скотоводство являются ведущими отраслями сельского хозяйства, которые нуждаются в дополнительном финансировании.	15	20	26	24	20	21
Выделение финанси- рования на развитие семейных грантов	Семейные гранты позволят увеличить производительность и усилить социальные возможности граждан.	15	18	21	20	15	18
Льготные кредиты для сельхозпроизводителей	Увеличит количество производителей сельскохозяйственной продукции.	14	16	15	15	16	18

Составлено по данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея [8] и Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края [6]

Таблица 4. Числовой анализ методики совершенствования инструментов государственной поддержки АПК региона
Table 4. Numerical analysis of the methodology for improving state support tools for the regional agro-industrial complex

Наименование	Формула	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План
		2020 г.		2021 г.		2022 г.		2023 г.		2024 г.	
Снижение налогообложения на предприятия, работающие менее 3 лет, %	Сумма всех процентов показателя / Количество всех рассмотренных предприятий	1,5	1,9	1,3	1,5	1,5	1,9	1,4	2,1	2,1	2,4
Снижение стоимости коммунальных услуг для молодых организаций и подразделений АПК, %	Сумма всех процентов показателя / Количество всех рассмотренных предприятий	4,1	5,2	4	5,5	3,2	5,4	3,2	4,5	4,1	5,6
Объем финансирования грантов и стартов в сельском хозяйстве, млрд руб.	Сумма всех процентов показателя / Количество всех рассмотренных предприятий	5,5	5,9	3,1	5,5	1,7	3,4	1,6	3,7	2,2	5,6
Объем софинансирования расходных обязательств, млрд руб.	Сумма всех процентов показателя / Количество всех рассмотренных предприятий	8,3	9,0	9,3	10,1	5,5	6,5	7,5	8,9	6,5	6,4
Субсидирование сельского хозяйства Краснодарского края, млн руб.	$W = V3 / Q$, где: W - ставка субсидии из расчета на 1 т реализованных в текущем финансовом году, руб.; V3 - лимит бюджетных обязательств Краснодарского края на предоставление субсидии на текущий финансовый год, руб.; Q — общий объем продукции, т	1,06	1,1	1,09	1,1	1,16	1,2	1,16	1,3	0,94	1,4
Льготное кредитование отрасли сельского хозяйства, млн руб.	Росстат	90,9	100	110,5	110	183,1	125	189,3	150	222,5	210

Составлено по данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея [8] и Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края [6]



Исследование по авторской методике (табл. 3, 4) выявило разрыв между стратегическими целями и тактикой исполнения. Так, снижение налогов для молодых организаций должно повысить эффективность с 25% (2025 г.) до 50% (2030 г.), однако фактический показатель 2024 г. (2,1%) отстает от плана (2,4%). Центры поддержки начинающих организаций эффектив-

ны (46→54%), но для опытных хозяйств теряют смысл (45→30%).

Финансирование грантов в 2024 г. провалилось более чем в 2,5 раза (2,2 млрд руб. при плане 5,6 млрд руб.). Коммунальные льготы дают минимальный прирост (21→30%) при невыполнении плана на 27%. Субсидии животноводству нестабильны (пик 26% в 2027 г., спад до 21% к 2030 г.).

Исключение — льготное кредитование: факт 2024 г. (222,5 млн руб.) превысил план на 6%. Предложенная методика обладает высоким прогностическим потенциалом, но ее реализацию тормозит хронический разрыв между планами и исполнением [9]. Без повышения бюджетной дисциплины даже лучшие инструменты останутся имитацией развития.

Таблица 5. Методика Единой сельскохозяйственной политики (ЕСХП) стран Азии и Европы

Table 5. Methodology of the Common Agricultural Policy (CAP) of Asian and European countries

Наименование инструмента	Характеристика	Эффективность в 2025 г., %	Прогноз на 2026 г., %	Прогноз на 2027 г., %	Прогноз на 2028 г., %	Прогноз на 2029 г., %	Прогноз на 2030 г., %
Методика расчета	$ЭП = (\Delta ВП / ОП) * 100$, где $\Delta ВП$ — прирост валовой продукции от поддержки, ОП — объем поддержки						
Обложение налогами импорта	Установление размера налогов согласно потребности государства в повышении цен на импортированный товар из других стран.	25	25	30	34	35	40
Снижение внутренних цен	Снижение цен на продукты первой необходимости, чтобы повысить уровень жизни населения.	32	35	40	45	40	50
Увеличение числа квот на импорт	Средство, ограничивающее импорт на некоторый товар из других стран.	21	25	30	30	30	35
Прямые субсидии для начинающих фермеров	Выплата субсидий на землю, где выращивается товар сельского хозяйства, а не на объем произведенной продукции.	36	40	45	40	35	30
Квоты на производство	Квоты на развитие сельского хозяйства на землях, где это более рентабельно для государства.	41	50	35	40	45	35
Добавленные инструменты государственной поддержки для оптимизации метода							
Выделение субсидий на поддержку производства мясного и молочного животноводства	Мясное и молочное скотоводство являются ведущими отраслями сельского хозяйства, которые нуждаются в дополнительном финансировании.	15	20	26	24	20	21
Выделение финансирования на развитие семейных грантов	Семейные гранты позволят увеличить производительность и усилить социальные возможности граждан.	15	18	21	20	15	18
Льготные кредиты для сельхозпроизводителей	Увеличит количество производителей сельскохозяйственной продукции.	14	16	15	15	16	18

Составлено по данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея [8] и Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края [6]

Таблица 6. Числовой анализ иностранной методики Единой сельскохозяйственной политики (ЕСХП)

Table 6. Numerical analysis of the foreign methodology of the Common Agricultural Policy (CAP)

Наименование	Формула	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.
Объем налогов на импорт, % роста	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	8,9	9,0	11,1	12	9,4	10	12,1	12,5	14	14,5
Объем квот на импорт, % роста	$Ки = (\text{Импорт} / \text{ВВП}) \times 100\%$	10,5	11,2	12,2	13,1	11,1	12,1	8,2	14,2	9,5	15,5
Объем субсидий для начинающих фермеров, млн руб.	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	65	70,0	42,0	45,0	93,0	110,0	112,1	115,0	93,5	100
Объем квот на производство, млрд руб.	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	189,2	190	110,2	110	220,1	220	295,5	300	345,2	345
Объем налогов на экспорт, % роста	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	53	55	44	45	49	50	31	35	18,9	20
Объем квот на экспорт, % роста	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	26	30	23	25	43	35	42	25	16,6	25
Объем квот на производство продукции животноводства, млрд руб.	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	5,5	5,5	6,2	6,0	4,3	4,5	4,7	4,5	5,9	6
Объем квот на производство продукции растениеводства, млрд руб.	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	4,1	5	4,8	5	4,9	5,5	5,2	5	6,2	6,0
Затраты на производство, трлн руб.	Сумма всех числовых значений показателя, указанная в результатах финансового отчета за рассмотренный год	0,64	0,7	0,54	0,5	0,6	0,6	1,0	1,1	1,2	1,2

Составлено по данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея [8] и Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края [6]





Таблица 7. Сравнительная характеристика методик государственной поддержки АПК Краснодарского края
Table 7. Comparative characteristics of state support methods for the agro-industrial complex in the Krasnodar territory

Критерий сравнения	Авторская методика (дифференцированная поддержка)	Методика совершенствования инструментов (Краснодарский край)	Методика ЕСХП (международная)
Цель	Справедливое распределение субсидий с учетом финансовой устойчивости и эффективности производства.	Рост производства АПК, создание межрегиональных центров, повышение эффективности через новые инструменты.	Повышение производительности, стабилизация рынка, обеспечение продовольственной безопасности, доступные цены.
Базовый принцип	Интегральная балльная оценка (методика Донцовой–Никифоровой) + показатель ВП/ЗВП + выравнивающий коэффициент k.	Прогнозирование эффективности мер и анализ исполнения планов (факт/план).	Классические меры регулирования (налоги, квоты, субсидии) + добавленные инструменты.
Ключевые инструменты	– 5 классов финансовой устойчивости; – Выравнивающий коэффициент (от 1,0 до 2,0); – Допфинансирование из нацпроекта (500 тыс. руб. для 55% организаций).	– Снижение налогов для молодых организаций; – Снижение коммунальных тарифов; – Гранты и старты; – Центры поддержки (для молодых и «долгожителей»); – Субсидии на мясомолочное животноводство; – Семейные гранты; – Льготные кредиты.	– Обложение налогами импорта; – Снижение внутренних цен; – Квоты на импорт; – Прямые субсидии начинающим фермерам; – Квоты на производство; – Субсидии на животноводство, семейные гранты, льготные кредиты (аналогично).
Эффективность в 2025 г. (факт/прогноз)	Распределение: I класс — 53,24% субсидий, II — 17,29%, III — 16,33%. Наибольшая итоговая субсидия у ООО «ВЕЛЕС» (7,23 млн руб.).	Лидеры: центры поддержки молодых (46%), снижение налогов (25%), гранты (14-15% — низкая база).	Лидеры: квоты на производство (41%), прямые субсидии начинающим (36%), снижение внутренних цен (32%).
Прогноз до 2030 г.	Не задан линейно, но механизм позволяет адаптировать коэффициенты.	Рост: снижение налогов до 50%, центры молодежи до 54%, гранты до 32%. Спад: субсидии животноводству (15→21%), центры для «долгожителей» (32→30%).	Рост: снижение цен до 50%, налоги на импорт до 40%, квоты на импорт до 35%. Спад: субсидии начинающим (36→30%), квоты на производство (41→35%).
Проблема исполнения (разрыв план–факт)	В статье не анализируется напрямую, но план субсидий в табл. 2 часто превышает факт	Хроническое недовыполнение: гранты (факт 2,2 млрд руб. при плане 5,6 млрд руб. — провал 60%), софинансирование (6,5 млрд руб. при плане 6,4 млрд руб. — почти норма), субсидирование на 1 т (0,94 руб. при плане 1,4 руб.). Льготное кредитование — перевыполнение (222,5 млн руб. при плане 210 млн руб.).	Хроническое недовыполнение: квоты на импорт (факт 8,2% при плане 14,2% в 2023 г.), субсидии фермерам (93 млн руб. при плане 110 млн руб. в 2022 г.). Квоты на производство — точное исполнение (345,2 млрд руб. при плане 345 млрд руб.). Налоги на экспорт резко упали (53%→18,9%).
Сильные стороны	– Прозрачность и формализованность; – Учет отраслевой специфики (ВП/ЗВП); – Стимулирование эффективности независимо от класса; – Выравнивающий коэффициент для поддержки проблемных, но перспективных хозяйств.	– Высокий прогностический потенциал; – Чёткая идентификация лучших мер (налоговые льготы, центры молодежи); – Наличие фактических данных для верификации.	– Широкий набор классических и дополнительных инструментов; – Высокая исполнительская дисциплина в капиталоемких сегментах (квоты на производство); – Учет экспортной составляющей.
Слабые стороны	– Не учитывает лаги и мультипликативные эффекты; – Требует автоматизации и пилотной апробации; – Выравнивающий коэффициент может быть субъективен.	– Разрыв между стратегическим целеполаганием и тактической дисциплиной; – Системное недофинансирование грантов и субсидий; – Низкая эффективность добавленных инструментов (животноводство, семейные гранты).	– Низкая эффективность дополнительных инструментов (14–21%); – Не учитывает социальные и мультипликативные эффекты; – Риск превращения отдельных мер в «черные дыры» бюджета; – Рост затрат на производство при падении экспортных налогов.
Уникальная особенность	Интеграция финансовой устойчивости (баллы) с производственной эффективностью (ВП/ЗВП).	Жесткий контроль исполнения через сопоставление факта и плана по каждому году.	Ориентация на внешнеэкономическое регулирование (импорт/экспортные налоги и квоты).
Рекомендации автора статьи	Пилотная апробация, автоматизированная система расчета, мониторинг и корректировка коэффициентов.	Усилить GSSE (инфраструктурные расходы), внедрить канадскую модель управления рисками, оплату по результату (P4R), повысить бюджетную дисциплину.	Пересмотр критериев адресности, внедрение мониторинга «ресурс — результат — развитие», отказ от политически привлекательных, но неэффективных прямых выплат.

Международная методика Единой сельскохозяйственной политики (ЕСХП). В ее основе стран Азии и Европы — рост производительности, стабилизация рынка, ценовая доступность продуктов [3]. Оптимизация методики предполагает импортные налоги, субсидии фермерам, квоты [10]. Анализ ЕСХП на период 2020–2030 гг. выявляет ряд закономерностей.

Максимальную отдачу в 2025 г. дали «Квоты на производство» (41%) и «Прямые субсидии начинающим» (36%). Однако к 2030 г. эффективность субсидий снизится до 30%, тогда как «Снижение внутренних цен» вырастет до 50% — сигнал насыщения стартовой поддержки.

Новые меры (субсидии на животноводство, гранты) показывают низкую эффективность (14–21%) — парадокс внедрения заведомо слабых инструментов из-за институциональных барьеров.

Существует хронический разрыв плана и факта, так как квоты на импорт в 2023 г. выполнены на 8,2% при плане 14,2%, субсидии недобирают миллионы. Исключение — производственные квоты (исполнение 345,2 млрд руб. при плане 345,0 млрд руб.), что говорит о высокой дисциплине в госсегменте.

Налоги на экспорт упали с 53% (2020 г.) до 18,9% (2024 г.) при стабильно низких экспортных квотах — возможно, вынужденная мера. Но рост затрат на производство (с 0,64 до 1,2 трлн руб.) ставит эффективность этого маневра под сомнение. Формула эффективности ЕСХП ($ЭП = \frac{ДВП_{п/ОП}}{ОП} \times 100$) лаконична, но игнорирует лаги и социальные последствия.

До 2030 г. вероятно дивергенция, так как одни инструменты (снижение цен, квоты) выйдут на пик, другие (субсидии новичкам) рискуют стать «черными дырами» бюджета. Странам

по ЕСХП предстоит выбор между политической выгодой прямых выплат и экономической рациональностью рыночных регуляторов. Без пересмотра критериев адресности и внедрения мониторинга по принципу «ресурс — результат — развитие» прогнозируемые 30–40% эффективности к концу десятилетия останутся скорее амбицией, чем реальностью [9].

Сравнительная характеристика методик государственной поддержки АПК Краснодарского края. Комплексный анализ трех методик (табл. 7) выявляет закономерность: даже самая научно обоснованная модель бессильна против слабой институциональной среды и бюджетного секвестра.

Авторская методика дифференцированной поддержки (табл. 1 и 2) прозрачна и формализована: от «золотых» хозяйств I класса (53,24% средств) до «агонизирующих» V класса.



Ее ахиллесова пята — статичность: она игнорирует лаги, мультипликаторы и, главное, реальную исполнительскую дисциплину.

Региональная методика (табл. 3 и 4) дает обнадеживающий прогноз — снижение налогов к 2030 г. сулит 50% эффективности, центры поддержки — 54%. Но факт 2020-2024 гг. жесток: гранты провалены в 2,5 раза (2,2 млрд руб. против 5,6 млрд руб.), субсидия на 1 т — 0,94 руб. вместо 1,4 руб. Исключение — льготное кредитование (+6% к плану). Рынок голосует за предсказуемость.

Международная методика ЕСХП (табл. 5 и 6) подтверждает тренд: квоты на производство (41% эффективности в 2025 г.) и субсидии новичкам (36%) работают, но динамика разнонаправлена — снижение внутренних цен растет (с 32% до 50% к 2030 г.), а «стартовые» субсидии падают после 2027 г. Добавленные инструменты (мясомолочные субсидии, семейные гранты) дают жалкие 14-21%. Хронический разрыв плана и факта (по квотам на импорт (8,2% против 14,2% в 2023 г.), по субсидиям фермерам (93 млн руб. против 110 млн руб.) зеркалит российские проблемы.

Выводы и предложения. Сопоставление методик выявляет три системных вызова. Во-первых, разрыв «план-факт»: без независимого мониторинга исполнения («ресурс — результат — развитие») точные прогнозы останутся благими пожеланиями. Во-вторых, низкая КПД «социально-чувствительных» инструментов — семейные гранты, субсидии на животноводство, льготные кредиты в ЕСХП и региональной методике дают лишь 14-21% эффективности. В-третьих, перекос в сторону капиталоемких сегментов: в ЕСХП и Краснодарском крае квоты и крупные инвестпроекты исполняются почти идеально (345,2 млрд руб. при плане 345 млрд руб.), а малые гранты проваливаются.

Авторская методика дифференцированной поддержки научно обоснована, но без жесткого контроля исполнения (как в региональной методике) и отказа от неэффективных «социальных» инструментов (как в ЕСХП) рискует стать «черной дырой» бюджета. Главный урок: методика — лишь карта. Дорогу (бюджетную дисциплину, адресность, долгосрочные правила) предстоит проложить политической воле. Иначе к 2030 г. получим имитацию развития вместо технологического суверенитета.

Направления дальнейших исследований. Перспективным направлением для дальнейших исследований в рассматриваемой области является детализированная разработка автоматизированной системы расчета субсидий на базе авторской методики с обоснованием алгоритмов корректировки выравнивающих коэффициентов в реальном времени и интеграцией механизмов мониторинга по принципу «ресурс — результат — развитие» для обеспечения адаптивности государственной поддержки

к изменяющимся условиям хозяйствования и технологическим приоритетам АПК.

Список источников

- Агафонов Н.П., Дворникова Ю.В. Анализ финансовых результатов сельскохозяйственных организаций // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 31 (5). С. 15-21. EDN: BTFQVN
- Ахтариева Л.Г. Современные подходы к оценке инвестиционной привлекательности регионов // Социально-экономическое развитие. 2014. № 1 (7). С. 233-239.
- Бадякина Т.О. Совершенствование механизма государственного регулирования экономического развития АПК Краснодарского края // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11. № 4. С. 863-888.
- Национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», утвержденный 20 декабря 2024 года Протоколом заочного голосования членов президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (номер документа – 12 пр.) и введенный в действие с 2025 года. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/924/about/> (дата обращения: 22.04.2026).
- Ноженко Д.Ю. Особенности подходов к оценке эффективности государственных программ в регионах России // Россия: тенденции и перспективы развития. 2016. № 11-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-podkhodov-k-otsenke-effektivnosti-gosudarstvennyh-programm-v-regionah-rossii> (дата обращения: 30.04.2026).
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. URL: <https://msh.krasnodar.ru/> (дата обращения: 23.04.2026).
- Сервис проверки контрагентов list-org. URL: <https://www.list-org.com/> (дата обращения: 23.04.2026).
- Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея. URL: <https://23.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 22.04.2026).
- Халыпин А.А., Черников Г.Ю., Хмарский Д.Е., Ручинский М.С. Совершенствование инструментов государственной поддержки АПК Краснодарского края // Экономика и управление: проблемы, решения. 2026. Т. 1. № 2 (167). С. 140-156. doi: 10.36871/ek.up.p.r.2026.02.01.014
- Халыпин А.А., Авксентьев Д., Свисткова А.В., Степкина А.В. Совершенствование методики оценки инвестиционной привлекательности и государственно-инвестиционной политики АПК региона // Естественно-гуманитарные исследования. 2026. № 1 (63). С. 488-494.

References

- Agafonova, N.P., Dvornikova, Yu.V. (2020). Analiz finansovykh rezul'tatov sel'skokhozyaystvennykh organizatsii [Analysis of the financial results of agricultural organizations]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 31 (5), pp. 15-21. EDN: BTFQVN
- Akhtarieva, L.G. (2014). Sovremennye podkhody k otsenke investitsionnoi privlekatel'nosti regionov [Modern

approaches to assessing the investment attractiveness of regions]. *Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitiye* [Socio-economic development], no. 1 (7), pp. 233-239.

3. Badyakina, T.O. (2024). Sovershenstvovanie mekhanizma gosudarstvennogo regulirovaniya ehkonomicheskogo razvitiya APK Krasnodarskogo kraia [Improvement of the mechanism of state regulation of economic development of the agro-industrial complex of the Krasnodar territory]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food policy and security], vol. 11, no. 4, pp. 863-888.

4. Natsional'nyi proekt «Tekhnologicheskoe obespechenie prodovol'stvennoi bezopasnosti», utverzhdennyi 20 dekabrya 2024 goda Protokolom zaochnogo golosovaniya chlenov prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossiiskoi Federatsii po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nym proektam (nomer dokumenta — 12 pr.) i vvedennyi v deistvie s 2025 goda [The National project "Technological support for food security", approved on December 20, 2024, by the Protocol of the absentee vote of the members of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects (document number – 12 pr.), and put into effect in 2025]. Available at: <http://government.ru/rugovclassifier/924/about/> (accessed: 22.04.2026).

5. Nozhenko, D.Yu. (2016). Osobennosti podkhodov k otsenke ehffektivnosti gosudarstvennykh programm v regionakh Rossii [Features of approaches to assessing the effectiveness of state programs in Russian regions]. *Rossiia: tendentsii i perspektivy razvitiya* [Russia: trends and prospects of development], no. 11-3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-podkhodov-k-otsenke-effektivnosti-gosudarstvennyh-programm-v-regionah-rossii> (accessed: 30.04.2026).

6. Ofitsial'nyi sait Ministerstva sel'skogo khozyaistva i pererabatyvayushchei promyshlennosti Krasnodarskogo kraia [Official website of the Ministry of Agriculture and Processing Industry of the Krasnodar territory]. Available at: <https://msh.krasnodar.ru/> (accessed: 23.04.2026).

7. Servis proverki kontragentov list-org [List-org counterparty verification service]. Available at: <https://www.list-org.com/> (accessed: 23.04.2026).

8. Upravlenie Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Krasnodarskomu kraiu i Respublike Adygeya [Federal State Statistics Service of the Krasnodar territory and the Republic of Adygea]. Available at: <https://23.rosstat.gov.ru/> (accessed: 22.04.2026).

9. Khalyapin, A.A., Chernikov, G.Yu., Khmarskiy, D.E., Ruchinskiy, M.S. (2026). Sovershenstvovanie instrumentov gosudarstvennoi podderzhki APK Krasnodarskogo kraia [Improving the tools of state support for the agro-industrial complex of the Krasnodar territory]. *Ehkonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], vol. 1, no. 2 (167), pp. 140-156. doi: 10.36871/ek.up.p.r.2026.02.01.014

10. Khalyapin, A.A., Avksent'ev, D., Svistkova, A.V., Stepkina, A.V. (2026). Sovershenstvovanie metodiki otsenki investitsionnoi privlekatel'nosti i gosudarstvenno-investitsionnoi politiki APK regiona [Improvement of the methodology for assessing the investment attractiveness and state-investment policy of the region's agro-industrial complex]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 1 (63), pp. 488-494.

Информация об авторе:

Халыпин Алексей Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6110-9091>, Scopus ID: 58777479600, Researcher ID: OJU-8364-2025, SPIN-код: 9604-2834, wamp__1@rambler.ru

Information about the author:

Alexey A. Khalyapin, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of finance,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6110-9091>, Scopus ID: 58777479600, Researcher ID: OJU-8364-2025, SPIN-code: 9604-2834, wamp__1@rambler.ru

✉ wamp__1@rambler.ru





ОБОСНОВАНИЕ ЗЕЛЕННОЙ КОНКУРЕНТНОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОМАШИНОСТРОЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ПЕРЕХОДА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА К НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ МОДЕЛИ ХОЗЯЙСТВА

О.О. Ведьманова, А.С. Козлов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты формирования «зелёной» конкурентной стратегии предприятий агромашиностроения в условиях перехода агропромышленного комплекса (АПК) России к низкоуглеродной модели хозяйствования. Анализируются ключевые факторы, обуславливающие необходимость экологической переориентации отраслевых игроков: ужесточение климатического регулирования, трансформацию потребительских предпочтений, давление на цепочки добавленной стоимости в АПК. На основе синтеза концепций конкурентных преимуществ М. Портера, ресурсно-ориентированного подхода и ESG-принципов предложена авторская модель «зелёной» стратегии для предприятий агромашиностроения. Выделены стратегические направления: низкоуглеродная продуктовая инновация, экологическая дифференциация, «зелёные» цепочки поставок. Установлено, что переход к низкоуглеродной модели является не только экологическим императивом, но и источником устойчивого конкурентного преимущества для отечественных производителей сельхозтехники.

Ключевые слова: ESG — стандарты, декарбонизация, углеродный след, экологическое регулирование, устойчивое развитие, конкурентоспособность предприятий, экологические инновации

Original article

SUBSTANTIATION OF A GREEN COMPETITIVE STRATEGY FOR AGRICULTURAL MACHINERY ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX TRANSITION TO A LOW-CARBON ECONOMIC MODEL

O.O. Vedmanova, A.S. Kozlov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article examines the theoretical and practical aspects of forming a green competitive strategy for agricultural machinery enterprises in the context of the Russian agro-industrial complex (AIC) transition to a low-carbon economic model. Analyzed the key factors driving the need for ecological reorientation of industry players: tightening climate regulation, transformation of consumer preferences, and pressure on value chains in the AIC. Based on a synthesis of M. Porter's competitive advantage concepts, the resource-based view, and ESG principles, an original model of a "green" strategy for agricultural machinery enterprises is proposed. Strategic directions are identified: low-carbon product innovation, ecological differentiation, and "green" supply chains. It is established that the transition to a low-carbon model is not only an ecological imperative but also a source of sustainable competitive advantage for domestic agricultural machinery manufacturers.

Keywords: ESG standards, decarbonisation, carbon footprint, environmental regulation, sustainable development, enterprise competitiveness, environmental innovation

Введение. Глобальное потепление и связанная с ним трансформация регуляторного ландшафта создают принципиально новый контекст для стратегического планирования в реальном секторе экономики. Ратификация Россией Парижского соглашения [1] и принятие Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года задают вектор, игнорировать который предприятиям становится всё сложнее. Агропромышленный комплекс (АПК) — один из крупнейших эмитентов парниковых газов в отечественной экономике, и именно здесь трансформация проходит особенно болезненно.

Вместе с тем агромашиностроение как поставщик техники и технологий для АПК оказывается в двойственном положении. С одной стороны, производители сельскохозяйственных машин испытывают давление со стороны покупателей, требующих более экологичную и топливно-эффективную технику. С другой — они сами несут значительный углеродный след

в рамках своих производственных цепочек. Таким образом, стратегический вопрос о том, как построить конкурентоспособную «зелёную» стратегию применительно к отрасли агротехники, является весьма актуальным и недостаточно исследованным в отечественной научной литературе.

Несмотря на растущий интерес к проблематике низкоуглеродного развития, вопросы машиностроения в данном контексте освещены в научной литературе недостаточно. Большинство публикаций сосредоточено на сельскохозяйственном производстве как таковом [2; 3], или на энергетике [4]. Специфика машиностроительного звена остаётся в тени, хотя именно здесь формируется технологический базис всей отраслевой «зелёной» трансформации.

Актуальность настоящей статьи, таким образом, обусловлена сочетанием нескольких факторов: нарастанием международного и национального климатического регулирования, трансформацией рынка сельхозтехники, расту-

щим спросом на экологичные решения в АПК, а также методологическим разрывом между теорией конкурентных стратегий и практикой «зелёного» перехода в промышленности.

Научная новизна работы состоит в том, что предпринята попытка адаптировать классические инструменты стратегического менеджмента (прежде всего типологию Портера М. конкурентных стратегий) к специфике «зелёного» перехода в агромашиностроении и предложить авторскую структурную модель «зелёной» конкурентной стратегии для предприятий данной отрасли.

Цель исследования — обосновать концептуальные основы «зелёной» конкурентной стратегии предприятий агромашиностроения в контексте перехода АПК к низкоуглеродной модели хозяйствования.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) проанализировать текущее состояние и тенденции перехода декарбонизации в АПК России;



- 2) систематизировать теоретические подходы к формированию «зелёных» конкурентных стратегий;
- 3) выявить специфические условия и ограничения реализации «зелёной» стратегии;
- 4) разработать структурную модель «зелёной» конкурентной стратегии для предприятий агротехники.

Методы исследования. В работе использовались методы системного и сравнительного анализа, синтез теоретических концепций, изучение отраслевой статистики и нормативных документов. Теоретическую базу составляют работы М. Портера [5; 6] в области конкурентных стратегий, труды по ресурсно-ориентированному подходу (J. Barney) [7], концепция ESG-трансформации, а также публикации по «зелёной» экономике применительно к АПК [8; 9].

Декарбонизация в АПК: вызовы и возможности для сельскохозяйственного машиностроения. Сельское хозяйство России формирует, по различным оценкам, от 5 до 8% совокупных национальных выбросов парниковых газов [10]. Основные источники — животноводство, растениеводство, применение минеральных удобрений и, что важно для рассматриваемой темы, использование дизельного топлива в агрегатах. По данным Минсельхоза, парк самоходной сельхозтехники в России насчитывает более 400 тысяч единиц, значительная часть которых эксплуатируется с превышением нормативных сроков службы. Устаревший парк означает избыточный расход топлива и повышенные выбросы углекислого газа — по некоторым оценкам, на 20–30% выше, чем у современных аналогов.

В 2021–2023 годах на рынке сельхозтехники России обозначился ряд принципиальных трендов. Во-первых, уход западных производителей (CLAAS, John Deere, CNH Industrial) после 2022 года создал окно возможностей для отечественных и китайских производителей. Во-вторых, именно в этих условиях российские предприятия — прежде всего «Ростсельмаш» и концерн «Тракторные заводы» — получили шанс на технологический рывок, в том числе в «зелёном» направлении. В-третьих, несмотря на санкционное давление, запрос аграриев на топливэкономичную и технологичную технику не снизился: рост цен на ГСМ вынуждает хозяйства считать каждый литр топлива [11].

С точки зрения нормативного контекста следует отметить, что в России в 2021 году принят Федеральный закон № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», который вводит систему углеродной отчётности для крупных эмитентов. Постепенное расширение периметра регулирования на агропромышленный сектор — вопрос ближайшей перспективы. Это означает, что производители сельхозтехники столкнутся с ужесточением экологических требований как к самим машинам, так и к процессам их производства. Наиболее дальновидные компании уже начинают выстраивать «зелёные» стратегии, не дожидаясь регуляторного принуждения.

Таким образом, сельскохозяйственное машиностроение оказывается на пересечении сразу нескольких силовых линий: экологического регулирования, рыночного давления со стороны потребителей и конкурентного давления со стороны зарубежных и отечественных игроков. Это делает «зелёную» стратегию не роскошью, а насущной необходимостью.

Теоретические основы «зелёной» конкурентной стратегии. Понятие «конкурентная стратегия» в современном менеджменте прочно ассоциируется с именем М. Портера, который выделил три базовые стратегические позиции: лидерство по издержкам, дифференциацию и фокусирование [5]. Несмотря на то, что эти концепции были сформулированы ещё в 1980-х годах, они сохраняют объяснительную силу и сегодня — в том числе применительно к «зелёному» переходу. Важно, однако, что «экологическая» размерность у Портера долгое время оставалась на периферии, и лишь позднее исследователи начали соединять его инструментарий с вопросами устойчивого развития [6].

В рамках ресурсно-ориентированного подхода (Resource-Based View — RBV) конкурентное преимущество трактуется как результат обладания редкими, ценными, труднокопируемыми и незаменимыми ресурсами [7]. С этих позиций «зелёные» компетенции предприятия — технологии снижения выбросов, экологическая культура производства, «зелёные» патенты — могут рассматриваться как стратегические активы, способные обеспечить длительное конкурентное превосходство. Применительно к агромашиностроению это могут быть, например, собственные разработки в области гибридных силовых установок, систем точного земледелия, снижающих норму внесения удобрений, или биотопливных адаптеров для серийных машин.

Не менее значимой теоретической рамкой является концепция ESG (Environmental, Social, Governance). В применении к промышленным предприятиям она предполагает интеграцию экологических, социальных и управленческих критериев в стратегию и операционную деятельность [8]. Анализ показывает, что в мировой практике ESG-ориентированные компании демонстрируют более высокую устойчивость к регуляторным рискам и получают доступ к «зелёному» финансированию на льготных условиях [9]. В России этот механизм пока развит слабее, однако, с учётом увеличивающегося интереса к «зелёным» облигациям и программам льготного кредитования в АПК, его игнорирование было бы стратегической ошибкой.

На основе синтеза указанных подходов можно сформулировать рабочее определение: ««зелёная» конкурентная стратегия предприятия агромашиностроения — это долгосрочный план действий, направленный на формирование устойчивого конкурентного преимущества за счёт систематического снижения экологического воздействия производства и выпускаемой продукции, интеграции ESG-принципов в корпоративное управление и создания экологически ориентированной ценности для потребителей и общества». Данное определение включает три ключевых элемента: экологическую направленность, стратегическую нацеленность и ценностное измерение — что отличает его от более узкого понятия «экологический менеджмент».

Специфика и ограничения «зелёного» перехода в агротехнике. Прежде чем предлагать стратегическую модель, важно честно обозначить ограничения, с которыми сталкиваются отечественные производители. Их можно сгруппировать в несколько блоков.

Технологические ограничения. Российское агромашиностроение отстает от мировых лидеров в области электрификации и гибридизации силовых установок. Электрические тракторы

и комбайны — пока экзотика даже на западных рынках, однако именно там активно ведётся разработка соответствующих платформ (John Deere, CNH). Отечественные предприятия объективно располагают меньшими R&D-бюджетами, и рассчитывать на паритет в разработках «с нуля» нереалистично. Альтернатива — адаптация заимствованных технологий и нишевая специализация.

Финансовые ограничения. «Зелёная» модернизация производства и продуктовой линейки требует значительных капитальных вложений. В условиях санкционного давления и ограниченного доступа к иностранным рынкам капитала основным инструментом остаются государственные программы субсидирования — в частности, постановление Правительства РФ № 1432, субсидирующее производство сельхозтехники. Однако «зелёная» направленность в этих программах пока не является приоритетным критерием отбора.

Рыночные ограничения. Российский аграрий, принимая решение о покупке техники, в первую очередь ориентируется на цену, надёжность и доступность сервиса. Экологические характеристики — топливная эффективность и выбросы — занимают подчинённое место в системе потребительских приоритетов. Это означает, что «зелёная» стратегия должна транслировать экологические преимущества в осязаемую экономическую выгоду для покупателя (снижение расходов на топливо, соответствие будущим регуляторным требованиям), а не апеллировать к абстрактной «ответственности перед природой».

Институциональные ограничения. Национальная система углеродного регулирования в России находится на начальном этапе становления. Отсутствие углеродного рынка и обязательных стандартов выбросов для сельхозтехники снижает экономические стимулы к «озеленению» для самих производителей. Преодоление этих ограничений требует активного диалога бизнеса с регуляторами и внедрения добровольных отраслевых стандартов.

Авторская модель «зелёной» конкурентной стратегии для предприятий агромашиностроения. Опираясь на проведённый анализ, предлагаем структурную модель «зелёной» конкурентной стратегии, включающую три уровня и четыре стратегических уровня.

Первый уровень — диагностический. На этом этапе предприятие должно провести комплексный аудит своего углеродного следа: не только непосредственный производственный выбросы (Score 1), но и косвенных — от потребления энергии (Score 2) и всей цепочки поставок (Score 3).

Для предприятий агромашиностроения особое значение имеют выбросы категории Score 3, поскольку существенная часть совокупного углеродного следа формируется не на стадии производства, а в процессе эксплуатации техники у конечного потребителя. Иными словами, парниковые газы, образующиеся при использовании машин в сельскохозяйственных организациях, по своему масштабу, как правило, превышают выбросы, возникающие непосредственно на производственной площадке. По этой причине экологическая стратегия предприятия должна охватывать полный жизненный цикл продукции — от закупки материалов и изготовления техники до её эксплуатации, сервисного сопровождения и последующей утилизации.



Второй уровень связан с постановкой стратегических целей. По итогам проведённого аудита предприятие определяет целевые параметры сокращения углеродного следа, например снижение выбросов на 30% к 2030 г. по категориям Score 1 и Score 2, а также формирует систему показателей оценки результативности и устанавливает сроки достижения намеченных ориентиров. При этом принципиально важно, чтобы экологические приоритеты не существовали изолированно, а были интегрированы в общую корпоративную стратегию и соотнесены с производственными, инвестиционными и сбытовыми задачами компании.

Третий уровень предполагает практическую реализацию стратегии по четырём основным направлениям.

Первое направление — развитие низкоуглеродных продуктовых инноваций. В данном случае речь идёт о разработке и серийном выпуске машин с пониженным удельным расходом топлива, а также техники, адаптированной к использованию альтернативных видов топлива, включая биодизель и сжиженный природный газ, либо оснащённой элементами электрического привода. Для российского рынка в среднесрочной перспективе наиболее реалистичным представляется внедрение гибридных систем управления двигателем и трансмиссией, позволяющих сократить расход топлива на 10–15% без радикального изменения базовой конструкции машины. Наряду с этим значительный потенциал имеют цифровые решения в сфере точного земледелия, обеспечивающие снижение расхода горюче-смазочных материалов, удобрений и средств защиты растений.

Второе направление — экологическая дифференциация продукции. По существу, речь идёт об адаптации логики конкурентной дифференциации, предложенной М. Портером, к современным экологическим требованиям. Предприятие формирует позиционирование своей продукции как более экологичной по сравнению с аналогами, представленными на рынке, что при определённых условиях позволяет обосновать более высокую ценность товара для потребителя. В качестве практических инструментов могут использоваться экологическая сертификация, в том числе по стандарту ISO 14001, подготовка и публикация экологических деклараций продукции (EPD), а также участие в «зелёных» закупках и тендерах. Для российских производителей данный подход особенно значим в контексте выхода на внешние рынки, прежде всего в страны ЕАЭС и ряд государств Глобального Юга, где экологические требования к технике постепенно ужесточаются.

Третье направление — формирование экологически ответственных цепочек поставок. Снижение выбросов в рамках Score 3 невозможно без системной работы с поставщиками сырья, материалов и комплектующих. В этой связи предприятие должно вводить экологические критерии отбора контрагентов, стимулировать использование ресурсов с более низким углеродным следом, а также развивать механизмы возврата, повторного использования и переработки отдельных узлов и деталей. Для крупных компаний агромашиностроения, включая «Ростсельмаш» и КТЗ, такая практика имеет значение не только с точки зрения снижения экологической нагрузки, но и как инструмент укрепления деловой репутации,

повышения инвестиционной привлекательности и расширения доступа к инструментам «зелёного» финансирования.

Четвёртое направление — ESG-интеграция и развитие механизмов «зелёного» корпоративного управления. Если экологическая повестка не встроена в систему управления предприятием, то даже перспективные инициативы нередко остаются разрозненными мерами, не оказывающими существенного влияния на стратегию компании в целом. В этой связи ESG-интеграция предполагает закрепление ответственности за вопросы устойчивого развития на уровне высшего менеджмента, внедрение нефинансовой отчётности по признанным стандартам, включая GRI и рекомендации РСРП, а также использование элементов внутреннего углеродного ценообразования. Значение последнего инструмента состоит в том, что он позволяет сделать экологические издержки измеримыми для каждого подразделения и тем самым создать более действенные стимулы к сокращению выбросов.

Предложенная модель не претендует на исчерпывающую полноту — это, скорее, концептуальный каркас, требующий доработки применительно к конкретному предприятию. В дальнейших исследованиях планируется апробация модели на материалах конкретных предприятий агромашиностроения с использованием количественных методов оценки экономического эффекта «зелёной» стратегии.

Результаты. Сравнивая предложенную модель с имеющимися в литературе подходами, необходимо отметить ряд принципиальных отличий.

Во-первых, в отличие от большинства публикаций по ESG в АПК [3; 8; 13], которые рассматривают сельскохозяйственных производителей и агрохолдинги, настоящая работа фокусируется именно на машиностроительном звене цепочки. Это смещение оптики позволяет увидеть специфические механизмы формирования конкурентного преимущества через продуктовую и технологическую инновацию.

Во-вторых, предложенная трёхуровневая структура (диагностика — целеполагание — операционализация) перекликается с подходом, применённым в работе [12] для оценки устойчивости агропродовольственных систем, однако адаптирована к промышленному контексту и обогащена стратегическим измерением.

В-третьих, важно подчеркнуть, что «зелёная» стратегия в агромашиностроении имеет мультипликативный эффект: снижение углеродного следа одной «умной» машины за 15–20 лет её жизненного цикла приводит к значительно большей совокупной экономии выбросов, чем аналогичное снижение непосредственно в производстве. Этот аргумент пока недооценивается и в академических исследованиях, и в практике стратегического планирования.

Определённые ограничения настоящего исследования связаны с его преимущественно теоретическим характером. Отсутствие верификации модели на конкретных данных предприятия — очевидный недостаток.

Кроме того, неопределённость нормативной среды (темпы развертывания углеродного регулирования в России) существенно затрудняет долгосрочное стратегическое планирование.

Основные выводы. Проведённое исследование позволяет сформулировать ряд выводов. Первое: переход АПК России к низкоуглеродной

модели хозяйствования создаёт качественно новые условия для конкуренции в агромашиностроении, при которых экологические характеристики техники становятся стратегическим ресурсом, а не периферийным требованием.

Классические инструменты Портера М. конкурентного анализа сохраняют свою применимость в «зелёном» контексте, однако требуют дополнения концепциями ESG-трансформации, управления Score 1–3 выбросами и «зелёными» цепочками поставок.

Предложенная авторская модель «зелёной» конкурентной стратегии включает три уровня (диагностика, целеполагание, операционализация) и четыре стратегических направления (низкоуглеродная продуктовая инновация, экологическая дифференциация, «зелёные» цепочки поставок, ESG-интеграция), которые в совокупности формируют системный ответ предприятий агромашиностроения на вызовы низкоуглеродного перехода.

Реализация «зелёной» стратегии в российских условиях сопряжена со значительными технологическими, финансовыми, рыночными и институциональными ограничениями, преодоление которых требует скоординированных усилий бизнеса, государства и научного сообщества.

Дальнейшие исследования в этой области целесообразно направить на количественную оценку экономического эффекта «зелёной» стратегии для конкретных предприятий, разработку отраслевых KPI декарбонизации и анализ лучших международных практик в аналогичных индустриях.

Список источников

1. Парижское соглашение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата: принято 12 дек. 2015 г. [вступило в силу 4 нояб. 2016 г.]. URL: http://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf (дата обращения: 05.05.2026).
2. Алтухов А.И., Дудченко Л.Н. Обеспечение продовольственной безопасности России в условиях климатических изменений // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 5. С. 2–10.
3. Строков А.С., Ковалёва И.В. ESG-трансформация в агропродовольственном секторе: глобальный контекст и российская специфика // АПК: экономика, управление. 2023. № 4. С. 14–24.
4. Башмаков И.А. Российская низкоуглеродная стратегия — 2050: цели, инструменты, эффекты // Вопросы экономики. 2021. № 7. С. 5–30.
5. Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 453 с.
6. Porter, M.E. & van der Linde C. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship // Journal of Economic Perspectives. 1995. Vol. 9, No. 4. P. 97–118.
7. Barney J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage // Journal of Management. 1991. Vol. 17, No. 1. P. 99–120.
8. Шумарева С.Н. ESG-трансформация в сельскохозяйственных организациях: возможности и вызовы // Вестник БГАТУ. 2023. № 3. С. 45–52.
9. Horgren E., Stankeviciene J. Systematic Literature Review on the Methodological Approaches of the Efficiency of Green Investment in Renewable Energy-Based Development // Forum Scientiae Oeconomia. 2024. No. 4. P. 30–46.
10. Кудряшова Е.В. Парниковые газы в агропромышленном комплексе России: оценка и перспективы регулирования // Экономика региона. 2022. Т. 18, № 2. С. 490–503.



11. Новиков В.С. Энергоэффективность в агромашиностроении: современное состояние и стратегические перспективы // Техника и оборудование для села. 2023. № 6. С. 12–18.

12. Батова В.Н., Лявина М.Ю. Модели проектирования эффективных и устойчивых агропродовольственных систем с низким углеродным следом // Вестник Саратовского государственного аграрного университета. 2023. № 2. С. 60–68.

13. Огородников П.И., Гусева Е.П., Спешиллов Е.А. Возможности ESG-трансформации для целей развития машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций // Управленческий учёт. 2024. № 3. С. 178–186.

14. Sovacool B.K., Hess D.J., Cantoni R. Energy Transitions from the Cradle to the Grave: A Meta-Theoretical Framework Integrating Responsible Innovation, Social Practices, and Energy Justice // Energy Research & Social Science. 2021. Vol. 75. Art. 102027. DOI: 10.1016/j.erss.2021.102027.

15. Del Duca V., Ponsiglione C., Primario S., Strazzullo S. Towards Economic, Environmental, and Societal Sustainable World: Reviewing the Interplay of Methodologies, Variables, and Impacts in Energy Transition Models // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 479. Art. 144074. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.144074.

References

1. UNFCCC (2015). Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Adopted 12 December 2015 [entered into force 4 November 2016]. Available at: https://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf (accessed 05 May 2026).

2. Altukhov, A.I. & Dudchenko, L.N. (2022). *Obespechenie prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii v usloviyakh kli-*

maticheskikh izmenenii [Ensuring Food Security of Russia in the Context of Climate Change]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii*, no. 5, pp. 2–10.

3. Stokov, A.S. & Kovaleva, I.V. (2023). *ESG-transformatsiya v agroprodovol'stvennom sektore: global'nyi kontekst i rossiiskaya spetsifika* [ESG Transformation in the Agri-Food Sector: Global Context and Russian Specifics]. *APK: ehkonomika, upravlenie*, no. 4, pp. 14–24.

4. Bashmakov, I.A. (2021). *Rossiiskaya nizkouglerodnaya strategiya — 2050: tseli, instrumenty, ehffekty* [Russia's Low-Carbon Strategy 2050: Goals, Instruments, and Effects]. *Voprosy ehkonomiki*, no. 7, pp. 5–30.

5. Porter, M. (2006). *Konkurentnaya strategiya: metodika analiza otraslei i konkurentov* [Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors], Moscow, Al'pina Biznes Buks.

6. Porter, M.E. & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, no. 4, pp. 97–118.

7. Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, vol. 17, no. 1, pp. 99–120.

8. Shumareva, S.N. (2023). *ESG-transformatsiya v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh: vozmozhnosti i vyzovy* [ESG Transformation in Agricultural Organizations: Opportunities and Challenges]. *Vestnik BGATU*, no. 3, pp. 45–52.

9. Norgren, E. & Stankeviciene, J. (2024). Systematic Literature Review on the Methodological Approaches of the Efficiency of Green Investment in Renewable Energy-Based Development. *Forum Scientiae Oeconomia*, no. 4, pp. 30–46.

10. Kudryashova, E.V. (2022). *Parnikovye gazy v agro-promyshlennom komplekse Rossii: otsenka i perspektivy regulirovaniya* [Greenhouse Gases in the Agro-Industrial Complex of Russia: Assessment and Regulatory Prospects]. *Ehkonomika regiona*, vol. 18, no. 2, pp. 490–503.

11. Novikov, V.S. (2023). *Ehnergoehffektivnost' v agro-mashinostroyenii: sovremennoe sostoyanie i strategicheskie perspektivy* [Energy Efficiency in Agricultural Machinery Manufacturing: Current State and Strategic Prospects]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, no 6, pp. 12–18.

12. Batova, V.N. & Lyavina, M.Yu. (2023). *Modeli proektirovaniya ehffektivnykh i ustoychivnykh agroprodovol'stvennykh sistem s nizkim uglerodnym sledom* [Design Models for Efficient and Sustainable Agri-Food Systems with a Low Carbon Footprint]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 2, pp. 60–68.

13. Oгородников, P.I., Guseva, E.P. & Speshilov, E.A. (2024). *Vozmozhnosti ESG-transformatsii dlya tselei razvitiya mashinno-traktornogo parka sel'skokhozyaystvennykh organizatsii* [Opportunities of ESG Transformation for the Development of the Machine-and-Tractor Fleet of Agricultural Organizations]. *Upravlencheskii uchët*, no. 3, pp. 178–186.

14. Sovacool, B.K., Hess, D.J. & Cantoni, R. (2021). Energy Transitions from the Cradle to the Grave: A Meta-Theoretical Framework Integrating Responsible Innovation, Social Practices, and Energy Justice. *Energy Research & Social Science*, vol. 75, art. 102027. DOI: 10.1016/j.erss.2021.102027.

15. Del Duca, V., Ponsiglione, C., Primario, S. & Strazzullo, S. (2024). Towards Economic, Environmental, and Societal Sustainable World: Reviewing the Interplay of Methodologies, Variables, and Impacts in Energy Transition Models. *Journal of Cleaner Production*, vol. 479, art. 144074. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.144074.

Информация об авторах:

Ведьманова Ольга Олеговна, кандидат экономических наук, доцент,

ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-8411-3596>, Scopus ID: 57220039229, SPIN-код: 4622-8496, oovedmanova@yandex.ru

Козлов Андрей Сергеевич, аспирант кафедры региональной экономики и природопользования, andrey.kozloff.2012@gmail.com

Information about the authors:

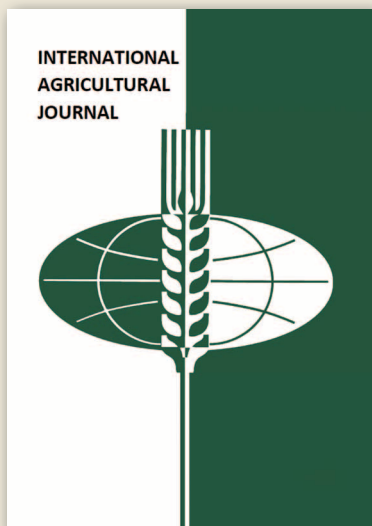
Olga O. Vedmanova, candidate of economic sciences, associate professor,

ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-8411-3596>, Scopus ID: 57220039229, SPIN-code: 4622-8496, oovedmanova@yandex.ru

Andrey S. Kozlov, postgraduate student of the department of regional economics and nature management, andrey.kozloff.2012@gmail.com

✉ andrey.kozloff.2012@gmail.com

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 338.43; 338.439

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_560

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ АПК В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

С.В. Тактарова, С.С. Солдатова

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

Аннотация. В статье приведены исследования состояния агропромышленного комплекса Российской Федерации, оценена его роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Цель исследования — на основе статистических данных за период с 2024 г. по настоящее время, проанализировать динамику изменения ключевых показателей отрасли, оценить траекторию роста сельскохозяйственного производства, уровень технологической независимости России, ее экспортный потенциал в части внешнеторговых операций продукции отечественного АПК. Особое внимание уделяется проблемам обеспечения продовольственной безопасности страны в сложных современных внешнеполитических и внешнеэкономических условиях, отягощенных ужесточением экономических санкций со стороны ряда недружественных стран. В качестве основных методов исследования применялись общенаучные методы обобщения и систематизации информации, инструменты экономического анализа, комплексный подход к оценке динамики изменения исследуемых показателей. В ходе исследования выявлены основные вызовы и риски, сдерживающие развитие российской систему АПК, а также предложены стратегические направления совершенствования государственной политики в данной сфере, нацеленные на обеспечение продовольственной безопасности и достижение продовольственной независимости России в сложившихся внешних условиях.

Ключевые слова: сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, продовольственная безопасность, продукты питания, импортозамещение, государственная поддержка АПК

Original article

AGRIBUSINESS DEVELOPMENT STRATEGY TO ENSURE RUSSIA'S FOOD SECURITY

S.V. Taktarova, S.S. Soldatova

Penza State University, Penza, Russia

Abstract. The article provides research on the state of the agro-industrial complex of the Russian Federation, and evaluates its role in ensuring the country's food security. The purpose of the study is to analyze the dynamics of changes in key industry indicators, assess the growth trajectory of agricultural production, the level of technological independence of Russia, and its export potential in terms of foreign trade operations of domestic agricultural products based on statistical data for the period from 2024 to the present. Special attention is paid to the problems of ensuring the country's food security in difficult modern foreign policy and foreign economic conditions, burdened by the tightening of economic sanctions by a number of unfriendly countries. The main research methods used were general scientific methods of generalization and systematization of information, tools of economic analysis, and an integrated approach to assessing the dynamics of changes in the studied indicators. The study identified the main challenges and risks constraining the development of the Russian agricultural system, and proposed strategic directions for improving government policy in this area, aimed at ensuring food security and achieving food independence of Russia in the current external conditions.

Keywords: agriculture, agro-industrial complex (agribusiness), food security, food products, import substitution, government support for agriculture

Введение. В условиях геополитической нестабильности, санкционного давления обеспечение продовольственной безопасности является одним из приоритетных направлений в системе обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Устойчивое функционирование отечественного агропромышленного комплекса имеет стратегическое значение для настоящего и будущего страны, так как именно аграрии обеспечивают население продуктами питания в необходимом объеме и качестве, создавая тем самым фундамент для решения ряда государственных задач в демографической и социально-экономической сфере.

В течение последних 5-6 лет российский АПК демонстрирует устойчивый рост по многим показателям. В целом по итогам 2025 г. сельскохозяйственная отрасль показала прирост +5%, и ее вклад в экономику страны оценивается в 4,5% ВВП [1].

Однако достигнутые успехи не должны создавать ложную иллюзию решения всех проблем в отрасли, так как по-прежнему ключевыми рисками остаются: технологическая зависимость российских аграриев от импортного семенного фонда; низкий уровень автоматизации и механизации технологического процесса; высокий уровень износа сельскохозяйственной техники и тракторов, с одновременной низкой инвестиционной активностью по их обновлению; дефицит трудовых ресурсов в системе АПК [2].

Методы исследования. Научная статья подготовлена по результатам исследования основных направлений развития АПК России в течение ряда последних лет, глубокого анализа статистической информации, позволяющей оценить динамику и траекторию развития сельскохозяйственной отрасли в стране. В основу методологической базы данного исследования были заложены общенаучные методы

обобщения и систематизации социально-экономической и организационно-управленческой информации, ее анализа и оценки, что позволило реализовать комплексный подход к изучаемой проблеме. Цель статьи — на основе анализа актуальных статистических данных и Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации определить основные стратегические направления развития АПК в контексте обеспечения продовольственной безопасности государства в сложных макроэкономических и внешнеполитических условиях.

Результаты исследования. Агропромышленный комплекс России по итогам 2025 г. продемонстрировал устойчивый рост. По данным Росстата, валовой объем производства сельскохозяйственной продукции в агропромышленных хозяйствах всех категорий увеличился на +5% (оценка в сопоставимых ценах относительно 2024 г.), достигнув 10,6 трлн руб. Основной



вклад в положительную динамику в отрасли внесло растениеводство, которое увеличило собственное производство на 9,2% [1].

Анализ уровня самообеспеченности России по ключевым категориям показал, что в 2025 г. отечественные аграрии с избытком обеспечили страну зерном (161%), рыбой и рыбопродуктами (128,8%), мясом (102%), также была достигнута самообеспеченность по картофелю (97,9%), овощам и бахчевым (89,6%), молочной продукцией (85,3%) [1, 2].

Региональные аспекты развития АПК имеют четкую специфику. Так, максимальный рост сельхозпроизводства зафиксирован в Дальневосточном (+9,4%), Сибирском (+9,2%) и Приволжском (+7,9%) федеральных округах, а снижение наблюдалось в Южном (-6,3%) и Северо-Западном (-1,6%) федеральных округах, что было обусловлено аномальной засухой лета 2025 г. [3]

Флагманом российского растениеводства по-прежнему является производство зерновых и зернобобовых культур. Общий сбор зерна, с учетом новых территорий РФ, составил 142 млн т, что на 12,1% превышает показатель 2024 г. В 2025 г. установлены рекорды по урожаю зернобобовых культур (8,01 млн т), рапса (5,6 млн т) и сои (9 млн т), динамика изменения данных показателей относительно 2024 г. оценивается в +49,1%, +19,6% и +27% соответственно [4].

Необходимо отметить, что в российском животноводстве ситуация более пессимистичная. Например, производство мяса в 2025 г. увеличилось только на +1,2%, при этом драйвером данного роста является мясо птицы (+3%), на долю которого приходится более 50% от валового производства мяса в стране. Прирост объема производства свинины за анализируемый период составил +1%, а объем производства говядины, на фоне снижения поголовья крупнорогатого скота, снизился на -1%. В результате данных процессов, объем импортной продукции на мясном рынке России возрос до 700 тыс. т [5].

Одним из ключевых достижений отечественного АПК на сегодняшний день является укрепление технологической независимости российских аграриев. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, по итогам 2025 г. соответствующий показатель впервые превысил 50%, достигнув значения 55,8% [1].

Определенный прогресс отмечен по трем ключевым направлениям:

- 1) семеноводство — уровень самообеспеченности семенами отечественной селекции увеличился до 70% для растениеводства, до 30-35% в овощеводстве и до 95% по зерновым культурам;
- 2) ветеринария — доля российских вакцин на внутреннем рынке достигла 52%;
- 3) племенное животноводство — в секторе молочного крупнорогатого скота обеспеченность племенным поголовьем достигла 80% [5, 6].

В рамках реализации национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» запланировано, что уровень технологической независимости АПК России к 2030 г. должен достигнуть 67% [7].

Данный национальный проект охватывает развитие селекции и генетики, биотехнологий, производства ветеринарных препаратов, специализированной сельскохозяйственной техники

и оборудования, а также реализацию мероприятий, нацеленных на кадровое обеспечение развития российского АПК. Государственное финансирование нацпроекта в 2026 г. запланировано в объеме 19,8 млрд руб., что превышает данные 2025 г. на +36,5% [7].

Важным направлением эффективной реализации нацпроекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» является подготовка квалифицированных кадров для сельскохозяйственной отрасли России. В рамках данного направления к началу 2026 г. были выполнены следующие работы: 6 тыс. специалистов и преподавателей прошли специализированную переподготовку и повышение квалификации; открыто более 1 тыс. агротехклассов, где на сегодняшний день обучаются 16 тыс. школьников; открыты 12 новых агротехнопарков при вузах и колледжах, где студенты осваивают передовые технологии, проходят производственную практику, проводят научные исследования и разработки [7].

Однако, несмотря на определенные достигнутые результаты, текущий уровень технологической независимости страны (55,8%) не обеспечивает в полной мере суверенитет и продовольственную безопасность государства в современных условиях, сопряженных с наличием рисков и экономических ограничений. По мнению ведущих экспертов и бизнес-аналитиков, в аграрном секторе России сохраняется зависимость от импортных решений по ряду критически важных сегментов: высокотехнологичное оборудование для пищевой и перерабатывающей промышленности; отдельные категории семян и ветеринарные товары; программное обеспечение для управления производственными процессами.

Для преодоления сложившейся зависимости необходим принципиально качественный скачок в развитии фундаментальной науки, работающей в области семеноводства и генетики, биотехнологий, специализированных программных продуктов и спецоборудования и техники для АПК. Особое внимание и финансовая поддержка перечисленных направлений, как бизнеса, так и государства, позволит существенным образом снизить риски, обусловленные действием санкционных ограничений в сфере АПК.

10 марта 2025 г. Президент РФ подписал Указ № 141, вносящий существенные изменения в Доктрину продовольственной безопасности, утвержденную в январе 2020 г. [8]. Обновленный документ вводит новый раздел, посвященный сущности, целям и задачам обеспечения глобальной продовольственной безопасности, отражает адаптацию стратегии обеспечения продовольственной безопасности России к быстроизменяющимся геополитическим реалиям.

В качестве стратегической цели обеспечения глобальной продовольственной безопасности определено поддержание стабильности мировых продовольственных рынков на многосторонней основе, в первую очередь, путем сотрудничества с государствами-партнерами, проводящими конструктивную политику в отношении Российской Федерации [8].

В перечень ключевых задач в обновленной Доктрине включено:

- 1) развитие внутреннего производства сельскохозяйственной продукции, сырья, продо-

вольствия и минеральных удобрений для наращивания экспортного потенциала;

- 2) создание благоприятных внешних условий для международных торгово-экономических, транспортно-логистических и финансовых связей;
- 3) оказание гуманитарной помощи нуждающимся иностранным государствам;
- 4) укрепление взаимодействия с государствами и международными организациями в целях реализации совместных проектов и программ, в том числе в сфере международного научно-промышленного сотрудничества [8].

Успех и эффективность практической реализации разработанных механизмов и инструментов, нацеленных на обеспечение продовольственной безопасности современной России, во многом зависят от своевременности и корректности реализации мер государственной поддержки отечественного агропромышленного комплекса.

По итогам 2025 г. совокупный объем господдержки АПК России в рамках четырех государственных программ, курируемых Минсельхозом, достиг 665 млрд руб. Распределение финансовых средств по госпрограммам выглядело следующим образом: «Программа развития сельского хозяйства» — 486,9 млрд руб.; «Комплексное развитие сельских территорий» — 116 млрд руб.; «Вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот» — 40,5 млрд руб.; «Развитие рыбохозяйственного комплекса» — 21,5 млрд руб. [9].

В 2026 г. стартовый объем финансирования по тем же четырем программам заложен в размере 542 млрд руб., что меньше прошлого года на 18,5%. Однако планируется дополнительно выделить финансирование по наиболее востребованным направлениям в следующих объемах: субсидирование экспортной логистики — 15 млрд руб.; субсидирование перевозок сельскохозяйственной продукции по территории РФ — 8,3 млрд руб.; развитие и поддержка малого агробизнеса — 14,5 млрд руб.; производство зерна — 10 млрд руб.; картофелеводство и овощеводство — 3,5 млрд руб.; лизинг сельхозтехники и специализированного сельскохозяйственного оборудования — 13 млрд руб. [9, 10].

Наиболее востребованной мерой государственной поддержки аграриев по-прежнему остается льготное кредитование. В 2025 г. объем субсидий на эти цели, с учетом дополнительных ассигнований, в том числе выделенных из резервного фонда Правительства РФ, вырос 250 млрд руб. (субсидирование кредитов с учетом полученных ранее) [9].

На начало 2026 г. объем краткосрочных льготных кредитов, выданных российским аграриям, вырос на 15% и достиг 731,8 млрд руб., дополнительно на 244,2 млрд руб. выданы инвестиционные льготные кредиты. Абсолютным лидером в данном секторе кредитования является «Россельхозбанк» (доля 40% от общего объема льготных кредитов для АПК), на втором месте — Сбербанк (27%) [11].

Отметим, что программа льготного кредитования АПК действует в России с 2017 г. Она позволяет сельхозпроизводителям брать краткосрочные кредиты (срок до 2 лет) и инвестиционные кредиты (срок до 15 лет) по льготной



ставке от 1 до 12% годовых. Механизм субсидирования ставок привязан к ключевой ставке Банка России, а также зависит от степени приоритетности направления сельскохозяйственной деятельности (сезонно-полевые работы, малые формы хозяйствования, селекция и генетика, молочное скотоводство, приобретение отечественной техники, тепличные комплексы и др.) [9].

Одним из наиболее значимых решений в сфере совершенствования механизмов государственной поддержки отечественного АПК в 2025 г. стало продление срока реализации подпрограммы «Создание и модернизация объектов АПК» до 2030 г. Программа позволяет заниматься капитальным строительством и ремонтом агропромышленной инфраструктуры, обеспечивает долгосрочную предсказуемость инвестиционных рисков для сельхозпроизводителей, позволяет более детально планировать масштабные проекты, нацеленные на создание отраслевых «кластеров» и комплексное развитие АПК России [12]. Основные направления реализации научно-технических проектов, на которых сфокусирована инвестиционная деятельность, нацелены на обеспечение технологического суверенитета российского АПК (рис. 1) [9, 10, 12].

В текущем году введена новая мера господдержки сельхозпроизводителей, согласно

которой они могут компенсировать до 50% совокупных затрат, направленных на реализацию комплексных научно-технических проектов по ряду наиболее приоритетных направлений (выведение новых сортов и гибридов для растениеводства, селекционные исследования в мясном скотоводстве и птицеводстве). Данная мера позволит аграриям профинансировать научно-лабораторное сырье и материалы, частично компенсировать расходы на покупку и монтаж оборудования и сельхозтехники.

Отметим, что в 2025 г. было отобрано для софинансирования по данной программе более 40 проектов по 15 приоритетным направлениям. Соответствующее постановление правительства было подписано в ноябре 2025 г., вступило в силу с 1 января 2026 г. [7].

Еще одним, не менее важным инструментом реализации господдержки аграриев, является лизинг сельхозтехники. В 2025 г. через АО «Росагролизинг» было подписано 8,5 тыс. договоров на поставку 11908 ед. сельскохозяйственной техники общей стоимостью 74,2 млрд руб. [9, 11].

Льготный лизинг является ключевой возможностью для обновления парка сельхозтехники и тракторов в российском АПК. Поэтому субсидии на данные цели в 2026 г. запланированы в объеме 12 млрд руб., на 2027 г. — 13 млрд руб.

Планируется, что за период 2026-2028 гг. объем субсидирования лизинга сельхозтехники составит 33,6 млрд руб. [13].

В течение ряда последних лет в России активно развивается система агрострахования с государственной поддержкой. Статистические данные, характеризующие данный процесс, следующие:

- выплаты по договорам страхования с господдержкой в первом полугодии 2025 г. составили 4,6 млрд руб., что в 2,2 раза превысило показатель 2024 г.;
- на условиях господдержки застраховано 8,7 млн га сельхозугодий;
- общая сумма субсидирования агрострахования в 2025 г. составила 7 млрд руб.;
- в проекте федерального бюджета на ближайшие 3 года предусматривается выделение объема финансовых средств на субсидии агрострахования в размере 16,5 млрд руб.;
- максимальный размер франшизы по мультирисковому страхованию в 2025 г. снижен с 50 до 30% [11].

Максимальную важность для развития российского АПК имеют механизмы государственной поддержки экспорта отечественной сельскохозяйственной продукции на международные рынки сбыта (рис. 2) [12].

Согласно государственной стратегии развития отечественного АПК, наращивание экспортного потенциала — это одна из приоритетных задач в данной сфере. В качестве целевых ориентиров определено: нарастить к 2030 г. объем производства агропромышленной продукции на 25%, а объем экспорта увеличить до 55,2 млрд долл. [2].

Для реализации столь амбициозных планов Правительство РФ выделило финансовые средства в размере 1 трлн руб., которые планируется потратить на исполнение экспортноориентированных проектов в системе АПК России [8].

Экспорт продукции российского АПК в текущем году демонстрирует уверенный рост: экспорт зерновых уже к апрелю превысил 18 млн т, при установленной квоте на уровне 20 млн т до июня 2026 г. [15].

По итогам 2025 г. российский экспорт продукции АПК составил порядка 42 млрд долл., в физическом объеме превысив 83 млн т. По данным Минсельхоза РФ, за период с 2015 по 2025 гг. данный показатель увеличился в 3 раза. Ключевые показатели российского экспорта сельскохозяйственной продукции представлены в таблице 1.

Заметной тенденцией 2025 г. стал существенный рост экспорта отечественной продукции с высокой добавленной стоимостью — поставки увеличились на 12%. Также почти на 30% вырос экспорт агротехнологий, в том числе ветеринарных вакцин и препаратов, генетического материала и удобрений [10].

Несмотря на существенное снижение урожайности зерновых культур, в том числе пшеницы, в России в прошлом году, а также при ужесточении действия экономических санкций и ограничений, страна сохраняет лидерские позиции на мировом рынке зерна. По итогам 2025 г. сбор зерна на территории РФ составил 142 млн т, в том числе 93 млн т пшеницы [17].

По прогнозу Минсельхоза отечественные аграрии в текущем году планируют получить

технологическая модернизация	•субсидирование приобретения сельхозтехники, оборудования, тракторов •финансирование льготного лизинга
глубокая переработка	•развитие системы переработки продукции растениеводства, животноводства, молока
животноводческие комплексы	•строительство и модернизация животноводческих комплексов, молочных ферм, птицеводческих хозяйств
инфраструктура сортировки и хранения сельхозпродукции	•строительство и модернизация плодо- и овощехранилищ
цифровизация	•внедрение ИТ-технологий в организационно-управленческий и производственный процессы в АПК

Рисунок 1. Основные направления реализации научно-технических проектов АПК
Figure 1. The main directions of the implementation of scientific and technical projects of the agro-industrial complex

Логистическая поддержка: компенсация части затрат экспортерам на транспортировку продукции АПК в рамках специальной программы (от 25 до 100% фактических расходов на логистику)
Экспортные пошлины: применение плавающих пошлин на экспорт пшеницы в целях стабилизации внутреннего рынка и сдерживания роста цен на продовольствие в России
Продление контрсанкций: Россия продлила действие продовольственного эмбарго в отношении недружественных стран, под запрет попали поставки широкого перечня растениеводческой и животноводческой продукции. Эта мера нацелена на стимулирование отечественного производства

Рисунок 2. Механизмы государственной поддержки экспорта продукции российского АПК
Figure 2. Mechanisms of state support for the export of Russian agricultural products

хороший урожай зерновых и зернобобовых культур. Самый благоприятный вариант — это 150-152 млн т, при наихудшем развитии климатических условий — 145 млн т. Эксперты прогнозируют по итогу сельскохозяйственного 2026 г. экспорт российской пшеницы в пределах 43-56 млн т, кукурузы — 3-4 млн т, общий объем зерна и зернобобовых — 52-70 млн т [18].

По итогам 2025 г. российский экспорт мяса и пищевых мясных субпродуктов впервые в истории превысил 2 млрд долл. В структуре поставок порядка 45% пришлось на мясо птицы и свинину, при этом стоимостной объем экспорта свинины (943 млн долл.) практически сравнялся с объемом экспорта мяса птицы (946 млн долл.). Для сравнения: экспорт говядины оценивается всего в 249 млн долл. [5].

На сегодняшний день крупнейшими импортерами российского мяса являются: Китай (в 2025 г. отгружено продукции на 682 млн долл., рост +22%); Республика Беларусь (отгружено продукции на 433 млн долл., рост +50%); Саудовская Аравия (отгружено продукции на 273 млн долл., рост +21%). В целом российское мясо и мясные продукты в 2025 г. экспортировалось более чем в 100 стран мира [5, 14].

Еще один ключевым элементом российского экспорта является масложировая продукция. По итогам 2025 г. экспорт растительного масла в стоимостном выражении составил 7,6 млрд долл., увеличившись почти на 8% по сравнению с показателями 2024 г. Однако в натуральном выражении экспорт растительных масел снизился на 7%, подсолнечного масла — на 14%, а экспорт соевого и рапсового масла увеличился на 0,4 и 16% соответственно. Основными покупателями российского масла являются Китай, Индия, Турция и Беларусь [10].

География поставок российской продукции АПК весьма широкая, экспорт идет в более чем в 160 стран мира. Ключевыми рынками сбыта российской сельскохозяйственной продукции являются Китай, страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Турция и Африканские страны [16].

Нужно отметить, что в течение прошлого года Россия экспортировала в страны ЕАЭС более 12,2 млн т сельскохозяйственной продукции на сумму около 9 млрд долл. (рост по сравнению с 2024 г. +23%). Это свидетельствует об укреплении интеграционных партнерских связей в рамках данного Союза. [15]

Рекомендации. На основе выполненного исследования текущей ситуации в сельском хозяйстве России, а также анализа ряда факторов макроэкономического и внешнеполитического влияния на динамику развития сферы АПК, можно выделить следующие системные проблемы, требующие оперативного организационно-управленческого решения (рис. 3). Без эффективного решения данных проблем, стратегическое развитие отрасли в сложившихся непростых условиях будет затруднено.

Несмотря на имеющийся прогресс в обеспечении технологического суверенитета сельскохозяйственной отрасли, текущий уровень технологической независимости АПК далек от целевого значения 100% [19]. Особенно остро стоит вопрос импортозамещения в сегменте семенного фонда, ветеринарных препаратов, сельскохозяйственной техники, оборудования и запасных частей к ним.

Одной из ключевых проблем отечественной аграрной отрасли также являются существующие инфраструктурные ограничения, обусловленные дефицитом современных овоще- и зернохранилищ и других, недостатком перерабатывающих мощностей пищевой промышленности, а также высоким уровнем физической и моральной износа объектов логистической инфраструктуры.

Демографические проблемы современной России, отток молодежи из сельской местности в города спровоцировали острый кадровый дефицит в системе АПК. Порядка 80% сельскохозяйственных организаций в полевой сезон сталкиваются с критической нехваткой рабочих рук. Особенно остро стоит проблема с обеспеченностью квалифицированными кадрами (механизаторы, агрономы, ветеринары), а также специалистами нового профиля (операторы сельскохозяйственных дронов).

Климатические риски (засуха, наводнение, иные погодные аномалии) создают дополнительную неопределенность для российских аграриев. Нужно отметить, что данная группа внешних факторов абсолютно не поддается управлению. И, по мнению экспертов,

уровень негативного влияния климатических условий в разы превышает отрицательное влияние экономических санкций на АПК России.

В качестве еще одной актуальной на сегодняшний день проблемы, сдерживающей развитие российского АПК, выделим дисбаланс внешней торговли. Россия экспортирует на мировой рынок в основном готовую сельскохозяйственную продукцию и сырье, а импортирует сельскохозяйственное оборудование, удобрения, ветеринарные препараты, семена и племенной скот. Таким образом, наблюдается зависимость российских аграриев от настроения и воли иностранных поставщиков критически важных для будущего развития отрасли товаров.

Выполненный анализ текущего состояния сельскохозяйственной отрасли России, оценка отраслевых проблем позволили сформулировать основные стратегические направления развития АПК в целях обеспечения продовольственной безопасности страны в сложных макроэкономических и внешнеполитических условиях (табл. 2).

Выводы. Агропромышленный комплекс России в течение последних трех лет продемонстрировал устойчивость и способность

Таблица 1. Основные показатели экспорта российского АПК в 2025 г. [6, 10, 14, 15, 16]

Table 1. Key indicators of Russian agricultural exports in 2025 [6, 10, 14, 15, 16]

Показатель	Значение	Изменение относительно 2024 г., %
Объем экспорта продукции АПК (по данным Министерства сельского хозяйства РФ), млрд долл.	41,6	+12,2
Объем экспорта продукции АПК (по данным Федеральной таможенной службы), млрд долл.	40,9	-4,1
Продукция с высокой добавленной стоимостью, млрд долл.	19,8	+12
Экспорт мяса и субпродуктов, млрд долл.	2,2	+21
Экспорт свинины, млрд долл.	0,943	+41
Экспорт мяса птицы, млрд долл.	0,946	+15
Экспорт говядины, млрд долл.	0,25	+2
Экспорт растительного масла, млрд долл.	7,6	+7,9
Экспорт макаронных изделий, млрд долл.	0,2	+24
Экспорт кондитерских изделий, млрд долл.	2,1	+13,7
Экспорт зерновых, зернобобовых и масличных культур, млн т	63,6	-15
Экспорт пшеницы, млн т	41,1	-28,1
Экспорт овощеводческой продукции, тыс. т	367,3	-3,3

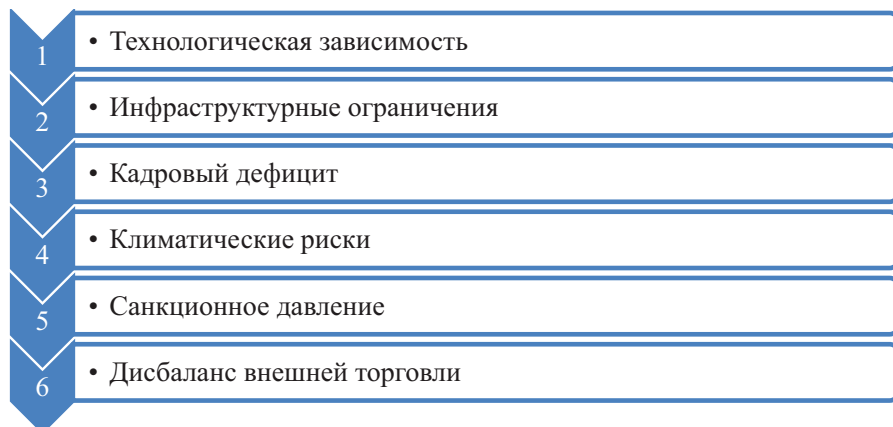


Рисунок 3. Системные проблемы российского АПК

Figure 3. Systemic problems of the Russian agro-industrial complex



Таблица 2. Стратегические приоритеты развития АПК в целях обеспечения продовольственной безопасности России
Table 2. Strategic priorities for the development of agriculture in order to ensure food security in Russia

Стратегические направления	Организационно-управленческие задачи и приоритеты
Ускорение технологического суверенитета	- завершение импортозамещения в семеноводстве, особенно по критическим культурам, где текущая доля отечественных семян менее 50% от общего семенного фонда; - наращивание производства отечественных ветеринарных препаратов и кормовых добавок; - развитие производства высокотехнологичного оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности; - создание и внедрение отечественного программного обеспечения для управления сельхозтехникой, логистическими и технологическими процессами.
Развитие кадрового потенциала	- расширение системы подготовки кадров для АПК, в том числе увеличение количества агротехнопарков и агротехкласов; - внедрение программ целевого обучения с гарантированным трудоустройством; - создание системы непрерывного повышения квалификации для действующих специалистов; - развитие сельской инфраструктуры для закрепления кадров (в том числе молодежи) в сельской местности; - развитие системы материальной поддержки и стимулирования молодых специалистов, работающих на селе.
Совершенствование механизмов государственной поддержки	- развитие мер адресной государственной поддержки аграриев, в том числе малых форм хозяйствования (фермерских хозяйств); - сохранение и расширение субсидирования приобретения отечественной сельхозтехники; - развитие механизмов льготного кредитования и лизинга; - совершенствование системы агрострахования для защиты от климатических рисков.
Развитие экспортного потенциала	- диверсификация экспортной структуры в пользу продукции с высокой добавленной стоимостью; - расширение географии поставок, прежде всего в страны Азии, Африки и Ближнего Востока; - развитие транспортно-логистической инфраструктуры, включая зерновые хабы и портовые мощности; - снижение логистических издержек за счет оптимизации маршрутов и упрощения административных процедур, в том числе таможенных.
Ускорение цифровой трансформации	- развитие системы цифровизации АПК; - внедрение систем точечного земледелия и управления полевыми работами на базе отечественного программного обеспечения; - создание единой цифровой платформы для мониторинга почв, прогнозирования урожайности и управления рисками; - расширение использования беспилотных летательных аппаратов и роботизированной техники в АПК; - развитие цифровых сервисов для малых форм хозяйствования (фермерских хозяйств).
Защита внутреннего рынка	- разработка и внедрение мер, нацеленных на предотвращения дальнейшего роста импортной сельскохозяйственной продукции и продуктов питания на внутрироссийском рынке; - совершенствование механизмов таможенно-тарифного регулирования; - развитие системы ветеринарного и фитосанитарного контроля; - стимулирование замещения импортной продукции отечественными аналогами через механизмы госзакупок и торговых сетей.

к развитию в условиях внешнего давления. Достигнутые отечественными аграриями показатели свидетельствуют о правильности выбранного государственного курса на поддержку российского товаропроизводителя, в том числе в отрасли АПК, и обеспечение продовольственной безопасности и независимости страны. Вместе с тем остаются нерешенными ряд системных проблем, которые весо́мо влияют на долгосрочную стратегию развития сельскохозяйственной отрасли и тесно связанной с ней пищевой промышленности. Решение данных проблем требует консолидации усилий государства, науки и бизнеса.

Обеспечение продовольственной безопасности России — это не только государственная стратегическая цель и оперативная производственная задача, но и вопрос национального суверенитета и выживаемости страны в сложных условиях внешнего давления на Россию.

Обновленная Доктрина продовольственной безопасности и национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» создают необходимую

нормативно-правовую и институциональную основу для дальнейшего развития. Однако успех будет зависеть от эффективности реализации намеченных мер, достаточности финансирования и способности отрасли адаптироваться к меняющимся внешним условиям.

Список источников

1. Адукова А.Н. Оценка состояния, тенденций и потенциала развития сельского хозяйства России // *Russian Journal of Management*. 2025. Т. 13. № 3. С. 26-41.
2. Указ Президента Российской Федерации от 10 марта 2025 г. № 141 «О внесении изменений в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденную Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/51703>.
3. Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., Фомина Н.Н. Тенденции и перспективы развития различных форм хозяйствования в аграрном секторе России // *Регион: системы, экономика, управление*. 2025. № 2 (69). С. 73-81.
4. Бухвостов И.А., Сидорин А.А. Тенденции и перспективы развития АПК России // *Развитие сельскохозяй-*

ственной науки в XXI веке: материалы международной научно-практической онлайн-конференции молодых ученых и специалистов, Орел, 03 июня 2025 г. Орел: ФГБНУ Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, 2025. С. 9-11.

5. Итоги 2025 года: рынок мяса в России от ИТКАР // Портал: Агромикс. 2026. URL: <https://agromics.ru/novosti/gynok-myasa-2025/>

6. Шаурина О.С., Мигел А.А., Еребахан И.Г., Маммет-назарова К. Продовольственная безопасность России: состояние и новые реалии // *Естественно-гуманитарные исследования*. 2025. № 3 (59). С. 574-576.

7. Нацпроект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» стимулирует развитие аграрной науки и технологий // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/natsproekt-tekhnologicheskoe-obespechenie-prodovolstvennoy-bezopasnosti-stimuliruet-razvitiye-agrarnoy/>

8. Владимир Путин расширил Доктрину продовольственной безопасности // ГАРАНТ. 2025. 20 мая. URL: <https://www.garant.ru>

9. Будагов Н.В., Котенев А.Д. Государственная поддержка участников аграрного рынка как инструмент обеспечения продовольственной безопасности // *Формирование конкурентной среды, конкурентоспособность и стратегическое управление предприятиями, организациями и регионами: сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 13-14 мая 2025 г. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет*, 2025. С. 64-67.

10. Грекова Н.С., Капитанова И.А. Стратегические направления развития сельскохозяйственных организаций // *Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления: материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Мичуринск, 23 апреля 2025 г. Пенза: ЗАО «Университетская книга», 2025. С. 128-131.*

11. Льготные кредиты аграриям РФ в 2026 г. будут предоставлять 40 банков // Портал: Интерфакс-Россия. 2026. URL: <https://www.interfax.ru/business/1073906>

12. Расширение ФНТП, «Капексы» для кормовых добавок, методики ВГНКИ и ВНИИЗЖ // Портал: Обновленный всероссийский справочник «Молочная отрасль 2024». 2025. URL: <https://milknews.ru/novye-dokumenty/novye-dokumenty-mart-2025.html>

13. Гурнович Т.Г., Сидоренков Н.В., Зеленский Н.С., Текнеджян Г.Э. Финансовый лизинг как инструмент модернизации основных средств предприятий АПК: оценка оптимальной структуры источников финансирования // *Прикладные экономические исследования*. 2026. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovyy-lizing-kak-instrument-modernizatsii-osnovnyh-sredstv-predpriyatiy-apk-otsenka-optimalnoy-struktury-istochnikov>

14. Харебов Е.Ю., Тотрова И.К., Гадазонова А.Р. Продовольственная безопасность Российской Федерации в условиях санкционного давления как фактор обеспечения экономической безопасности // *Экономические науки*. 2025. № 246. С. 180-185.

15. АПК РФ в 2025 году увеличил на 12,2% экспорт продукции с добавленной стоимостью // Портал: ИнтерФакс. 2026. URL: <https://www.interfax.ru/business/1078377>

16. Коженко Я.В. Санкционный режим и угрозы продовольственной безопасности современной России // *Инновации и устойчивое развитие аграрной экономики России: вызовы, стратегии и перспективы: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Персиановский, 25 апреля 2025 г. Персиановский: Донской государственный аграрный университет*, 2025. С. 26-30.



17. Татрчук А.П., Гусев А.С., Броницкая С.А. и др. Состояние и проблемы отечественного сельского хозяйства, объективная необходимость применения технологий точного земледелия: экономический аспект // Московский экономический журнал. 2025. Т. 10. № 5. С. 322-343. doi: 10.55186/2413046X_2025_10_5_139

18. Минсельхоз прогнозирует высокий урожай зерна в 2026 году по сценарию рекордного сезона // Портал: Свое фермерство. 2026. URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/news/minsel-hoz-prognoziruet-vysokij-urozhaj-zerna-v-2026-godu-po-scenariju-rekordnogo-sezona>

19. Герасимов Д.А. Роль сельскохозяйственных организаций в обеспечении продовольственной безопасности страны // Лидерство в трудные времена: управленческие решения в годы Великой Отечественной войны и их значение сегодня: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 17 апреля 2025 г. Курск: Курский государственный университет, 2025. С. 113-117.

References

1. Adukova, A.N. (2025). Otsenka sostoyaniya, tendentsii i potentsiala razvitiya sel'skogo khozyaistva Rossii [Assessment of the state, trends and potential of development of agriculture in Russia]. *Russian Journal of Management*, vol. 13, no. 3, pp. 26-41.

2. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 10 marta 2025 g. № 141 «O vnesenii izmenenii v Doktrinu prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii, utverzhdenuyu Ukazom Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 21 yanvarya 2020 g. № 20» [Decree of the President of the Russian Federation No. 141 dated March 10, 2025 "On Amendments to the Food Security Doctrine of the Russian Federation, approved by Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020"]. *Official Internet Portal of Legal Information*. Available at: <http://kremlin.ru/acts/bank/51703>

3. Chetvertakov, I.M., Chetvertakova, V.P., Fomina, N.N. (2025). Tendentsii i perspektivy razvitiya razlichnykh form khozyaistvovaniya v agrarnom sektore Rossii [Trends and prospects of development of various forms of management in the agricultural sector of Russia]. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie* [Region: systems, economics, management], no. 2 (69), pp. 73-81.

4. Bukhvostov, I.A., Sidorin, A.A. (2025). Tendentsii i perspektivy razvitiya APK Rossii [Trends and prospects of development of the Russian agro-industrial complex]. *Razvitie sel'skokhozyaistvennoi nauki v XXI veke: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi onlain-konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov, Orel, 03 iyunya 2025 g.* [Development of agricultural science in the 21st century: materials of the international scientific and practical online conference of young scientists and specialists, Orel, June 03, 2025]. Orel, Federal Scientific Center for Legumes and Cereals, pp. 9-11.

5. Itogi 2025 goda: rynek myasa v Rossii ot ITKAR (2026). [Results of 2025: the meat market in Russia from ITKAR]. *Portal: Agomics*. Available at: <https://agomics.ru/novosti/rynok-myasa-2025/>

6. Shaurina, O.S., Migel, A.A., Ereban, I.G., Mammetnazarova, K. (2025). Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii: sostoyanie i novye realii [Russia's food security: the state and new realities]. *Estestvenno-gumanitarnyye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies], no. 3 (59), pp. 574-576.

7. Natsproekt «Tekhnologicheskoe obespechenie prodovol'stvennoi bezopasnosti» stimuliruet razvitie agrarnoi nauki i tekhnologii [The national project "Technological provision of food security" stimulates the development of agricultural science and technology]. *Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation*. Available at: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/natsproekt-tekhnologicheskoe-obespechenie-prodovol'stvennoy-bezopasnosti-stimuliruet-razvitie-agrarno/>

8. Vladimir Putin rasshiril Doktrinu prodovol'stvennoi bezopasnosti (2025). [Vladimir Putin expanded the Food Security Doctrine]. *GARANT*. May 20th. Available at: <https://www.garant.ru>

9. Budagov, N.V., Kotenev, A.D. (2025). Gosudarstvennaya podderzhka uchastnikov agrarnogo rynka kak instrument obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti [State support for agricultural market participants as a tool for ensuring food security]. *Formirovaniye konkurentnoi sredy, konkurentosposobnost' i strategicheskoe upravlenie predpriyatiyami, organizatsiyami i regionami: sbornik statei X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Penza, 13-14 maya 2025 g.* [Formation of a competitive environment, competitiveness and strategic management of enterprises, organizations and regions: collection of articles of the X International scientific and practical conference, Penza, May 13-14, 2025]. Penza, Penza State Agrarian University, pp. 64-67.

10. Grekova, N.S., Kapitanova, I.A. (2025). Strategicheskoe napravleniye razvitiya sel'skokhozyaistvennykh organizatsii [Strategic directions of development of agricultural organizations]. *Traektorii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona v usloviyakh vshenepoliticheskogo sanktsionnogo davleniya: materialy III Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, Michurinsk, 23 aprelya 2025 g.* [Trajectories of socio-economic development of the region in the context of foreign policy sanctions pressure: proceedings of the III All-Russian (national) scientific and practical conference, Michurinsk, April 23, 2025]. Michurinsk, University Book CJSC, pp. 128-131.

11. L'gotnye kredyty agrariyam RF v 2026 g. budut predostavlyat' 40 bankov (2026). [40 banks will provide preferential loans to Russian farmers in 2026]. *Portal: Interfax-Russia*. Available at: <https://www.interfax.ru/business/1073906>

12. Rasshirenie FNTF, «kapekzy» dlya kormovykh dobavok, metodiki VGNKI i VNIIZH (2025). [Expansion of FNTF, "caps" for feed additives, methods of VGNKI and VNIIZH]. *Portal: Updated All-Russian directory "Dairy industry 2024"*. Available at: <https://milknews.ru/novye-dokumenty/novye-dokumenty-mart-2025.html>

13. Gurnovich, T.G., Sidorenkov, N.V., Zelenskii, N.S., Teknedzhyan, G.Eh. (2026). Finansovyy lizing kak instrument modernizatsii osnovnykh sredstv predpriyatii APK: otsenka optimal'noi struktury istochnikov finansirovaniya [Financial

leasing as a tool for modernization of fixed assets of agricultural enterprises: assessment of the optimal structure of financing sources]. *Prikladnyye ehkonomicheskie issledovaniya* [Applied economic research], no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovyy-lizing-kak-instrument-modernizatsii-osnovnykh-sredstv-predpriyatii-apk-otsenka-optimalnoy-struktury-istochnikov>

14. Kharebov, E.Yu., Totrova, I.K., Gadzaonova, A.R. (2025). Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossiiskoi Federatsii v usloviyakh sanktsionnogo davleniya kak faktor obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti [Food security of the Russian Federation in the context of sanctions pressure as a factor of ensuring economic security]. *Ehkonomicheskie nauki* [Economic sciences], no. 246, pp. 180-185.

15. APK RF v 2025 godu uvelichil na 12,2% ehksport produktov s dobavlennoi stoimost'yu (2026). [The agro-industrial complex of the Russian Federation increased exports of value-added products by 12.2% in 2025]. *Portal: Interfax*. Available at: <https://www.interfax.ru/business/1078377>

16. Kozhenko, Ya.V. (2025). Sanktsionnyy rezhim i ugrozy prodovol'stvennoi bezopasnosti sovremennoi Rossii [The sanctions regime and threats to food security in modern Russia]. *Innovatsii i ustoychivoe razvitie agrarnoi ehkonomiki Rossii: vyzovy, strategii i perspektivy: materialy vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, Persianovskii, 25 aprelya 2025 g.* [Innovation and sustainable development of the Russian agricultural economy: challenges, strategies and prospects: proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Persianovsky, April 25, 2025]. Persianovsky, Donskoy State Agrarian University, pp. 26-30.

17. Tatruchuk, A.P., Gusev, A.S., Bronitskaya, S.A. i dr. (2025). Sostoyanie i problemy otechestvennogo sel'skogo khozyaistva, ob'ektivnaya neobkhodimost' primeneniya tekhnologii tochnogo zemledeliya: ehkonomicheskii aspekt [The state and problems of domestic agriculture, the objective necessity of using precision farming technologies: an economic aspect]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], vol. 10, no. 5, pp. 322-343. doi: 10.55186/2413046X_2025_10_5_139

18. Minsel'khos prognoziruet vysokii urozhai zerna v 2026 godu po stsensariyu rekordnogo sezona (2026). [The Ministry of Agriculture predicts a high grain harvest in 2026 according to the scenario of a record season]. *Portal: His farming*. Available at: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/news/minsel-hoz-prognoziruet-vysokij-urozhaj-zerna-v-2026-godu-po-scenariju-rekordnogo-sezona>

19. Gerasimov, D.A. (2025). Rol' sel'skokhozyaistvennykh organizatsii v obespechenii prodovol'stvennoi bezopasnosti strany [The role of agricultural organizations in ensuring the country's food security]. *Liderstvo v trudnye vremena: upravlencheskie resheniya v gody Velikoi Otechestvennoi voiny i ikh znachenie segodnya: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kursk, 17 aprelya 2025 g.* [Leadership in difficult times: managerial decisions during the Great Patriotic War and their significance today: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Kursk, April 17, 2025]. Kursk, Kursk State University, pp. 113-117.

Информация об авторах:

Тактарова Светлана Викторовна, доктор экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов, директор Института экономики и управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2388-7973>, Scopus ID: 57202910468, SPIN-код: 9636-0485, staktarova@yandex.ru

Солдатова Светлана Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и государственного управления, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3719-1344>, SPIN-код: 7626-7869, sssoldatova@mail.ru

Information about the authors:

Svetlana V. Taktarova, doctor of economic sciences, associate professor of the department of economics and finance, director of the Institute of economics and management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2388-7973>, Scopus ID: 57202910468, SPIN-code: 9636-0485, staktarova@yandex.ru

Svetlana S. Soldatova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of management and public administration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3719-1344>, SPIN-code: 7626-7869, sssoldatova@mail.ru





Научная статья

УДК 338.43(470.40)

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_566

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ

О.В. Лаврина, И.В. Павлова, И.Е. Шпагина,
Е.В. Широкова

Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследования состояния и развития сельского хозяйства Пензенской области как базиса самообеспеченности региона основными видами продовольствия. За счет вклада регионов, обладающих необходимыми ресурсами для производства сельскохозяйственной продукции, выстраивается физическая и экономическая доступность продуктов питания соответствующего качества и необходимого объема, повышается устойчивость и стабильность сельскохозяйственной отрасли в государственном масштабе. Поэтому развитие сельского хозяйства регионов является важнейшим приоритетом в обеспечении продовольственной независимости и достижении продовольственной безопасности страны. В рамках исследования проведен анализ внутренних региональных возможностей обеспечения населения основными видами продовольствия, дана оценка уровня самообеспеченности региона относительно пороговых значений Доктрины продовольственной безопасности и в сравнении с показателями Приволжского федерального округа и Российской Федерации в целом. По ряду товарных позиций Пензенская область демонстрирует избыточное производство и экспортный потенциал. На основе корреляционно-регрессионного анализа определено влияние размера сельскохозяйственных угодий, производительности труда и вложенного капитала на показатель валовой продукции сельского хозяйства в расчете на душу населения Пензенской области. Наиболее существенным по абсолютным значениям роста заложенного в модель результативного показателя, стало влияние площади сельскохозяйственных угодий, которое составило 153119,3 руб. Повышение производительности труда в сельском хозяйстве и рост инвестиций в основной капитал увеличивают значение результативного показателя на 9,4 руб. и 0,6 руб. соответственно. На основе анализа современного состояния сельского хозяйства региона сформулированы выводы и предложены меры дальнейшего развития аграрного сектора на основе технологического и биотехнологического продвижения в контексте обеспечения продовольственной независимости.

Ключевые слова: индекс производства продукции, продукты питания, продовольственная независимость, самообеспеченность, уравнение регрессии, биотехнологии

Original article

AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF THE PENZA REGION IN THE SYSTEM OF FOOD INDEPENDENCE

O.V. Lavrina, I.V. Pavlova, I.E. Shpagina,
E.V. Shirokova

Penza State Agrarian University, Penza, Russia

Abstract. This research paper presents the results of study of condition and development of agriculture in the Penza region as a basis for the region's self-sufficiency of major food products. Due to the contribution of the regions that have the necessary resources for food production, there is physical and economic availability of the relevant quality and the required quantity of food products, there is also the increase of the sustainability and stability of the agricultural sector on a national scale. Therefore, the development of regional agriculture is the most important priority of food independence and food security of the country. The research analyzed the internal regional capacity to provide the population with the major food products, assessed the level of self-sufficiency of the region towards the threshold values of the Food Security Doctrine, and compared it with the indicators of the Volga Federal District and the Russian Federation on the whole. For a number of commodity items, the Penza region demonstrates excess production and export potential. Based on correlation and regression analysis, the influence of the size of agricultural land, labor productivity and invested capital on the indicator of gross agricultural output per capita in the Penza region was determined. The most significant impact in terms of absolute values of the growth of the performance indicator included in the model was the impact of the area of agricultural land, which amounted to 153,119.3 rubles. The productivity improvement in agriculture and the growth of investment in the main capital increase the value of the performance indicator by 9.4 rubles and 0.6 rubles, respectively. Based on an analysis of the current condition of agriculture in the region, the conclusions are formulated and the measures are proposed for the further development of the agricultural sector according to the technological and biotechnological advancement in the context of food independence.

Keywords: agricultural production indices, food products, food independence, self-sufficiency, biotechnology

Введение. В современных реалиях усиливающейся геополитической нестабильности и экономической турбулентности, продовольственная независимость, выступает ключевым условием обеспечения продовольственной безопасности страны, что выражается в способности государства удовлетворять внутренний спрос на продукты питания за счет отечественного производства без чрезмерной зависимости от импорта.

Согласно Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, продовольственная независимость это «самообеспечение страны основными видами отечествен-

ной сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [1, 7].

Продовольственная независимость страны достигается за счет совокупного вклада ее субъектов, обладающих необходимыми ресурсами для эффективного сельскохозяйственного производства. В условиях значительных структурных изменений национальной экономики и геополитических трансформаций, аграрные регионы выступают ключевыми драйверами социально-экономического развития страны и обеспечения ее продовольственной независимости. Задача гарантированной продовольственной независимости имеет выраженную

региональную составляющую, требует детального анализа и реализации на уровне отдельных регионов.

Целью исследования стала оценка уровня развития и роли сельского хозяйства в обеспечении продовольственной независимости Пензенской области, перспектив развития данной отрасли в регионе.

Для достижения цели исследования определены основные задачи:

– провести оценку ключевых показателей и факторов развития производства сельскохозяйственной продукции в Пензенской области;



- проанализировать уровень самообеспечения социально значимыми группами продуктов питания в регионе в сравнении с индикаторами, установленными Доктриной продовольственной безопасности, общероссийскими показателями и показателями Приволжского федерального округа;
- определить перспективные направления развития аграрной сферы региона в контексте обеспечения продовольственной независимости.

Научная новизна исследования представлена разработкой эконометрической модели для оценки влияния площади сельскохозяйственных угодий, производительности труда и вложенного капитала на показатели валовой продукции сельского хозяйства в расчете на душу населения, а также комплексом мероприятий по обеспечению условий реализации перспективных направлений, укрепляющих продовольственную независимость Пензенской области.

Методология проведения исследования.

Исследование проведено с использованием результатов научных трудов современных отечественных ученых, посвященных проблемам регионального самообеспечения и продовольственной безопасности [2, 4, 5, 8, 11, 12]. При раскрытии отдельных положений использованы нормативно-правовые документы. Оценка современного состояния сельскохозяйственного производства в Пензенской области и уровня самообеспечения продуктами питания проведена на основе данных Федеральной службы государственной статистики. Для мониторинга показателей развития сельского хозяйства региона выбран десятилетний период, позволяющий более детально проанализировать динамику произошедших изменений.

В процессе исследования применены общенаучные методы: анализ и синтез, абстрагирование, индукция и дедукция, определение, аналогия, обобщение, научное объяснение; мысленный эксперимент. Анализ данных проведен с помощью статистических методов: расчет относительных и средних величин, анализ рядов динамики, индексный метод, табличное и графическое представление данных, корреляционно-регрессионный анализ.

Экспериментальная база. Административно-территориальное деление Российской Федерации способствует повышению эффективности управления и реализации государственных программ развития сельского хозяйства, что обусловлено возможностью учета специфики отдельных регионов, оперативно реагирования на возникающие проблемы, а также оптимизации контроля и мониторинга. Следовательно, оценка уровня продовольственной независимости и реализация мер, направленных на ее повышение, должны осуществляться преимущественно на региональном уровне.

Одним из ведущих российских регионов, демонстрирующих стабильное развитие агропромышленного комплекса, является Пензенская область. Природно-климатические условия региона позволяют сельскому хозяйству специализироваться на производстве зерна, подсолнечника, сахарной свеклы, а также мяса птицы, свиней, крупного рогатого скота и молока.

Ход исследования. Аграрная отрасль Пензенской области является одним из ключевых драйверов роста региональной экономики, формирующим достаточно прочный адаптационный потенциал. Доля сельского хозяйства в валовом региональном продукте увеличилась с 13,5% в 2015 году до 16,6% в 2024 году, достигая в 2021 году 19,7%. Аграрный сектор региона в этот период активно развивался. В сравнении с уровнем 2015 года, производство валовой продукции сельского хозяйства увеличилось в 2,5 раза. Относительно показателя 2020 года рост составил 42,4% (рис. 1).

В фактически действовавших в 2024 году ценах стоимость продукции сельского хозяйства, произведенной всеми категориями товаропроизводителей области, составила 183 851 млн. руб., в том числе продукции растениеводства — 85 874,5 млн. руб., продукции животноводства — 97 976,5 млн. руб. В 2015 году объемы производства продукции растениеводства составили 43 464,4 млн. руб., животноводства — 31 021,6 млн. руб., т.е. в отчетном году наблюдается превышение в 2,0 и 3,2 раза соответственно. По сравнению с 2020 годом производство продукции растениеводства увеличилось на 12 055,1 млн. руб., или на 16,3%. Рост объемов производства продукции животноводства в стоимостном выражении за этот период составил 42 716,3 млн. руб., или 77,3%.

В структуре валовой продукции сохраняется паритет основных подотраслей: растениеводства и животноводства. С учетом сезонности аграрного производства, на долю каждой подотрасли приходится, как правило, около половины стоимости произведенной сельскохозяйственной продукции. В 2024 году данное соотношение составило: по продукции растениеводства 46,7% (в 2015 году — 58,4%), по продукции животноводства — 53,3% (в 2015 году — 41,6%).

Следует отметить такое структурное изменение, как постепенный рост доли сельскохозяйственных организаций в общем объеме

производимой сельскохозяйственной продукции. В 2015 году распределение валовой продукции сельского хозяйства в регионе по категориям хозяйств было следующим: сельскохозяйственные организации — 62,1%, хозяйства населения — 26,5%, крестьянские (фермерские) хозяйства — 11,4%. В 2024 году соотношение изменилось. В сегменте сельскохозяйственных организаций произведено продукции на сумму 140 557,2 млн. руб., что в 3,0 раза превышает значение показателя 2015 года, их доля возросла до 76,5%. Удельный вес личных хозяйств населения и крестьянских (фермерских) хозяйств снизился до 13,8 и 9,7% соответственно.

Динамика индексов производства сельскохозяйственной продукции в сопоставимых ценах, представленная на рисунке 1, подтверждает тот факт, что увеличения стоимости валовой продукции обеспечивалось не только экстенсивным увеличением объемов, но и изменением структуры производства по отраслям и положительным влиянием цен. В целом индекс производства сельского хозяйства в разные годы колебался около уровня 100 %, что указывает на относительно стабильное воспроизводство аграрной отрасли в регионе с отдельными периодами ускорения и замедления. Самое высокое значение индекса производства продукции сельского хозяйства в Пензенской области за исследуемый период отмечено в 2015 году — 115,7%, в 2020 году — 114,4%, самое низкое в 2024 году — 94,4% от уровня предыдущего года. При этом в растениеводстве и животноводстве наблюдаются разнонаправленные колебания. В период 2015 и 2020 гг. рост общего индекса по сельскому хозяйству осуществлялся за счет наращивания производства продукции растениеводства, по которой индекс соответственно составлял 126,1% и 125,7%. В 2024 году снижение общего индекса произошло за счет сокращения производства продукции растениеводства в сопоставимых ценах на 13,6% при увеличении производства продукции животноводства на 3,4 процентных пункта.



Рисунок 1. Валовая продукция и индексы производства продукции сельского хозяйства в Пензенской области

Источник: составлен авторами по данным [6,7,9]

Figure 1. Gross agricultural output and agricultural production indices in the Penza region

Source: compiled by the authors based on data from [6, 7, 9]



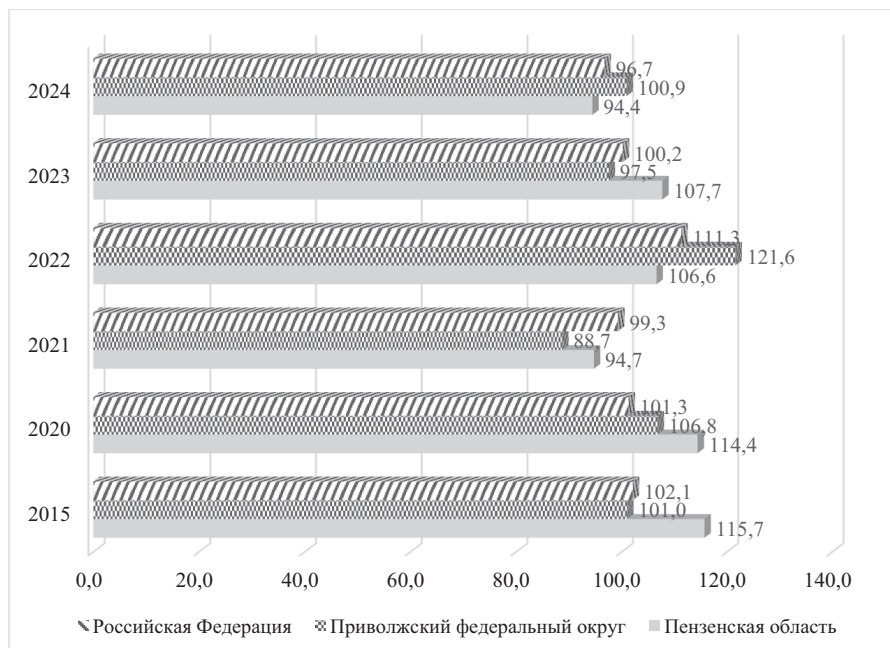


Рисунок 2. Индексы производства продукции сельского хозяйства, в процентах к предыдущему году

Источник: составлен авторами по данным [6,7,9]

Figure 2. Agricultural production indices, due to the percentage of the previous year

Source: compiled by the authors based on data from [6, 7, 9]

Таблица 1. Динамика производства основных видов продукции растениеводства и животноводства в Пензенской области (в хозяйствах всех категорий), тыс. тонн

Table 1. Dynamics of the main Crop and Livestock Production in the Penza Region (across all farm categories), thousand tons

Показатель	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. в % к 2015 г.
Растениеводство							
Зерновые и зернобобовые культуры в весе после доработки	1558,5	3221,7	2251,6	3270,1	3263,8	2588,5	166,1
Сахарная свекла	1517,4	1880,4	2206,1	2346,8	2647,9	2252,9	148,5
Подсолнечник на зерно	261,9	510,9	574,2	455,1	578,8	587,3	224,2
Картофель	539,8	293,4	296,7	302,3	338,6	264,3	49,0
Овощи	194,9	120,9	112,0	111,3	109,0	98,8	50,7
Фрукты и ягоды	28,3	35,9	31,3	33,1	23,4	13,0	46,0
Животноводство							
Скот и птица на убой (в убойном весе)	192,3	325,5	328,4	340,4	355,9	358,1	186,2
Молоко	331,8	384,2	384,4	345,0	372,0	432,9	130,5
Яйца, млн. штук	292,6	298,9	275,9	284,4	312,9	322,8	110,3

Источник: составлена авторами по данным [6,7,9]

Source: compiled by the authors based on data from [6,7,9]

Таблица 2. Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, тыс. гектаров

Table 2. Cultivated areas of agricultural crops in farms of all categories, thousand hectares

Показатель	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. в % к 2015 г.
Посевная площадь-всего	1299,3	1453,3	1506,7	1560,6	1524,3	1573,8	121,1
Зерновые и зернобобовые культуры	698,2	850,5	853,6	857,4	842,6	876,9	125,6
Сахарная свекла	47,3	52,9	53,9	54,0	58,4	65,3	138,0
Подсолнечник	183,8	267,6	328,0	329,1	326,2	293,6	159,7
Картофель	36,6	25,6	22,5	22,2	21,7	20,6	56,2
Овощи	14,6	5,6	4,9	4,8	4,6	4,1	28,4

Источник: составлена авторами по данным [6,7,9]

Source: compiled by the authors based on data from [6,7,9]

Сравнительный анализ динамики производства продукции сельского хозяйства региона со среднероссийскими показателями и Приволжским федеральным округом показал, что Пензенская область демонстрировала опережающие темпы роста в 2015 и 2020 годах (рис.2). В 2023 году областной индекс производства также превысил показатели по стране в целом и по Приволжскому федеральному округу. Отчетный 2024 год характеризуется разнонаправленными результатами: если по Приволжскому федеральному округу индекс производства показал умеренную положительную динамику, то в РФ и Пензенской области зафиксировано снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции относительно уровня 2023 года.

Снижение индекса производства продукции растениеводства в 2024 году по сравнению с 2023 годом в Пензенской области до уровня 86,4% связано с уменьшением валового сбора зерна на 675,3 тыс. тонн, или на 20,7 %, при условии, что зерно является стратегической товарной продукцией региона, формирующей экспортный потенциал (табл. 1). В целом по региону в 2024 году было собрано 2588,5 тыс. тонн зерна, что на 66,1% превысило валовой сбор 2015 года. Наибольшее значение валового сбора зерна за анализируемый период было достигнуто в 2022 году, когда область собрала 3270,1 тыс. тонн. По предварительным оценкам 2025 года валовой сбор составил 3334,1 тыс. тонн.

Наибольший прирост к уровню 2015 года продемонстрировало производство подсолнечника на зерно (в 2,2 раза). В 2024 году валовой сбор подсолнечника составил 587,3 тыс. тонн, или 3,5% от уровня общероссийского производства. Относительное увеличение валового сбора сахарной свеклы составило 48,5%. В отчетном году в области собрано 2252,9 тыс. тонн, что соответствует 5,0% валового сбора данной сельскохозяйственной культуры по стране в целом. При положительных изменениях в растениеводстве отчетливо проявляется отрицательная динамика производства картофеля, овощей и плодово-ягодной продукции. Производство картофеля и овощей с 2015 по 2024 гг. сократилось на 51,0% и 49,3% соответственно, а плодов и ягод - на 54,0%. Подобная тенденция требует особого внимания в контексте самообеспеченности региона данными продуктами питания.

В животноводстве региона наблюдается устойчивая положительная динамика производства скота и птицы на убой. В отчетном году оно достигло 358,1 тыс. тонн, что выше значения базисного года на 86,2 %. Производство молока возросло на 30,5 %, достигнув в 2024 году максимального значения — 432,9 тыс. тонн. Производство яиц в 2024 году по сравнению с 2015 годом увеличилось на 10,3 % и составило 322,8 тыс. штук.

Развитие отрасли растениеводства в регионе характеризуется активным вовлечением неиспользуемых земельных угодий в сельскохозяйственный оборот и изменением структуры посевных площадей (табл. 2).

За десятилетний период общая посевная площадь в хозяйствах всех категорий увеличилась с 1299,3 до 1573,8 тыс. гектаров, или на 21,1%. Посевная площадь зерновых и зерно-



бобовых культур возросла на 178,7 тыс. гектаров и составила в 2024 году 876,9 тыс. гектаров, или 125,6% от уровня 2015 года. Расширение посевов подсолнечника с 183,8 тыс. гектаров в 2015 году до 293,6 тыс. гектаров (на 59,7%), привело к увеличению его доли в структуре посевных площадей с 14,1 до 18,6% соответственно. Отмечена также положительная динамика посевной площади сахарной свеклы. В отчетном году она составила 65,3 тыс. гектаров, или 4,1% от общего регионального показателя. Площадь картофеля сократилась на 43,8%, что связано с уходом из товарного производства хозяйств населения. Наибольшее сокращение претерпели площади под овощными культурами — с 14,6 до 4,1 тыс. гектаров, или на 71,6%.

Урожайность всех видов выращиваемых культур, за исключением картофеля повысилась. Рекордный для региона показатель урожайности зерновых был достигнут в 2023 году, когда с одного гектара было получено 39 ц. Максимальный базисный темп роста урожайности в 138,9% отмечается по подсолнечнику. В 2024 году с одного гектара убранной площади было собрано 20,3 ц/га подсолнечника на зерно против 14,6 ц/га в 2015 году. По сахарной свекле в 2023 году удалось достигнуть урожайности в размере 455 ц/га, однако в 2024 году из-за неблагоприятных погодных условий произошло снижение показателя до 352 ц/га, что вместе с тем на 8,3% превышает уровень базисного года. Рост урожайности зерновых, подсолнечника и сахарной свеклы, вместе с расширением площадей под этими культурами, способствовал увеличению валового сбора основных видов продукции растениеводства.

Таким образом произошедшие изменения последних лет свидетельствуют об интенсификации и усилении экспортно-сырьевой ориентации отрасли растениеводства региона на производстве зерновых и масличных культур.

Развитие животноводства в Пензенской области характеризуется переходом к индустриальной «моноспециализации» в мясном секторе с опорой на скороспелые виды животных (птица и свиньи), что характеризуется ростом промышленного птицеводства и свиноводства на фоне сокращения поголовья крупного и мелкого рогатого скота (табл. 3).

Поголовье птицы в регионе увеличилось с 10156,2 тыс. голов в 2015 году до 14766,9 тыс. голов в 2024 году, или на 45,4%. Абсолютный прирост поголовья птицы составил 4610,7 тыс. голов. Именно динамика птицеводства является главным драйвером роста производства мяса в регионе. За счет успешной реализации инвестиционных проектов наблюдается поступательный ежегодный прирост поголовья свиней, которое на конец 2024 года составило 345,1 тыс. голов, или 134,4% от уровня 2015 года. За исследуемый период поголовье крупного рогатого скота сократилось с 179,3 до 141,4 тыс. голов, причем начиная с 2021 года изменения численности животных данной группы незначительны. Сокращения поголовья крупного рогатого скота приводит к уязвимости производства говядины, которое становится сопутствующим производством отрасли молочного скотоводства. Овцеводство, которое в большей степени развивалось в крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйствах региона, постепенно утрачивает экономическую привлекательность,

о чем свидетельствует сокращение на 33,8% поголовья овец и коз.

На фоне разнонаправленных тенденций изменения поголовья животных, в 2024 году Пензенская область достигла рекордной отметки продуктивности коров — 10801 кг молока в год в расчете на одну голову. Базисный показатель 2015 года превышен в 2,3 раза. По данному показателю регион занял первое место среди субъектов Российской Федерации. За счет более чем двухкратного прироста продуктивности удалось добиться увеличения валового производства молока на 30,5% несмотря на сокращение поголовья коров. Молочное скотоводство региона преодолело этап жесткой выбраковки низкопродуктивного скота и развивается по индустриальной модели в высокотехнологичных специализированных сельскохозяйственных организациях региона. Интенсификация выращивания и откорма крупного рогатого скота обусловила увеличение прироста живой массы одной головы с 92 до 160 кг, или на 73,9%.

В отличие от молочного скотоводства в свиноводстве и птицеводстве наблюдается стагнация показателей продуктивности, свидетельствующая о выходе на технологическое плато. Продуктивность свиней увеличилась за десять анализируемых лет лишь на 4,3%, яйценоскость кур-несушек возросла на 6,2%.

В Пензенской области прилагаются серьезные усилия для повышения инвестиционной привлекательности аграрной отрасли. За десять исследуемых лет в основной капитал

отрасли вложено более 120 млрд. рублей. Это в свою очередь способствовало повышению эффективности производства продукции растениеводства и животноводства (рис. 3).

Анализ сальдированного финансового результата (прибыли до налогообложения) в аграрном секторе Пензенской области показал, что в 2015 году отрасль растениеводства продемонстрировала доминирующее положение с показателем 3 629 млн руб., что в 9,4 раза превышало результат животноводства в размере 388 млн руб. К концу исследуемого периода ситуация зеркально изменилась. В растениеводстве после наибольшего значения в 2021 году (10 004 млн. руб.) отмечается снижение показателя до 5 396 млн руб. в 2024 году. Период с 2020 по 2021 год в растениеводстве характеризовался аномально высокой рентабельностью (57,4% и 78,2% соответственно). Однако в 2022 году рентабельность снизилась до 38,2% и в 2024 году — до 24,7 процентов.

В животноводстве региона зафиксирована противоположная динамика. Несмотря на стагнацию в 2021–2022 годах на уровне около 3 млрд руб., к концу периода произошел рост с 2 905 млн руб. в 2022 году до 6 042 млн руб. в 2023 году и далее до рекордных 11 111 млн. руб. в 2024 году. В итоге к 2024 году финансовый результат животноводства превысил показатель растениеводства в 2,06 раза, став основным фактором прибыли в аграрном секторе. Рентабельность отрасли животноводства за анализируемый период возросла с 10,9 до 23,2 процентных пунктов.

Таблица 3. Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий на конец года, тысяч голов
Table 3. Livestock and poultry population in farms of all categories of at year-end, thousand head

Показатель	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024 г. в % к 2015 г.
Крупный рогатый скот	179,3	157,3	141,2	141,9	141,3	141,4	78,8
Свиньи	256,8	267,0	284,1	311,4	329,7	345,1	134,4
Овцы и козы	117,7	95,1	82,0	82,3	79,8	77,9	66,2
Птица	10156,2	13951,7	14062,1	15130,5	14769,5	14766,9	145,4

Источник: составлена авторами по данным [6,7,9]
Source: compiled by the authors based on data from [6,7,9]

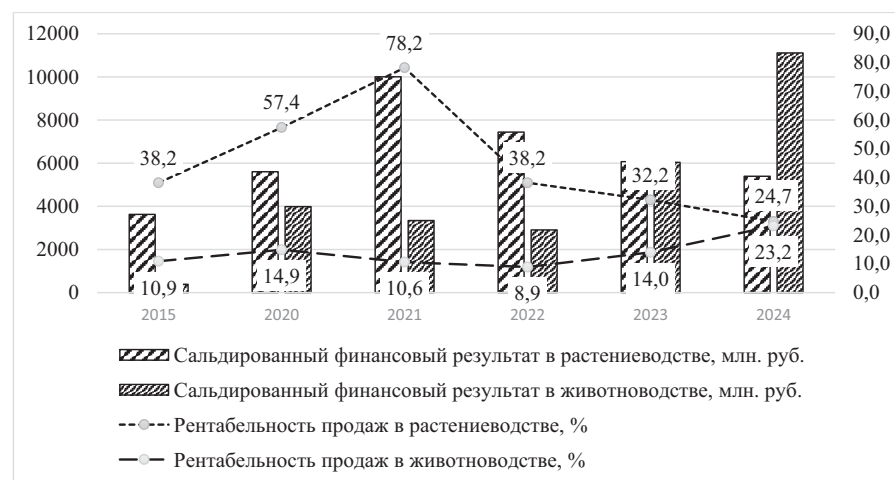


Рисунок 3. Сальдированный финансовый результат и рентабельность продаж в сельском хозяйстве
Источник: составлен авторами по данным [9]

Figure 3. Balanced financial result and profit margin on sales in the agricultural sector
Source: compiled by the authors based on data from [9]





Современная аграрная политика на всех уровнях управления направлена на устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия, достаточное для обеспечения продовольственной независимости, оценка которой осуществляется на основе показателей самообеспеченности основными видами продовольствия и сравнения их с пороговыми значениями Доктрины продовольственной безопасности (табл. 4).

Представленные данные свидетельствуют о неоднородности уровня продовольственной самообеспеченности на различных иерархических уровнях (РФ, ПФО, Пензенская область) в 2024 году. По ряду товарных позиций регион и округ демонстрируют показатели, существенно превышающие установленные пороговые значения Доктрины продовольственной безопасности, что указывает на избыточное производство и экспортный потенциал. Наиболее ярко это проявляется по мясу и мясoproдуктам: в Пензенской области показатель достиг 335,6% (при пороге 85%), что в 3,3 раза выше уровня самообеспеченности РФ. Аналогичная тенденция наблюдается в производстве зерновых культур.

Уровень самообеспеченности зерном в регионе составляет 183,2%, что значительно выше среднероссийского показателя — 152,4 процента. Область полностью обеспечивает себя молоком и молокопродуктами. Уровень самообеспеченности по данной продуктовой группе в регионе увеличился за анализируемый период и составил 132,3%, что на 42,3 процентных пункта выше порогового критерия Доктрины. Вместе с тем следует отметить критические группы товаров, не достигающие целевых ориентиров продовольственной независимости: картофель, овощи и бахчевые культуры, фрукты и ягоды.

Важно подчеркнуть, что достижение пороговых значений самообеспеченности по всем продуктовым позициям не должно являться самоцелью каждого конкретного субъекта РФ, а должно соотноситься с критериями экономической целесообразности и эффективности сельскохозяйственного производства. Если выгодно производить продукцию в регионе — ее следует производить в регионе, если более выгодно ввозить продовольствие из других субъектов РФ — следует ввозить [10].

В условиях глобальной специализации регионов необходимо принимать обоснованные решения о целесообразности развития собственного производства или активизации межрегионального товарообмена. Это подтверждается значительным разрывом в показателях между регионами, что диктует необходимость концентрации ресурсов на производстве тех видов продукции, где регион обладает устойчивым конкурентным преимуществом, при оптимизации структуры импорта по дефицитным позициям.

Результаты и обсуждение. Продовольственная независимость, как важнейший индикатор продовольственной безопасности региона и страны, это совокупность определяющих ее факторов, характеризующая внутренние региональные возможности обеспечения населения основными видами продовольствия при развитых партнерских связях с другими регионами, направленных на удовлетворение потребностей в недостающих элементах продуктовой линейки, как в текущий момент времени, так и в долгосрочной перспективе. Причем будущая результативность действия таких факторов начинает формироваться за долго до наступления заданной временной точки. Эффективность прилагаемых на предварительных этапах усилий, направленных на максимально высокий результат, определяется обоснованностью выбора и глубиной исследования факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на продовольственную независимость. При этом важен вектор влияния каждого фактора в отдельности, их взаимосвязь друг с другом и совокупное воздействие на результат, для определения надежных рычагов управления процессом обеспечения продовольственной независимости региона.

Обоснованием отбора ключевых факторов следует считать само определение продовольственной независимости как самообеспеченности региона основными видами сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В итоге, очевидным является влияние на продовольственную независимость важнейших факторов сельскохозяйственного производства, характеризующих масштабы деятельности, производительность труда и вложенный капитал.

Для выявления взаимосвязи факторов и оценки степени взаимозависимости выбранных для анализа критериев, принято решение о целесообразности применения метода корреляционно-регрессионного анализа.

Как результирующий признак обозначенного исследования (y) заложен показатель валовой продукции сельского хозяйства на душу населения Пензенской области, руб.

Как независимые признаки в модель включаются:

X_1 — производительность труда работников сельского хозяйства, руб.

X_2 — инвестиции в основной капитал, млн. руб.

X_3 — площадь сельскохозяйственных угодий на душу населения, га.

Приоритетными задачами корреляционного анализа являются:

- 1) выявление связи между введенными в модель случайными величинами;
- 2) оценка тесноты установленной связи.

Таблица 4. Динамика уровня самообеспеченности основными видами продовольствия, %
Table 4. Dynamics of the self-sufficiency level for major food products, %

Показатель	Пороговые значения Доктрины	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Отклонения 2024 г. от порогового значения
Зерно							
РФ	95	165,6	148,3	191,4	173,5	152,4	57,4
ПФО		154,0	96,9	185,1	147,0	129,2	34,2
Пензенская область		163,3	117,3	263,9	213,3	183,2	88,2
Картофель							
РФ	95	89,2	88,7	94,5	101,0	92,0	-3,0
ПФО		93,8	87,9	96,9	98,7	94,6	-0,4
Пензенская область		82,8	102,5	100,4	109,8	89,0	-6,0
Мясо и мясoproдукты							
РФ	85	100,1	99,7	101,8	101,7	101,9	16,9
ПФО		109,5	110,1	113,5	113,3	114,2	29,2
Пензенская область		313,3	317,6	332,7	342,9	335,6	250,6
Молоко и молокопродукты							
РФ	90	84,0	84,3	85,7	86,0	84,7	-5,3
ПФО		109,7	110,2	112,0	114,2	114,9	24,9
Пензенская область		124,0	125,1	115,5	117,8	132,3	42,3
Яйцо							
РФ	-	97,4	98,2	98,0	98,6	97,1	-
ПФО		124,6	129,1	127,5	125,6	126,5	-
Пензенская область		74,3	70,2	69,3	74,8	74,5	-
Овощи и бахчевые культуры							
РФ	90	86,3	86,5	88,5	89,1	88,6	-1,4
ПФО		93,0	97,6	93,8	94,4	92,5	2,5
Пензенская область		86,0	90,8	93,4	87,9	83,2	-6,8
Фрукты и ягоды							
РФ	60	42,4	44,4	47,3	44,6	43,1	-16,9
ПФО		42,4	38,4	39,2	30,1	26,8	-33,2
Пензенская область		48,5	43,5	46,4	33,1	19,9	-40,1

Источник: составлена авторами по данным [13]
Source: compiled by the authors based on data from [13]



Парные коэффициенты корреляции представлены в таблице 5.

Произведенные расчеты позволили установить:

- теснота связи признака x_2 с результативным показателем y характеризуется как средняя;
- теснота связи между парами x_1 и y , x_3 и y — характеризуется как сильная.

При этом парные коэффициенты корреляции между факторами не превышают коэффициенты корреляции между факторами и результативным признаком, что допускает и обосновывает включение всех обозначенных переменных в регрессионную модель.

$$Y = -102468,1 + 9,4x_1 + 0,6x_2 + 153119,3x_3$$

Из представленного уравнения регрессии следует:

- повышение производительности труда работников сельского хозяйства на 1 рубль, приводит к росту валовой продукции сельского хозяйства в расчете на душу населения Пензенской области на 9,4 рубля;
- рост инвестиций в основной капитал на 1 млн. рублей, определяет рост результативного признака в размере 0,6 рубля;
- увеличение сельскохозяйственных угодий на душу населения на 1 га, повысит показатель валовой продукции сельского хозяйства на душу населения региона на 153119,3 рубля.

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,98$ свидетельствует, что вариация исследуемой зависимости y — валовой продукции сельского хозяйства на душу населения, на 98% определяется изменчивостью включенных в модель объясняющих переменных.

Наиболее существенным по абсолютным значениям роста заложенного в модель результативного показателя, стал признак x_3 — площадь сельскохозяйственных угодий на душу населения, га. Полученный результат определил приоритетным для поддержания и дальнейшего укрепления продовольственной независимости Пензенской области, вовлечение в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых земельных ресурсов. Потенциал для реализации данного направления в регионе есть. В совокупности с дополнительными инвестициями в сельское хозяйство и повышением произ-

водительности труда, это может стать ускоряющим импульсом для роста валовой продукции и усиления продовольственной независимости.

Область применения результатов. Однако, ввод неиспользуемых площадей в сельскохозяйственный оборот, следует признать как экстенсивный вариант для достижения самообеспеченности региона. Возможности для расширения сельскохозяйственных угодий в Пензенской области ограничены, что не позволяет считать данное направление приоритетным на долгосрочную перспективу. В сложившихся экономических реалиях, наряду с подходами, дающими максимальный, но кратковременный эффект для аграрного сектора Пензенской области, основную ставку для его развития необходимо делать на интенсификацию. Поэтому, в качестве основного драйвера роста аграрного сектора Пензенской области должен стать технологический трек его развития, направленный на поддержку перспективных стартапов, внедрение цифровых решений. В этой связи, заложенные в модель развития сельского хозяйства Пензенской области признаки X_1 — производительность труда работников сельского хозяйства, руб. и X_2 — инвестиции в основной капитал, млн. руб., на практике должны быть увязаны с ключевыми для аграрного сектора Пензенской области направлениями технологического развития.

Особая роль в трансформации аграрного сектора региона должна быть отведена биотехнологическому развитию и продвижению. В рамках общей концепции биоэкономики, охватывающей комплекс технологических и инфраструктурных решений, позволяющих выстраивать производство на принципах природной логики (возобновление, цикличность, локальность), применение современных биотехнологий обеспечит повышение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности сельскохозяйственных животных, позволит осуществлять глубокую переработку сельскохозяйственного сырья, производство витаминов, аминокислот, крахмалов и других инновационных продуктов.

Как было отмечено ранее, структурные сдвиги в АПК Пензенской области характеризуются укреплением позиций товарного растениеводства (зерно, масличные, сахарная свекла) и промышленного животноводства, при одновременном сокращении производства трудоемких культур (картофель, овощи, плоды), что в целом отражает общероссийский тренд на концентрацию и специализацию аграрного бизнеса.

Вместе с тем, динамика уровня самообеспеченности Пензенской области основными видами продовольствия (таблица 4) демонстрирует, что производство картофеля в регионе, в трех из пяти анализируемых периодов, превышало пороговые значения Доктрины экономической

безопасности. Производство овощных и бахчевых культур в большинстве случаев приближено к установленной норме. Следовательно потенциал внутренних региональных возможностей самообеспеченности по этим видам продукции достаточно высок, но необходимы конкретные шаги для его использования. Важную роль для наращивания производства картофеля и овощей в Пензенской области может сыграть более тесное сотрудничество агробизнеса с наукой. В частности, усиление связей и делового контакта представителей среднего и малого аграрного бизнеса региона с научно-образовательными центрами «Селекции и семеноводства картофеля», «Агроботехнологий», функционирующими на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Пензенский государственный аграрный университет. Консультационные услуги и научно-методическая помощь специалистов этих центров позволит модернизировать технологический процесс выращивания этих сельскохозяйственных культур, применительно к условиям конкретных предприятий, опираясь на современные научные разработки и практические достижения, устранить сдерживающие факторы и негативные тенденции, влияющие на объемы производства картофеля и овощей в регионе, что улучшит показатель самообеспеченности, а, следовательно, продовольственной независимости региона.

Выводы. Приоритетным направлением развития аграрного сектора каждого региона и страны в целом, является достижение продовольственной независимости с учетом рациональных норм потребления и пороговых значений самообеспеченности по всем продуктовым позициям. Учитывая положительную динамику развития аграрного сектора Пензенской области за последние десять лет, важным направлением обеспечения ее продовольственной независимости по-прежнему остается активизация аграрного бизнеса по направлениям с высоким внутренним спросом и потенциалом импортозамещения, а также адаптивность к различным внешним колебаниям и угрозам. Повышение результативности отрасли, должно обеспечиваться увеличением урожайности сельскохозяйственных культур, повышением продуктивности животноводства, расширением масштабов аграрного производства, технологическим развитием, внедрением современных биотехнологий при производстве критически необходимой для экономики региона продукции. С точки зрения продовольственной конкуренции в регионе должны быть востребованы и реализовываться современные технологические стартапы. Аграрное производство должно развиваться на основе природоподобных процессов ресурсосбережения, снижения энергетических затрат и минимизации ущерба.

Таблица 5. Матрица парных коэффициентов корреляции
Table 5. Matrix of pairwise correlation coefficients

	Y	X1	X2	X3
Y	1			
X1	0,98	1,00		
X2	0,50	0,43	1,00	
X3	0,98	0,55	0,41	1

Таблица 6. Результаты регрессионного анализа
Table 6. Regression analysis results

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	-102468,1	36218,27605	-2,829182536	0,016396115	-182184,0022	-22752,22596
X1	9,4	2,949842495	3,177140465	0,008805898	2,879504399	15,86462351
X2	0,6	0,170163391	2,907031376	0,005829736	0,180689791	0,907881851
X3	153119,3	46710,04197	3,278080124	0,007358819	50311,15096	255927,3694



Список источников

1. Алтухов А.И. Приоритетное развитие сельского хозяйства — первооснова обеспечения продовольственной безопасности России // Вестник Российской академии наук. 2025. № 6. С. 9-19. DOI: 10.7868/S3034520025060025. — EDN FAKYRQ.
2. Ермакова Е.А. Стратегия формирования продовольственной независимости в системе обеспечения экономической безопасности региона / Е.А. Ермакова, О.Б. Репкина // Наукосфера. 2025. № 6-1. С. 338-343. DOI: 10.5281/zenodo.15676457. EDN WFSIGW.
3. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 (ред. от 10.03.2025).
4. Папцов А.Г. Продовольственная безопасность в России: развитие продуктового ретейла в городе и на селе / А.Г. Папцов, Л.В. Бондаренко // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 4. С. 2-12. DOI: 10.31442/0235-2494-2022-0-4-2 12. EDN MMEXGA.
5. Савинцева С.А. Продовольственная безопасность государства: история развития концепции и подходы к пониманию с учетом современных проблем // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 8. С. 155-163. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-8-155-163. EDN WVZNZC.
6. Сельское хозяйство Пензенской области в цифрах и фактах. 2021. Статистический сборник. Пенза: Пензастат, 2021. 283 с.
7. Сельское хозяйство Пензенской области в цифрах и фактах. 2025. Статистический сборник. Пенза: Пензастат, 2025. 193 с.
8. Семин А.Н. Биоэкономика и конкурентное агропространство как природный стратегический потенциал социально-экономического развития территорий / А.Н. Семин, В.В. Дрокин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 8. С. 3-10. DOI: 10.31442/0235-2494-2025-0-8-3-10. — EDN KJFEAO.
9. Социально-экономическое положение субъектов Российской Федерации. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): офиц. сайт. URL: <http://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 04.06.2026).
10. Тютюник В.В. Продовольственная независимость региона // Пространственная экономика.

2016. № 2. С. 168-182. DOI: 10.14530/se.2016.2.168-182. EDN WFGPZL.

11. Уланова О.И. Развитие агропромышленного комплекса в контексте обеспечения продовольственной безопасности РФ / О.И. Уланова // Нива Поволжья. 2018. № 2(47). С. 56-64. EDN XRHKIH.

12. Ушаев И.Г. Научные подходы к оценке обеспечения продовольственной безопасности и продовольственной независимости Российской Федерации / И.Г. Ушаев, А.В. Колесников // АПК: экономика, управление. 2022. № 3. С. 3-18. DOI: 10.33305/223-3. EDN ZKMMNG.

13. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): офиц. сайт. URL: <http://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 17.05.2026).

References

1. Altukhov, A.I. (2025). *Prioritetnoe razvitie sel'skogo khozyaistva — pervoosnova obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii* [Priority development of agriculture is the fundamental basis for ensuring Russia's food security]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], no. 6, pp. 9-19.
2. Ermakova, E.A. (2025). *Strategiya formirovaniya prodovol'stvennoi nezavisimosti v sisteme obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti regiona* [The Strategy of Food Independence Building within the Regional Economic Security System]. *Naukosfera* [Naukosphere], no. 6-1, pp. 338-343.
3. *Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii: Ukaz Prezidenta RF ot 21.01.2020 № 20 (red. ot 10.03.2025)* [On approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020 (as amended on March 10, 2025)].
4. Paptsov, A.G. (2022). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' v Rossii: razvitie produktovogo reteila v gorode i na sele* [Food security in Russia: development of food retail in the city and village]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 2-12.
5. Savintseva, S.A. (2025). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' gosudarstva: istoriya razvitiya kontseptsii i podkhody k ponimaniyu s uchedom sovremennykh problem* [State Food Security: The Evolution of the Concept and Contemporary

Approaches to Its Understanding]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 155-163.

6. Penzastat (2021). *Sel'skoe khozyaistvo Penzenskoi oblasti v tsifrakh i faktakh: 2021 (statisticheskii sbornik)* [Agriculture of the Penza Region in Facts and Figures: 2021 (Data Book)], Penza, Penzastat.

7. Penzastat (2025). *Sel'skoe khozyaistvo Penzenskoi oblasti v tsifrakh i faktakh: 2025 (statisticheskii sbornik)* [Agriculture of the Penza Region in Facts and Figures: 2025 (Data Book)], Penza, Penzastat.

8. Semin, A.N. (2025). Bioekonomika i konkurentnoe agroprostranstvo kak prirodnyi strategicheskii potentsial sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya territorii [Bioeconomics and competitive agro-space as a natural strategic potential for the socio-economic development of territories]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economics of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 3-10.

9. Rosstat (2026). *Sotsial'no-ehkonomicheskoe polozhenie sub'ektov Rossiiskoi Federatsii* [Socio-economic situation in the regions of the Russian Federation]. Official website Federal State Statistics Service (Rosstat): <http://rosstat.gov.ru> (accessed 04 June 2026).

10. Tyutyunik, V.V. (2016). *Prodovol'stvennaya nezavisimost' regiona* [Food independence of the region]. *Prostranstvennaya ehkonomika* [Spatial economy], no. 2, pp. 168-182.

11. Ulanova, O.I. (2018). *Razvitie agropromyshlennogo kompleksa v kontekste obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti RF* [Development of the agro-industrial complex in the context of ensuring food security of the Russian Federation]. *Niva Povolzhya*, no. 2(47), pp. 56-64.

12. Ushachev, I.G. (2022). *Nauchnye podkhody k otsenke obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti i prodovol'stvennoi nezavisimosti Rossiiskoi Federatsii* [Scientific approaches to assessing food security and food independence of the Russian Federation]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economics, management], no. 3, pp. 3-18.

13. Rosstat (2026). Official website Federal State Statistics Service (Rosstat): <http://rosstat.gov.ru> (accessed 17 May 2026).

Информация об авторах:

Лаврина Ольга Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4349-7964>, lavrina.o.v@pgau.ru

Павлова Ирина Валентиновна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1412-224X>, pavlova.i.v@pgau.ru

Шпагина Ирина Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2782-2210>, shpagina.i.e@pgau.ru

Широкова Елена Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3740-0406>, shirokova.e.v@pgau.ru

Information about the authors:

Olga V. Lavrina, candidate of economic sciences, associate professor at the department of accounting, analysis and audit, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4349-7964>, lavrina.o.v@pgau.ru

Irina V. Pavlova, candidate of economic sciences, associate professor at the department of accounting, analysis and audit, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1412-224X>, pavlova.i.v@pgau.ru

Irina E. Shpagina, candidate of economic sciences, associate professor at the department of accounting, Analysis and Audit, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2782-2210>, shpagina.i.e@pgau.ru

Elena V. Shirokova, candidate of economic sciences, associate professor at the department of accounting, analysis and audit, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3740-0406>, shirokova.e.v@pgau.ru



Научная статья

УДК 630.171.1:634.6

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_573

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФОРМ РОДА *ROBINIA* ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

С.Н. Крючков, А.С. СоломенцеваФедеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований форм робинии псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.) с целью выделения перспективных образцов для использования при закладке защитных лесных насаждений в условиях дефицита влаги и стресс-факторов окружающей среды (засуха, засоление почвы и низкие температуры воздуха). Экспериментальные данные были получены в период с 2020 по 2025 гг. на базе опытного участка Волгоградского селекционно-семеноводческого комплекса «Кировский». Исследования включали 3 формы робинии — морозоустойчивую, маховую и пирамидальную. Были изучены морфологические признаки, динамика роста, жизнеспособность, а также репродуктивные и адаптивные характеристики, включая зимостойкость и фазы развития растений. Результаты показали, что растения в возрасте 21 года отличаются высокой степенью сохранности (94,5-98,9%), даже после острозасушливых периодов и суровой зимы 2020/2021 гг. Маховая форма робинии показала максимальные показатели высоты (9,5 м), а пирамидальная — максимальный ежегодный прирост (50,0 см), несмотря на незначительные повреждения от обмерзания. Анализ репродуктивных показателей выявил существенные различия между феноклассами: маховые и морозоустойчивые формы (I фенокласс) характеризуются более мелкими плодами и семенами, но при этом показывают лучшую устойчивость к акациевой огнёвке и более высокий выход семян. Исследование показало, что отбор морозоустойчивых форм робинии успешно способствует её распространению в более северные районы. Были выявлены деревья-кандидаты, значительно превосходящие контрольные образцы по росту (на 25% выше) и толщине (на 62% толще), а также стабильно плодоносящие. Это свидетельствует о высоком потенциале селекционных форм робинии псевдоакация для повышения устойчивости и декоративности насаждений в условиях Нижнего Поволжья. Полученные результаты будут использованы в целях селекционной работы для улучшения морозостойкости и лесомелиоративных свойств видов, сортов и форм рода *Robinia*.

Ключевые слова: робиния, *Robinia*, рост, плодоношение, развитие, морфометрические показатели

Благодарности: работа выполнена по теме Государственного задания FNFE–2025–0009 «Создание новых генотипов, сортов, форм древесных, кустарниковых, культурных растений с высокоценными признаками продуктивности, качества, устойчивостью к био- и абиострессорам с использованием классических и современных методов селекции, новые инновационные технологии в питомниководстве и семеноводстве, для решения задач по предотвращению деградации и опустынивания агроландшафтов в условиях изменяющегося климата».

Исследования проводились в рамках тематического плана лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФНЦ агроэкологии РАН.

Original article

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF *ROBINIA* GENUS FORMS FOR CREATING SUSTAINABLE PROTECTIVE FORESTS IN ARID CONDITIONS

S.N. Kryuchkov, A.S. SolomentsevaFederal scientific Centre of agroecology, complex melioration and protective afforestation,
of the Russian academy of sciences, Volgograd, Russia

Abstract. The article presents the results of studies of the forms of pseudoacacia (*Robinia pseudoacacia* L.) in order to select promising samples for use in the establishment of protective forest plantations under conditions of moisture deficiency and environmental stress factors (drought, soil salinity, and low air temperatures). The experimental data were obtained between 2020 and 2025 at the experimental site of the Volgograd Breeding and Seed Production Complex «Kirovsky». The studies included 3 forms of *Robinia*: frost-resistant, mast, and pyramidal. Morphological features, growth dynamics, vitality, as well as reproductive and adaptive characteristics, including winter hardiness and plant development phases, were studied. The results showed that 21-year-old plants had a high degree of preservation (94.5-98.9%), even after severe drought periods and the harsh winter of 2020/2021. The *Robinia macheta* form showed the maximum height (9.5 m), while the *Robinia pyramidalis* form showed the maximum annual growth (50.0 cm), despite minor damage from frost. The analysis of reproductive indicators revealed significant differences between the phenoclasses: the mast and frost-resistant forms (I phenoclass) had smaller fruits and seeds, but they also showed better resistance to the acacia moth and higher seed production. The study showed that the selection of frost-resistant forms of *Robinia* successfully promotes its spread to more northern regions. Candidate trees were identified that significantly exceed the control samples in terms of growth (25% higher) and thickness (62% thicker), as well as consistently producing fruit. This indicates the high potential of the selected forms of *Robinia pseudoacacia* to increase the stability and ornamental value of plantations in the Lower Volga region. The obtained results will be used for breeding purposes to improve the frost resistance and forest reclamation properties of species, cultivars, and forms of the *Robinia* genus.

Keywords: locust, *Robinia*, growth, fruiting, development, morphometric indicators

Acknowledgments: The work was carried out on the topic of the State assignment FNFE — 2025 — 0009 «Creation of new genotypes, varieties, forms of woody, shrubby, cultivated plants with high-value signs of productivity, quality, resistance to bio- and abiotic stressors using classical and modern breeding methods, new innovative technologies in nursery and seed production, to solve problems of preventing degradation and desertification of agricultural landscapes in a changing climate».

The research was conducted as part of the thematic plan of the Laboratory of breeding, seed production, and nursery farming at the Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation, of the Russian Academy of Sciences.

При разработке оптимальных стратегий создания защитных лесных насаждений (ЗЛН) с максимальным лесомелиоративным потенциалом, основанных на быстрорастущих и высокорослых древесных породах, виды и формы рода Робиния (*Robinia*) выделяются как особо перспективные [1, 4, 7]. Они успешно адаптировались в России, найдя широкое применение в степном лесоразведении засушливых юго-восточных регионов европейской части страны [9, 12, 16, 20]. Робиния выделяется среди других растений благодаря своему интенсивному росту в ювенильном возрасте, высокой устойчивости к неблагоприятным условиям, таким как засуха и засоление почв, а также минимальным требованиям к качеству грунта [3, 10, 11, 14, 18]. Ее способность укреплять почву и ветрозащитные функции делают ее ценным инструментом в мелиорации [13, 17, 19, 21]. Среди множества форм робинии маточная (отличающаяся прямым, хорошо очищенным от ветвей стволом) и пирамидальная (с компактной, узкой кроной) представляют особый интерес для целей агролесомелиоративных целей. Однако ее широкому распространению препятствует чувствительность к низким температурам, особенно в суровые, бесснежные зимы [6, 8]. Результаты исследований на лесных участках, пострадавших от таких зим, дают основания предполагать, что путем селекционной работы и вегетативного размножения морозоустойчивых генотипов можно добиться расширения ареала робинии в более северные районы [2]. Выделенные по фенотипу маточные деревья робинии являются ценным генофондом для семеноводческих целей по ценным адаптивным и хозяйственным признакам, которые могут обеспечить отбор и производство посадочного материала, отвечающего современным требованиям лесного хозяйства и озеленения [5, 15].

Цель работы — комплексная оценка различных видов и форм рода *Robinia* и выявление наиболее устойчивых и продуктивных экземпляров, которые могут быть успешно применены для создания долговечных защитных лесных насаждений в условиях дефицита влаги по адаптивным свойствам к лимитирующим факторам среды.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в период с 2020 по 2025 гг. Объектами исследований являлись формы робинии псевдоакация — морозоустойчивая, маточная и пирамидальная. В качестве контроля использовалась типичная форма *Robinia pseudoacacia* L. Исследования по мор-

фологическим показателям листового аппарата, росту и состоянию робинии проводили в коллекционном участке Кировского селекционно-семеноводческого комплекса г. Волгограда (координаты: 48.623320577043536, 44.37475957119747). Деревья в ССК высажены по схеме 3×3 м или 4×4 м в зависимости от формы кроны. Каждая форма представлена 3-5 блоками по 20-30 деревьев в каждом. Морфометрические измерения выполнялись на майских побегах верхней освещенной части кроны у 10 шт. деревьев. Для каждой формы отбиралось по 30-50 шт. листьев с разных частей кроны (верхняя, средняя, нижняя). Измерялись длина черешка (мм), длина листа (мм), ширина листа (мм), площадь листовой пластины (см²). Расчет велся по формуле:

$$S = a \cdot b \cdot k,$$

где a — длина, b — ширина, k — коэффициент формы ($k = 0,75$)

Также устанавливалось количество пар листочков и наличие опущения (визуально, в % от общего числа листьев).

Мерной рейкой замерялась высота дерева в м, мерной вилкой — диаметр ствола на высоте 1,3 м (см), с помощью линейки в см делали замеры годового прироста боковых побегов.

Сохранность определялась в % по отношению количества живых деревьев к общему числу высаженных.

Состояние деревьев описывалось по балльной шкале:

- 5 баллов — отличное (дерево без повреждений);
- 4 балла — хорошее (дерево имеет незначительные повреждения);
- 3 балла — удовлетворительное (дерево имеет умеренные повреждения);
- 2 балла — плохое (у дерева отмечаются сильные повреждения);
- 1 балл — погибшее дерево.

Анализ репродуктивных характеристик включал определение интенсивности плодоношения (по шкале Каппера, 0-5 баллов), массы 1000 шт. семян (г), полнотелости семян (%), пораженности вредителями (акациевая огневка) и болезнями (%), выхода семян (%) [5].

Сбор семян проводился в 3 зонах кроны (верхней, средней, нижней) для оценки топографической неоднородности.

При проведении фенологических наблюдений фиксировались даты распускания листьев, начала и окончания цветения, образования первых бобов и созревания плодов, а также листопада.

Морозостойкость определялась по баллам обмерзания:

- 0 — нет повреждений;
- 0,5-1 — слабое обмерзание (до 25% побегов);
- 2-3 — среднее обмерзание (25-75%);
- 4-5 — сильное обмерзание (более 75%).

При статистической обработке данных использовались методы описательной статистики (среднее $\bar{x}$, стандартное отклонение σ , ошибка среднего m), а также дисперсионный и корреляционный анализ для сравнения средних значений между формами. Расчеты выполнялись в программах Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение. К возрасту 21 года, несмотря на неоднократно повторяющиеся засухи и аномально суровую зиму 2020/2021 гг., когда в отдельных районах Волгоградской области температура опускалась до 29 °С, сохранность растений робинии составила 94,5-98,9%. Формы достигли высоты 8,1-9,5 м (табл. 1). Лидировала в росте робиния маточной формы — 9,5 м. По годичному приросту за вегетационный период можно выделить робинию ф. пирамидальной — 50,0 см, у которой было отмечено сильное обмерзание кроны зимой 2020/2021 гг.

Робиния маточной формы — одна из наиболее ценных форм для лесовыращивания. Древесина её отличается исключительной прочностью, и по физико-механическим свойствам превосходит древесину основного вида. В регионах с лучшими условиями произрастания она отличается исключительным ростом и превосходит по продуктивности обыкновенную форму на 1-3 класса бонитета. На бедных сухих почвах данная форма мало отличается от контроля. На коллекционном участке в 20-летнем возрасте робиния маточная превосходит по высоте робинию обычную в среднем на 17%, а отдельные особи на 20-25%.

У форм робинии в ходе исследований были выявлены различия в биометрии листа. У маточной и пирамидальной робинии листочки более вытянуты и площадь их на 21,2 и 29,8% больше площади листочков робинии морозоустойчивой. Длина оси сложного листа у робинии маточной и морозоустойчивой мало отличаются, но у робинии маточной количество листочков на 20,3% больше, чем у робинии морозоустойчивой, поэтому края листочков соприкасаются или заходят один за другой. У робинии пирамидальной длина оси сложного листа на 13,6% больше, но благодаря большому количеству листочков частота их расположения такая же, как и у робинии маточной (рис. 1).

Формы робинии с часто расставленными округлыми листочками сложного листа лучше оттеняют почву и, следовательно, более конкурентоспособны в борьбе с сухой растительностью (табл. 2).

Изучение морфологических показателей листа у семенного потомства селекционных образцов робинии показало четкие соответствия по ряду признаков — длина черешка, длина и ширина листа, площадь листа с систематическими группами, к которым были отнесены маточные (плюсовые) деревья. Это свидетельствует о высоком уровне наследуемости признаков у семенного потомства 1-2 поколения.

В качестве перспективных деревьев для дальнейшего селекционного отбора было вы-

Таблица 1. Рост и состояние селекционных образцов робинии (ССК, Кировское лесничество, г. Волгоград), среднее за 5 лет

Table 1. Growth and condition of Robinia selection samples (SSK, Kirovskoye forestry, Volgograd), the average for 5 years

Название формы	Состояние, балл	Годовой прирост, см	Высота, м	Диаметр, см
Робиния, ф. морозоустойчивая	4,0	27,5	8,1	9,2
Робиния, ф. маточная	4,0	37,5	9,5	11,5
Робиния, ф. пирамидальная	3,5	50,0	8,5	8,5
Среднее ($\bar{x}$)	3,83	38,33	8,70	9,73
Стандартное отклонение (σ)	0,24	9,43	0,61	1,25
Ошибка среднего (m)	0,14	5,44	0,35	0,72

делено 58 образцов, которые успешно перенесли суровые зимы без значительных повреждений. Данные отобранные растения продемонстрировали превосходство над контрольными образцами — были на 25% выше и на 62% толще в диаметре, а также стабильно плодоносили.

Помимо наиболее продуктивных представителей обычной формы робинии, были выделены деревья с колонновидной (мачтовой) и пирамидальной кроной.

Анализ распространения робинии на Европейской части территории России позволяет выделить Нижнее Поволжье как условный рубеж (северо-восточная часть) её успешного культивирования. Отмеченные случаи массового усыхания деревьев после суровых зимних периодов коррелируют с кумулятивным эффектом ежегодного повреждения побегов морозами и критического вымерзания корневой системы, что приводит к общему ослаблению растений в особо суровые годы.

Регулярное подмерзание молодых приростов снижает полезные свойства защитных лесных насаждений с участием робинии, приводя к усыханию верхушек и общему ослаблению деревьев. Тем не менее, робиния обладает различными формами, различающимися по срокам развития.

Анализ робинии в защитных лесных насаждениях (ЗЛН) Волгоградской области позволил разделить ее на группы по продолжительности роста и морозостойкости:

- 1) Морозостойчивая (необмерзающая) группа с коротким периодом роста (май-июнь).
- 2) Группа, подмерзающая только после суровых зим.
- 3) Ежегодно подмерзающая группа с приростом в течение всего вегетационного периода.

Растения из 2 группы по итогам наблюдений отличались наилучшим ростом и способностью к размножению (табл. 3).

Робиния отлично переносит летнюю засуху, так как способна контролировать расход влаги в острозасушливые периоды. Этот вид также имеет устойчивость к засоленным почвам и может расти там, где концентрация солей достигает 1%. Тем не менее, если в почве слишком много натрия ($\leq 15-18\%$), наблюдается гибель растений. Также, плоды и семена подвержены повреждениям акациевой огневкой (*Etiella zinckenella*).

Цветение у робинии в условиях сухой степи наблюдается с 3-4 лет, и начинается при сумме эффективных $t \ 185^{\circ}\text{C}$. Раскрытие цветков наблюдается при $t \ 374^{\circ}\text{C}$, в фазу плодоношения растение вступает при сумме эффективных $t \ 481^{\circ}\text{C}$.

Фенологический период цветения робинии составляет 10-14 дней, при этом эффективное опыление и последующее оплодотворение наблюдается в первые 48 часов после антезиса. Морфогенез плодов занимает от 75 до 90 дней. Созревание семян происходит в осенний период (сентябрь-октябрь), после чего они сохраняются на растении в течение зимнего периода.

Для выявления изменчивости в клоновом архиве было проведено изучение количественных и структурных признаков плодов и семян морозостойчивой и мачтовой форм робиний.



Рисунок 1. Различия по форме и окраске листьев растений рода *Robinia*
Figure 1. Differences in leaf shape and color among plants of the *Robinia* genus

Таблица 2. Морфометрические показатели селекционных образцов робинии, среднее за 5 лет
Table 2. Morphometric indicators of *Robinia* selection samples, the average for 5 years

Параметр	Робиния, ф. морозостойчивая	Робиния, ф. мачтовая	Робиния, ф. пирамидальная	Среднее (x)	Стандартное отклонение (σ)	Ошибка среднего (m)
Длина черешка, мм	29	33	28	30,00	2,16	1,25
Длина листа, см	3,6	4,3	4,3	4,07	0,38	0,22
Ширина листа, см	1,8	1,7	1,8	1,77	0,06	0,03
Площадь листа, см ²	4,7	5,7	6,1	5,50	0,72	0,42
Длина оси, сложного листа, см	16,4	16,8	19,1	17,43	1,40	0,81
Кол-во пар листочков, шт.	5,9	7,1	8,1	7,03	1,11	0,64
Опушение	+	–	+			

Таблица 3. Оценка устойчивости и продуктивности фенотипических групп робинии, среднее за 5 лет
Table 3. Evaluation of the stability and productivity of *Robinia* phenotypic groups, the average for 5 years

Параметр	Необмерзающая (I)	Средне-обмерзающая (II)	Обмерзающая (III)
Период роста побегов, дни	55	75	120
Длительность цветения, дни	12	18	30
Балл обмерзания (0-5)	0,5	2,5	4,5
Высота дерева, м	12,5	8,6	7,8
Диаметр ствола, см	24,0	18	16
Плодоношение, балл	4,5	3,0	2,5
Масса 1000 семян, г	25	22	18
Доля обмерзающих побегов, %	68	93	100

Таблица 4. Показатели качества семян робинии, среднее за 5 лет
Table 4. *Robinia* seed quality indicators, the average for 5 years

Средний показатель по 3 зонам кроны	Фенокласс I	Фенокласс II	Фенокласс III	Мачтовая форма
Масса 1000 шт. семян, г	17,13	20,65	22,07	16,63
Полнозернистость, %	65,8	53,5	56,1	80,3
Поражение плодов акациевой огнёвкой, %	44,7	68,7	63,0	20,3
Выход семян, %	38,2	23,9	29,2	42,0
Морозостойчивость, балл	3,8	3,0	2,8	2,8

Таблица 5. Средние характеристики плодов и семян по феноклассам робинии по трем зонам кроны, 2020-2025 гг.
Table 5. Average characteristics of fruits and seeds by phenoclass of Robinia according to the three crown zones, 2020-2025 years

Фенокласс / форма	Средняя длина плода, мм	Средняя ширина плода, мм	Среднее кол-во семян в плоде, шт.	Средняя доля чёрных семян, %	Средняя доля коричневых семян, %	Средняя доля жёлтых семян, %
I	66,3	11,0	8,3	88,3	9,0	2,7
II	62,3	11,3	8,6	30,3	67,3	2,3
III	74,7	11,0	7,6	13,3	77,3	9,3
Мачтовая форма	63,7	10,0	6,8	92,3	7,7	0

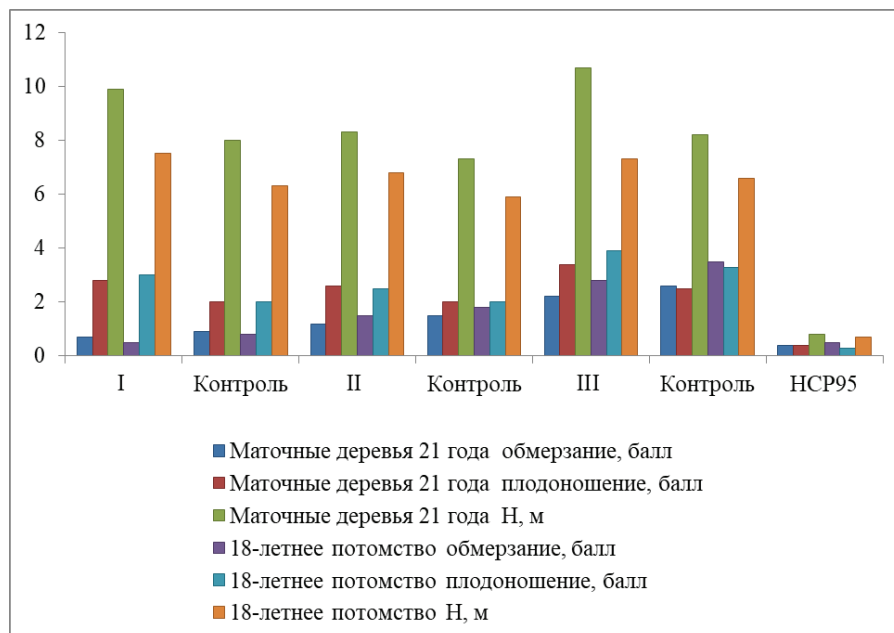


Рисунок 2. Различия селекционных признаков растений робинии и ее клонов, среднее за 5 лет
Figure 2. Differences in the breeding characteristics of Robinia plants and their clones, average over 5 years

С целью определения влияния пространственного расположения кроны дерева на его способность к плодоношению и образованию семян, вся исследуемая древесная структура была условно разделена на 3 яруса: верхний, средний и нижний. Сбор плодов проводили в каждой части кроны. Между феноклассами морозоустойчивой и мачтовой форм робинии выявлены определённые различия в размерах плодов, абсолютной массе семян, их окраске, повреждаемости акациевой огнёвкой и других признаках. Мачтовые и морозоустойчивые (I фенокласс) формы характеризуются относительно мелкими размерами репродуктивных органов. Бобы мелкие — от 10 до 12 мм в поперечнике, семена при массе от 16 до 17 граммов. У робинии мачтовой формы и морозоустойчивых клонов (II фенокласс) плоды и семена меньше повреждаются акациевой огнёвкой, в результате чего выход семян выше. У обмерзающих особей (III фенокласс) сравнительно крупные плоды и семена (масса 1000 шт. семян от 20 до 23 граммов), большая повреждаемость акациевой огнёвкой, что ведёт к уменьшению выхода семян (табл. 4).

У робинии морозоустойчивой и мачтовой формы проявляется топографическая неоднородность плодов и семян. По абсолютному весу больше масса 1000 шт. семян в верхней и средней части кроны. В нижней части выше процент полнотерности и выход семян. Имеются также определённые различия в морфологии плодов и семян (табл. 5).

Робиния псевдоакация, форма пирамидальная (*Robinia pseudoacacia* f. *pyramidalis*), является редкой морфологической вариацией. Отличительными признаками данной формы являются ярко выраженный центральный ствол и плотная, компактная крона, принимающая колонновидную или узкопирамидальную форму. Важно отметить, что побеги лишены колючек и способны расти под углом 30-45°.

Наблюдения за потомством показали тесную связь между родительскими деревьями и их клонами. К 21 году клоны в полной мере проявляли свои ценные для селекции качества — циклы развития (фенология), способности к размножению, скорость набора биомассы и сопротивляемость заморозкам (рис. 2).

Плюсовые деревья робинии рекомендуются к размножению в засушливых условиях региона исследований методом клонового (индивидуального) отбора для создания новых сортов, обладающих устойчивостью к морозам и засухам, качеством ствола и кроны, демонстрирующим высокую продуктивность и быстроту роста. Мачтовая и пирамидальная формы ввиду своей низкой устойчивости к морозам и возвратным весенним заморозкам требуют селекционного улучшения и дополнительного изучения.

Заключение. Целенаправленный селекционный отбор образцов робинии позволит улучшить их хозяйственно ценные признаки (скорость роста, компактность кроны, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней

среды), что является перспективным направлением в создании устойчивых лесных насаждений в малолесных регионах.

Высокая жизнеспособность растений робинии даже в возрасте 21 года (94-98%) обусловлена ее адаптивными способностями, глубокой и мощной корневой системой, экологической пластичностью и способностью к вегетативному размножению в трудных почвенно-климатических условиях.

Форма робинии с компактной колонновидной кроной пригодна для озеленительных и декоративных насаждений, пирамидальная форма является ценной для ландшафтного дизайна, так как ее форма кроны отличается строгой геометрией и эстетичным видом. Растения из выделенной 1 группы фенокласса, несмотря на меньшие размеры семян, меньше повреждаются вредителями и имеют лучшие показатели урожайности за счет адаптивных признаков, сформированных на генетическом уровне.

Сохранение целевых характеристик потомства робинии для расширения ее ареала на северной границе региона исследований может быть достигнуто путем использования селекционных методов, так как отобранные опытные образцы наследуют морфометрические признаки и морозостойкость, что дает основу для дальнейших исследований по их улучшению.

Список источников

1. Бабошко О.И., Танюкевич В.В. Продуктивность и мелиоративная роль лесных полос с участием *Robinia pseudoacacia* L. в степной зоне. Новочеркасск: Новочеркасская государственная мелиоративная академия, 2015. 108 с.
2. Егоров С.А. Влияние гуминовых препаратов на состояние древесных видов в засушливых условиях // Агрохимический вестник. 2023. № 4. С. 84-89. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-4-014.
3. Иванисова Н.В., Седой Р.Г., Бабошко О.И., Куринская Л.В. Особенности роста робинии псевдоакация в условиях степной зоны // Лесоведение. 2021. № 3. С. 240-249. DOI: 10.31857/S0024114821030062.
4. Калмыкова Е.В., Кузьмин П.А., Мельник К.А., Сапронова Д.В. Комплексная оценка сеянцев *Robinia pseudoacacia* L. в орошаемом питомнике для использования в лесоразведении и озеленении на территории Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 11. С. 38-42. DOI: 10.28983/asjy2022i11pp38-42.
5. Кулыгин А.А., Павлов В.М. Выращивание робинии леакация. Новочеркасск: Новочеркасская государственная мелиоративная академия, 1998. 120 с.
6. Крючков С.Н., Солонкин А.В., Соломенцева А.С., Жолобова О.О. Элементы технологии размножения *Robinia pseudoacacia* L. для защитного лесоразведения в условиях деградации и опустынивания территорий // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29, № 1(94). С. 96-104. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-96-104.
7. Лазарев С.Е., Семенютина А.В. Перспективность видов и форм рода *Robinia* L. для лесозащитных и озеленительных насаждений // Успехи современного естествознания. 2020. № 8. С. 11-17. DOI: 10.17513/use.37451.



8. Лазарев С.Е., Семенютина А.В. Технологические приемы размножения и выращивания видов рода *Robinia* L. // Успехи современного естествознания. 2021. № 3. С. 17-25. DOI: 10.17513/use.37589.

9. Масюк А.Н. Анализ первичной продуктивности насаждений робинии лжеакация на рекультивированных землях степного Приднпрожья // Вестник Днепропетровского университета. Биология, экология. 2006. № 14-1. С. 24.

10. Матвеева С.В., Бабакова Т.С., Какоткина М.С. [и др.]. Эффекты солевого стресса на прорастание семян и ранние этапы развития проростков робинии лжеакация // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4(119). С. 101-107. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.015.101-107.

11. Mapelli S., Malvolti M.E. Effects of drought stress on physiological and biochemical adaptation responses in young black locust *Robinia pseudoacacia* L. clones // Сибирский лесной журнал. 2019. No. 3. P. 41-51. DOI: 10.15372/SJFS20190306.

12. Морозова Е.В., Иозус А.П., Крючков С.Н. Основные итоги селекции робинии лжеакация в Нижнем Поволжье // Успехи современного естествознания. 2018. № 12-2. С. 290-295.

13. Рыбашлыкova Л.П., Сивцева С.Н., Маховикова Т.Ф. Роль защитных лесных насаждений разных типов в кормовой продуктивности пастбищных угодий Западного Прикаспия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2021. Т. 16, № 4. С. 389-399. DOI: 10.22363/2312-797X-2021-16-4-389-399.

14. Сурхаев И.Г., Сурхаева Г.М., Рыбашлыкova Л.П. Закономерности порослевого лесовосстановления защитных древостоев робинии псевдоакация на Терско-Кумских песках // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2(62). С. 185-195. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-20.

15. Самсонова И.Д., Маннапов А.Г., Сидаренко П.В. Медовая продуктивность насаждений робинии псевдоакация // Пчеловодство. 2021. № 7. С. 24-26.

16. Седых С.А., Бабосшко О. И Использование робинии лжеакация в защитном лесоразведении Ростовской области // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 2-3. С. 373-374.

17. Семенютина А.В., Лазарев С.Е., Мельник К.А. Оценка репродуктивной способности представителей родовых комплексов и особенности их селекционного семеноведения в сухостепных условиях // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2019. Т. 9, № 1. С. 1-23. DOI: 10.25726/NM.2019.66.65.001.

18. Стародубцева Е.А. Ценотическая роль *Robinia pseudoacacia* L. в растительных сообществах Воронежского заповедника // Разнообразие растительного мира. 2020. № 2(5). С. 14-28. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-2-14-28.

19. Сурхаев И.Г., Сурхаев Г.А. Особенности формирования вегетативных древостоев *Robinia pseudoacacia* на Терско-Кумских песках // Лесной вестник. Forestry Bulletin. 2018. Т. 22, № 6. С. 23-30. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-23-30.

20. Танюкевич В.В., Запривода М.А., Кулик А.К. Экономическая ценность насаждений робинии ложноакацией (*Robinia pseudoacacia* L.) на террикониках Донецкого края // Природообустройство. 2015. № 5. С. 108-111.

21. Трещевская Э.И., Тихонова Е.Н., Малинина Т.А., Навалихин С.В. Использование робинии лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) для облесения техногенно на-

рушенных земель // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 3(27). С. 151-157. DOI: 10.12737/article_59c2273cd022e342507886.

References

1. Baboshko O.I., Tanyukevich V.V. (2015). *Produktivnost' i meliorativnaya rol' lesnyh polos s uchastiem Robinia pseudoacacia* L. v stepnoj zone [Productivity and reclamation role of forest belts with *Robinia pseudoacacia* L. in the steppe zone]. *Novocherkassk: Novocherkasskaya gosudarstvennaya meliorativnaya akademiya*, 108 p.

2. Egorov S.A. (2023). *Vliyaniye guminovykh preparatov na sostoyaniye drevesnykh vidov v zasushivlykh usloviyakh* [The effect of humic preparations on the condition of woody species in arid conditions]. *Agrohimicheskij vestnik*, no. 4, pp. 84-89. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-4-014.

3. Ivanisova N.V., Sedoj R.G., Baboshko O.I., Kurinskaya L. (2021). *V. Osobennosti rosta robinii psevdokacii v usloviyakh stepnoj zony* [Features of *Robinia pseudoacacia* growth in the steppe zone]. *Lesovedenie*, no. 3, pp. 240-249. DOI: 10.31857/S0024114821030062.

4. Kalmykova E.V., Kuz'min P.A., Mel'nik K.A., Sapronova D.V. (2022). *Kompleksnaya ocenka seyancev Robinia pseudoacacia* L. v oroshenom pitomnike dlya ispol'zovaniya v lesorazvedenii i ozelenenii na territorii Nizhnego Povolzh'ya [Comprehensive assessment of *Robinia pseudoacacia* L. seedlings in an irrigated nursery for use in afforestation and landscaping in the Lower Volga region]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, no. 11, pp. 38-42. DOI: 10.28983/asj.y022111pp38-42.

5. Kulygin A.A., Pavlov V.M. (1998). *Vyrashchivaniye robinii lzheakacii* [Growing *Robinia pseudoacacia*]. *Novocherkassk: Novocherkasskaya gosudarstvennaya meliorativnaya akademiya*, 120 p.

6. Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Solomenceva A.S., Zholobova O.O. (2023). *Elementy tekhnologii raznozheniya Robinia pseudoacacia* L. dlya zashchitnogo lesorazvedeniya v usloviyakh degradacii i opustynivaniya territorij [Elements of *Robinia pseudoacacia* L. propagation technology for protective afforestation in areas of degradation and desertification]. *Aridnye ekosistemy*, vol. 29, no. 1(94), pp. 96-104. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-96-104.

7. Lazarev S.E., Semenyutina A.V. (2020). *Perspektivnost' vidov i form roda Robinia* L. dlya lesozashchitnykh i ozelenitel'nykh nasazhdenij [The prospects of species and forms of the genus *Robinia* L. for forest protection and landscaping plantings]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, no. 8, pp. 11-17. DOI: 10.17513/use.37451.

8. Lazarev S.E., Semenyutina A.V. (2021). *Tekhnologicheskie priemy raznozheniya i vyrashchivaniya vidov roda Robinia* L. [Technological methods of propagation and cultivation of species of the genus *Robinia* L.]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, no. 3, pp. 17-25. DOI: 10.17513/use.37589.

9. Masjuk A.N. (2006). *Analiz pervichnoj produktivnosti nasazhdenij robinii lzheakacii na rekultivirovannykh zemlyakh stepnogo Pridneprov'ya* [Analysis of the primary productivity of *Robinia pseudoacacia* plantations on reclaimed lands of the steppe Dnieper region]. *Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta. Biologiya, ekologiya*, no. 14-1, p. 24.

10. Matveeva S.V., Babakova T.S., Kakotkina M.S. [i dr.]. (2022). *Effekty solevogo stressa na prorastaniye semyan i rannie etapy razvitiya prorostkov robinii lzheakacii* [Effects of salt stress on seed germination and early stages of development of seedlings of *Robinia pseudoacacia*]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal*, no. 4(119), pp. 101-107. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.015.101-107.

11. Mapelli S., Malvolti M.E. (2019). *Effects of drought stress on physiological and biochemical adaptation responses in young black locust Robinia pseudoacacia* L. clones. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, no. 3, pp. 41-51. DOI: 10.15372/SJFS20190306.

12. Morozova E.V., Iozus A.P., Kryuchkov S.N. (2018). *Osnovnye itogi selekcii robinii lzheakacii v Nizhnem Povolzh'e* [Main results of *Robinia pseudoacacia* breeding in the Lower Volga region]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, no. 12-2, pp. 290-295.

13. Rybashlykova L.P., Siveva S.N., Mahovikova T.F. (2021). *Rol' zashchitnykh lesnykh nasazhdenij raznykh tipov v kormovoj produktivnosti pastbishchnykh ugodij Zapadnogo Pri-kaspiya* [The role of protective forest plantations of different types in the fodder productivity of pasture lands in the Western Caspian region]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, vol. 16, no. 4, pp. 389-399. DOI: 10.22363/2312-797X-2021-16-4-389-399.

14. Surhaev I.G., Surhaeva G.M., Rybashlykova L.P. (2021). *Zakonovernosti poroslevogo lesovosstanovleniya zashchitnykh drevostoev robinii psevdokacii na Tersko-Kumskikh peskah* [Patterns of sprouting reforestation of protective tree stands of *Robinia pseudoacacia* on the Terek-Kuma sands]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, no. 2 (62), pp. 185-195. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-20.

15. Samsonova I.D., Mannapov A.G., Sidarenko P.V. (2021). *Medovaya produktivnost' nasazhdenij robinii psevdokacii* [Honey Productivity of *Robinia pseudoacacia* Plantations]. *Pchelovodstvo*, no. 7, pp. 24-26.

16. Sedyh S.A., Baboshko O.I. (2015). *Ispol'zovaniye robinii lzheakacii v zashchitnom lesorazvedenii Rostovskoj oblasti* [The use of *Robinia pseudoacacia* in Protective Afforestation in the Rostov Region]. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik*, no. 2-3, pp. 373-374.

17. Semenyutina A.V., Lazarev S.E., Mel'nik K.A. (2019). *Ocenka reproduktivnoj sposobnosti predstavitelej rodovyykh kompleksov i osobennosti ih selekcionnogo semenovedeniya v suhostepnykh usloviyakh* [Assessment of the reproductive capacity of representatives of generic complexes and peculiarities of their breeding seed science in dry-steppe conditions]. *Nauka. Mysl': elektronnyj periodicheskij zhurnal*, Vol. 9, no. 1, pp. 1-23. DOI: 10.25726/NM.2019.66.65.001.

18. Starodubceva E.A. (2020). *Cenoticheskaya rol' Robinia pseudoacacia* L. v rastitel'nykh soobshchestvakh Voronezhskogo zapovednika [The cenotic role of *Robinia pseudoacacia* L. in the plant communities of the Voronezh nature reserve]. *Raznoobrazie rastitel'nogo mira*, no. 2(5), pp. 14-28. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-2-14-28.

19. Surhaev I.G., Surhaev G.A. (2018). *Osobennosti formirovaniya vegetativnykh drevostoev Robinia pseudoacacia na Tersko-Kumskikh peskah* [Features of the formation of vegetative stands of *Robinia pseudoacacia* on the Tersko-Kuma sands]. *Lesnoj vestnik. Forestry Bulletin*, Vol. 22, no. 6, pp. 23-30. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-6-23-30.

20. Tanyukevich V.V., Zaprivoda M.A., Kulik A.K. (2015). *Ekonomicheskaya cennost' nasazhdenij robinii lozhnoakacievoy (Robinia pseudoacacia L.) na terrikonikah Doneckogo kryazha* [Economic value of false acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations on the Donetsk Ridge spoil heaps]. *Prirodoobustroystvo*, no. 5, pp. 108-111.

21. Treshchevskaya E.I., Tihonova E.N., Malinina T.A., Navalihin S.V. (2017). *Ispol'zovaniye robinii lzheakacii (Robinia pseudoacacia L.) dlya obleseniya tekhnogenno narushennykh zemel'* [The use of *Robinia pseudoacacia* L. for afforestation of technogenically disturbed lands]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, vol. 7, no. 3(27), pp. 151-157. DOI: 10.12737/article_59c2273cd022e342507886.

Информация об авторах:

Крючков Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8338-6460>, kryuchkov@vfanc.ru

Соломенцева Александра Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5857-1004>, alexis2425@mail.ru

Information about the authors:

Sergei N. Kryuchkov, doctor of agricultural sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8338-6460>, kryuchkov@vfanc.ru

Aleksandra S. Solomentseva, candidate of agricultural sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5857-1004>, alexis2425@mail.ru

✉ alexis2425@mail.ru





Научная статья

УДК 631.474

doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_578

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПРИМЕРЕ АО АГРОФИРМА «РОГОВАТОВСКАЯ НИВА» БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Мерецкий

Агрофирма Красненская, с. Большое, Красненский район
Белгородская область, Россия

Аннотация. Объектом исследования послужила территория землепользования АО Агрофирма «Роговатовская Нива» (подразделение ООО «Агрофирма «Красненская») Белгородской области. Почвенный покров хозяйства преимущественно сформирован черноземами типичными (40,5% пашни), выщелоченными (32,0%) и типичными карбонатными (22,6%). В качестве информационной базы данных использовались результаты сплошного агрохимического обследования почв, проведенного в 8 (2008-2012 гг.) и одиннадцатом (2019-2022 гг.) турах, а также почвенно-эрозионного обследования (2016 г.). Почвенные образцы отбирались из пахотного горизонта и анализировались аккредитованной лабораторией по общепринятым методикам. В результате анализа установлено, что за время внедрения адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ) в хозяйстве интенсивность применения минеральных удобрений возросла на 85,5%, составив 128 кг/га. Сравнительный анализ показал, что за период 2019–2022 гг. по сравнению с 2008–2012 гг. значительно увеличился уровень средней урожайности: озимой пшеницы — на 2,86 т/га (114,9%), кукурузы (зерно) — на 1,09 т/га (17,8%), сои — на 0,51 т/га (30,0%), ячменя — на 1,59 т/га (65,7%), подсолнечника — на 1,03 т/га (52,6%). Согласно данным агрохимического мониторинга с 2009 по 2022 год, зафиксировано увеличение средневзвешенных значений показателей: содержание органического вещества выросло на 0,09%, подвижного фосфора — на 52 мг/кг, калия — на 20 мг/кг. Содержание микроэлементов также изменилось: марганца увеличилось на 2,52 мг/кг, цинка — на 0,32 мг/кг, меди — на 0,036 мг/кг. При этом отмечена тенденция к уменьшению содержания подвижного кобальта. Превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) по марганцу, цинку, меди и кобальту выявлено не было.

Ключевые слова: агрохимический мониторинг почв, калий, микроэлементы, органическое вещество, фосфор, удобрения, урожайность, чернозем

Original article

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ADAPTIVE-LANDSCAPE FARMING SYSTEMS ON THE EXAMPLE OF ROGOVATOVSKAYA NIVA JSC IN THE BELGOROD REGION

S.V. Meretskiy

LLC Agrofirma Krasnenskaya, s. Bolshoye, Krasnensky district,
Belgorod region, Russia

Abstract. The object of the study was the land use area of JSC Agrofirma Rogovatskaya Niva (a division of Agrofirma Krasnenskaya LLC) in the Belgorod region. The soil cover of the farm is predominantly formed by typical chernozems (40.5% of arable land), leached chernozems (32.0%), and typical carbonate chernozems (22.6%). The results of a continuous agrochemical soil survey conducted in 8 (2008-2012) and 11 (2019-2022) rounds, as well as a soil erosion survey (2016), were used as an information database. Soil samples were collected from the arable horizon and analyzed by an accredited laboratory using standard methods. The analysis revealed that the intensity of mineral fertilizer application increased by 85.5% during the implementation of adaptive landscape farming systems (ALFS), reaching 128 kg/ha. A comparative analysis of the five-year plans showed that over the period 2019-2022, compared with 2008-2012, the average yield increased significantly: winter wheat — by 2.86 t/ha (114.9%), corn (grain) — by 1.09 t/ha (17.8%), soybeans — by 0.51 t/ha (30.0%), barley — by 1.59 t/ha (65.7%), sunflower — by 1.03 t/ha (52.6%). According to the data of agrochemical monitoring from 2009 to 2022, there was an increase in the weighted average values of the indicators: the content of organic matter increased by 0.09%, mobile phosphorus increased by 52 mg/kg, and potassium increased by 20 mg/kg. The content of trace elements also changed: manganese increased by 2.52 mg/kg, zinc increased by 0.32 mg/kg, and copper increased by 0.036 mg/kg. At the same time, there was a tendency to decrease the content of mobile cobalt. No exceeding of maximum permissible concentrations (MPCs) for manganese, zinc, copper, and cobalt was detected.

Keywords: agrochemical soil monitoring, potassium, microelements, organic matter, phosphorus, fertilizers, yield, chernozem

Введение. Современный этап развития земледелия характеризуется переходом от унифицированных зональных систем к адаптивно-ландшафтным системам земледелия, которые обеспечивают баланс между интенсификацией сельскохозяйственного производства и экологической безопасностью. Основопологающие принципы ландшафтного подхода

к сельскохозяйственному сегменту производства были впервые сформулированы на сессии Россельхозакадемии в 1992 году, приуроченной к столетию труда В.В. Докучаева «Наша степи прежде и теперь». Это событие хронологически совпало с Конференцией ООН в Рио-де-Жанейро, провозгласившей концепцию устойчивого развития (Sustainable development) как

новую парадигму взаимодействия человека и природы [1].

В Белгородской области системное внедрение АЛСЗ стало возможным благодаря развитию научно-методической базы, разработанной академиком РАН В.И. Киришиным [2–4]. На основе его подходов и практического опыта была сформирована региональная норма-



тивно-правовая база. Ключевым документом выступило Постановление Губернатора № 9 от 4 февраля 2014 года, которое регламентировало структуру, сроки действия, а также порядок согласования и реализации проектов АЛСЗ. Кроме того, в рамках проектирования данных систем осуществлялось внедрение концепции биологизации земледелия, предложенной членом-корреспондентом РАН Е.С. Савченко [5, 6].

Целью настоящей работы является анализ результатов освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия в условиях АО Агрофирма «Роговатовская Нива» Белгородской области.

Объекты и методы. Территорией для исследований послужили земли АО Агрофирма «Роговатовская Нива» (являющегося структурным подразделением ООО «Агрофирма «Красненская») в Белгородской области. Общая площадь угодий хозяйства составляет 11,2 тыс. га. Основу почвенного покрова формируют черноземы: типичные (занимают 40,5% пашни), выщелоченные (32,0%) и типичные карбонатные (22,6%). В рамках почвенно-ландшафтного обследования, опираясь на анализ интенсивности эрозионных процессов, было проведено выделение пяти категорий земель (рис. 1).

Территория исследований характеризуется умеренно континентальным климатом. Согласно многолетним наблюдениям ближайшей метеостанции (г. Старый Оскол), среднегодовая сумма осадков здесь составляет 509 мм, а среднегодовая температура воздуха — 7,3 °C (табл. 1).

Информационной базой для работы послужили материалы VIII и XI туров сплошного агрохимического мониторинга. Сбор почвенных образцов из пахотного горизонта выполнялся по стандартным методикам [8]; в течение каждого цикла отбиралось и анализировалось более 500 проб. Аналитическая программа включала определение: органического вещества (ГОСТ 26213-2021), подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91), а также pH солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85). Содержание подвижной серы устанавливали согласно ГОСТ 26490-85, а подвижных форм тяжелых металлов (марганца, цинка, меди и кобальта) — по соответствующим ГОСТ Р 50683-94, 50685-94, 50686-94. Лабораторные исследования проводились на базе аккредитованной лаборатории Белгородского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба». Математическая и картографическая обработка результатов обследования осуществлялась средствами программного комплекса ГИС «Агроэколог Онлайн» [9-11].

Результаты и обсуждение. Основой для последующих широкомасштабных работ по проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия в регионе послужил пилотный проект, разработанный для АО Агрофирма «Роговатовская Нива» в 2013 году под руководством академика РАН В.И. Киришина. Этот проект, ставший первым в Белгородской области, был полностью выполнен в цифровом формате на базе ГИС-технологий. В его рамках была проведена детальная агроэкологическая оценка земель, проанализированы почвенно-ландшафтные условия, а также сформулированы рекомендации по оптимизации структуры посевов, систем удобрения и защиты растений, подбору сортов и гибридов. Внедрение предложенного комплекса

современных агротехнологий было нацелено на повышение продуктивности угодий при неукоснительном соблюдении природоохранных требований. Реализация проекта была рассчитана на два этапа: 2013–2018 гг. и 2019–2024 гг.

Минеральные и органические удобрения выступают ключевым инструментом управления почвенным плодородием и урожайностью. В Белгородской области в 2019–2022 гг. средние дозы внесения составляли 114 кг д.в./га по минеральным и 9,6 т/га по органическим удобрениям. В АО Агрофирма «Роговатовская

Нива» за исследуемый период интенсивность применения минеральных удобрений возросла на 59 кг/га (или 85,5%), достигнув уровня 128 кг/га (табл. 2). Внесение навозных стоков отличалось годовой стабильностью и в среднем составляло 30 т/га. С этим объемом в почву ежегодно поступало 84 кг/га азота, 36 кг/га фосфора (P₂O₅) и 51 кг/га калия (K₂O). Суммарная питательная ценность органических удобрений (171 кг/га д.в.) значительно превосходила объем элементов, вводимых с минеральными формами удобрений.

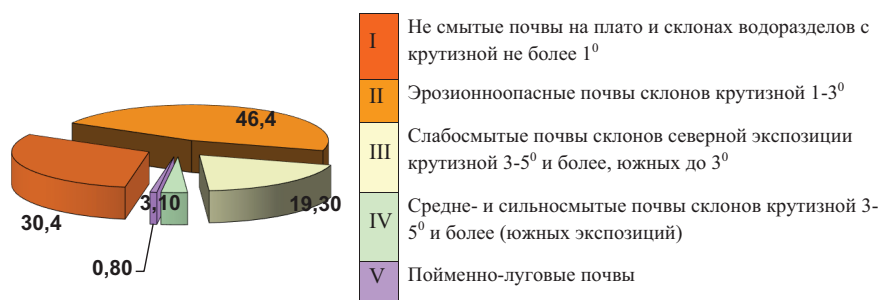


Рисунок 1. Категории земель (доля от общей площади, %)
Figure 1. Land categories (share of the total area, %)

Таблица 1. Среднегодовые значения (1991-2020 гг.) суммы осадков (О) и температуры воздуха (Т) по метеостанции г. Старый Оскол [7]
Table 1. Average annual values (1991-2020) of precipitation (P) and air temperature (T) at the weather station in Starý Oskol [7]

Показатель	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
О, мм	35	32	33	34	46	53	64	40	48	48	38	38
Т, °C	-6.2	-5.8	-0.5	8.5	15.2	18.8	20.8	19.8	13.8	7.1	0.1	-4.5

Таблица 2. Динамика внесения минеральных удобрений, кг д.в./га
Table 2. Dynamics of mineral fertilizer application, kg of active ingredients/ha

Элемент питания	Годы		
	2008-2012	2013-2018	2019-2024
Азот	53	85	70
Фосфор (P ₂ O ₅)	16	16	29
Калий (K ₂ O)	0	16	29
В сумме	69	117	128

Таблица 3. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур
Table 3. Dynamics of crop yields

Культура	Период реализации АЛСЗ	Урожайность, т/га	Прирост к допроектному периоду, т/га (%)	Прирост II этапа к I этапу, т/га (%)
Кукуруза на зерно	Допроектный (2008-2012 гг.)	6.14	—	—
	I этап (2013-2018 гг.)	6.39	0.25 (4.1)	—
	II этап (2019-2022 гг.)	7.23	1.09 (17.8)	0.84 (13.1)
Озимая пшеница	Допроектный (2008-2012 гг.)	2.49	—	—
	I этап (2013-2018 гг.)	4.32	1.83 (73.5)	—
	II этап (2019-2022 гг.)	5.35	2.86 (114.9)	1.03 (23.8)
Яровой ячмень	Допроектный (2008-2012 гг.)	2.42	—	—
	I этап (2013-2018 гг.)	3.43	1.01 (41.7)	—
	II этап (2019-2022 гг.)	4.01	1.59 (65.7)	0.58 (16.9)
Подсолнечник	Допроектный (2008-2012 гг.)	1.96	—	—
	I этап (2013-2018 гг.)	2.59	0.63 (32.1)	—
	II этап (2019-2022 гг.)	2.99	1.03 (52.6)	0.4 (15.4)
Соя	Допроектный (2008-2012 гг.)	1.70	—	—
	I этап (2013-2018 гг.)	1.78	0.08 (4.7)	—
	II этап (2019-2022 гг.)	2.21	0.51 (30.0)	0.43 (24.2)



Урожайность выступает интегральным показателем, отражающим как потенциальное плодородие почв, так и уровень агротехнологий. В среднем по Белгородской области за 2019–2022 гг. данный показатель составил: для озимой пшеницы — 5,09 т/га, кукурузы на зерно — 7,15 т/га, сои — 2,07 т/га, ячменя — 3,82 т/га, подсолнечника — 3,0 т/га.

В АО Агрофирма «Роговатовская Нива» за этот же период (в сопоставлении с допроектным пятилетием 2008–2012 гг.) зафиксирован

существенный прирост продуктивности. Урожайность озимой пшеницы возросла более чем вдвое — на 2,86 т/га (114,9%), достигнув 5,35 т/га. По кукурузе на зерно прибавка составила 1,09 т/га (17,8%) — до 7,23 т/га. Сборы сои увеличились на 0,51 т/га (30,0%) — до 2,21 т/га. Ячмень показал рост на 1,59 т/га (65,7%) — до 4,01 т/га, а подсолнечник — на 1,03 т/га (52,6%) — до 2,99 т/га (табл. 3). Таким образом, все основные сельскохозяйственные культуры в хозяйстве превысили среднеобластные показатели урожайности.

Органическое вещество традиционно рассматривается как ключевой индикатор почвенного плодородия. Для целинных аналогов черноземов типичных и выщелоченных Белгородской области его содержание варьирует в пределах 9,7–10,1% [15, 16]. В пахотных почвах региона за период с IX по XI цикл обследования (2010–2022 гг.) отмечена положительная динамика: средневзвешенный показатель вырос на 0,3% — с 5,0 до 5,3% [8, 9].

На территории исследуемого хозяйства за 2009–2022 гг. также прослеживается тенденция к увеличению содержания органического вещества. Прирост составил 0,09% (с 5,83 до 5,92%), что связано преимущественно с возрастающим поступлением растительных остатков на фоне значительного роста урожайности культур. Согласно принятой в хозяйстве технологии, вся послеуборочная биомасса остается на полях и заделывается в почву. Важно отметить, что средневзвешенное содержание органического вещества в почвах АО Агрофирма «Роговатовская Нива» на 0,62% превышало среднеобластной фон. По данным обследования 2022 г., в структуре пахотных угодий хозяйства распространены преимущественно почвы с повышенным (47,64%) и средним (49,50%) уровнем содержания органического вещества (рис. 2).

Кислотность почв относится к числу ключевых агрохимических параметров, определяющих уровень плодородия и эффективность применения удобрений, а также напрямую влияющих на продуктивность возделываемых культур. Для черноземов лесостепной зоны характерна тенденция к подкислению в условиях длительного сельскохозяйственного использования [12–14]. На территории АО Агрофирма «Роговатовская Нива» за рассматриваемый период отмечено существенное расширение площадей кислых почв — их доля возросла на 44,74%. В сложившихся условиях повышенная кислотность выступает одним из главных лимитирующих факторов урожайности. Проводимые в хозяйстве до 2022 года мероприятия по известкованию не позволяли в полной мере компенсировать процесс подкисления. В связи с этим в 2024 и 2025 годах на площади 1134 га было проведено известкование кислых почв (рис. 3).

Природный (фоновый) уровень содержания подвижных форм фосфора и калия в целинных черноземах лесостепной зоны, не затронутых агрогенным воздействием, находится в пределах 24–28 и 101–105 мг/кг соответственно. По данным 11-го цикла агрохимического обследования (2019–2022 гг.), средневзвешенные показатели по пахотным почвам Белгородской области достигли 139 мг/кг по фосфору и 161 мг/кг по калию.

В АО Агрофирма «Роговатовская Нива» за период 2009–2022 гг. также зафиксирована устойчивая положительная динамика. Содержание подвижного фосфора возросло на 52 мг/кг (48,6%), повысившись с 107 до 159 мг/кг, что на 20 мг/кг (14,4%) выше среднеобластного уровня. Структура распределения площадей по группам обеспеченности фосфором претерпела существенные изменения: доля почв с очень высоким содержанием элемента увеличилась на 15,51%, с высоким — на 12,49% (рис. 4, 5).

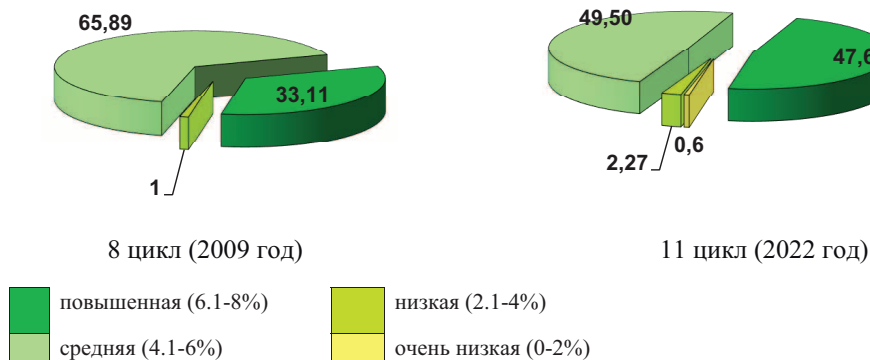


Рисунок 2. Распределение почв по группам обеспеченности органическим веществом по циклам обследования, % от обследованной площади
Figure 2. Distribution of soils by organic matter content groups according to survey cycles, % of the surveyed area

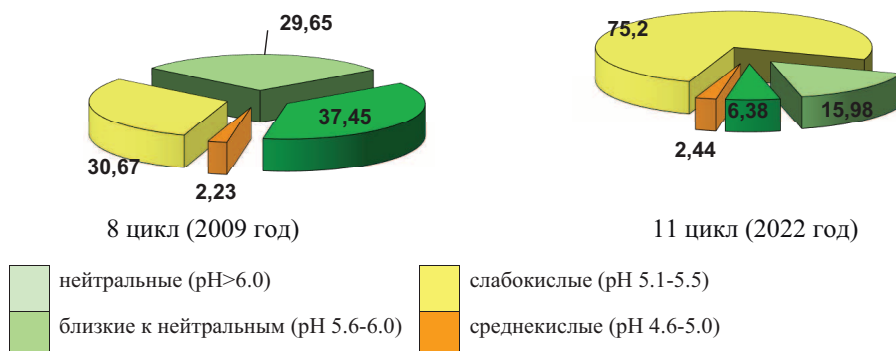


Рисунок 3. Распределение почв на группы по величине pH_{KCl} по циклам обследования, % от обследованной площади
Figure 3. Distribution of soils into groups based on pH_{KCl} value, by survey cycle, % of the surveyed area

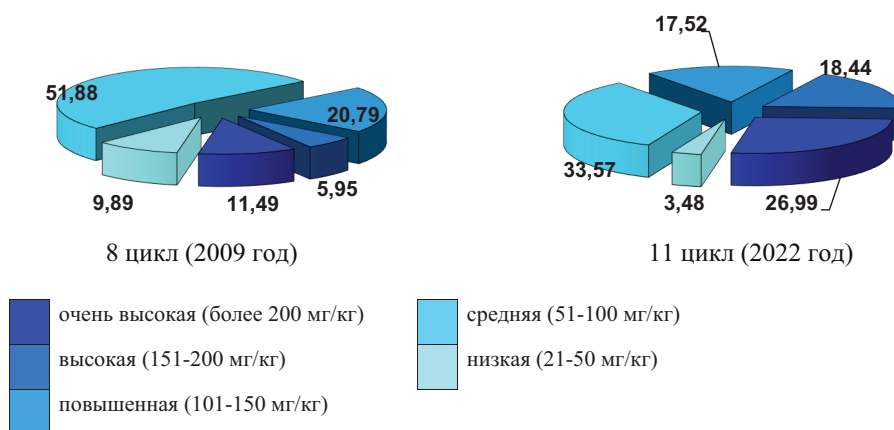


Рисунок 4. Распределение почв на группы обеспеченности подвижными формами фосфора (P₂O₅), по циклам обследования, % от обследованной площади
Figure 4. Distribution of soils by groups of availability of mobile forms of phosphorus (P₂O₅), by survey cycles, % of the surveyed area



По калию средневзвешенный показатель увеличился на 20 мг/кг (12,7%) — со 157 до 177 мг/кг, превысив областной фон на 16 мг/кг (9,9%). В распределении площадей по группам обеспеченности калием произошли разнонаправленные изменения: на 11,53% возросла доля очень высокообеспеченных почв и на 12,21% — повышено обеспеченных. Одновременно отмечено сокращение доли почв со средней (на 8,29%) и высокой (на 14,95%) обеспеченностью данным элементом.

Содержание подвижных форм серы и микроэлементов — важная характеристика почвенного плодородия. Для Центрального Черноземья типична низкая обеспеченность почв серой,

цинком и медью [17–19]. В целинных черноземах типичных содержание подвижных форм серы, марганца, цинка, меди и кобальта составляет 2,3; 10,9; 0,79; 0,24 и 0,2 мг/кг соответственно. По данным 11-го цикла агрохимического обследования (2019–2022 гг.), в пахотных почвах Белгородской области средневзвешенные показатели по этим элементам равны 3,9; 11,4; 0,54; 0,13 и 0,08 мг/кг, что значительно ниже ПДК (140, 23, 3 и 5 мг/кг для марганца, цинка, меди и кобальта соответственно) [20]. Важными источниками поступления серы и микроэлементов (особенно цинка и меди) в агроценозы служат навозные стоки, тогда как известкование снижает их подвижность в почве.

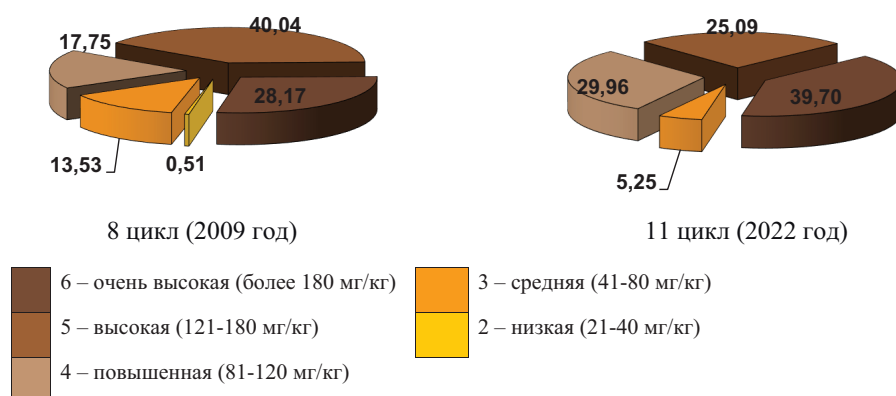


Рисунок 5. Распределение почв на группы обеспеченности подвижными формами калия (K₂O), по циклам обследования, % от обследованной площади
Figure 5. Distribution of soils by groups of availability of mobile forms of potassium (K₂O), by survey cycles, % of the surveyed area

Таблица 4. Динамика содержания подвижных форм серы и микроэлементов в почвах
Table 4. Dynamics of the content of mobile forms of sulfur and microelements in soils

Показатель		Годы обследования (циклы)	
		2009 (8)	2022 (11)
Серa			
Группы обеспеченности, % от площади	низкая (<6 мг/кг)	нет данных	96.71
	средняя (6,1-12 мг/кг)	нет данных	2.86
	высокая (>12 мг/кг)	нет данных	0
Средневзвешенное содержание, мг/кг		нет данных	нет данных
Марганец			
Группы обеспеченности, % от площади	низкая (<10 мг/кг)	51.17	10.56
	средняя (10,1-20 мг/кг)	48.83	89.44
	высокая (>20 мг/кг)	0	0
Средневзвешенное содержание, мг/кг		10.18	12.98
Цинк			
Группы обеспеченности, % от площади	низкая (<2 мг/кг)	100.0	99.62
	средняя (2,1-5 мг/кг)	0	0.38
	высокая (>5 мг/кг)	0	0
Средневзвешенное содержание, мг/кг		0.33	0.65
Медь			
Группы обеспеченности, % от площади	низкая (<0.2 мг/кг)	95.54	99.04
	средняя (0,21-0.5 мг/кг)	2.39	0.96
	высокая (>0.5 мг/кг)	2.07	0
Средневзвешенное содержание, мг/кг		0.104	0.140
Кобальт			
Группы обеспеченности, % от площади	низкая (<0.15 мг/кг)	97.14	100.0
	средняя (0,16-0.3 мг/кг)	1.79	0
	высокая (>0.3 мг/кг)	1.07	0
Средневзвешенное содержание, мг/кг		0.087	0.072

Анализ почв АО Агрофирма «Роговатовская Нива» по итогам 2022 г. выявил следующие особенности: средневзвешенное содержание серы (3,46 мг/кг) на 11,3% ниже областного фона. Подавляющая часть пашни (96,71%) относится к категории низкообеспеченных, почвы с высокой обеспеченностью отсутствуют (табл. 4). За период 2009–2022 гг. содержание марганца возросло на 27,5% (с 10,18 до 12,98 мг/кг), что на 13,9% выше среднеобластного уровня. Доля низкообеспеченных почв сократилась на 40,61% за счет увеличения доли среднеобеспеченных. Содержание цинка увеличилось почти вдвое — с 0,33 до 0,65 мг/кг (рост в 1,97 раза), превысив областной показатель на 20,4%. Однако доля низкообеспеченных почв уменьшилась незначительно (всего на 0,38%), что указывает на сохранение дефицита элемента на большей части территории.

По меди за аналогичный период отмечен рост средневзвешенного содержания на 0,036 мг/кг (34,6%), что на 7,7% выше среднеобластного показателя. Однако, несмотря на это, доля почв с низкой обеспеченностью медью увеличилась на 3,5%.

В отношении кобальта зафиксирована противоположная тенденция: его средневзвешенное содержание снизилось на 0,015 мг/кг (17,2%) — с 0,087 до 0,072 мг/кг, что на 10% ниже областного фона. При этом 100% пахотных угодий хозяйства характеризуются низкой обеспеченностью данным элементом. Столь низкое содержание кобальта объясняется его незначительным поступлением с навозными стоками: концентрация кобальта в органических удобрениях в 60 раз ниже, чем меди.

Важно подчеркнуть, что содержание всех исследованных микроэлементов (марганца, цинка, меди и кобальта) в почвах хозяйства не превышало установленных предельно допустимых концентраций.

Выводы. Реализация проекта адаптивно-ландшафтной системы земледелия в АО Агрофирма «Роговатовская Нива» привела к значимым агрономическим и агрохимическим изменениям. За период исследований интенсивность применения минеральных удобрений возросла на 85,5% (до 128 кг/га), что сопровождалось устойчивым ростом урожайности всех основных культур. Наибольший прирост отмечен по озимой пшенице (+114,9%) и ячменю (+65,7%); соя, подсолнечник и кукуруза на зерно также показали положительную динамику (от +17,8% до +52,6%). Агрохимический мониторинг выявил повышение содержания органического вещества, подвижных форм фосфора, калия, марганца, цинка и меди при сохранении тенденции к снижению содержания кобальта. Концентрации всех исследованных микроэлементов не превышали установленных ПДК, что свидетельствует об экологической безопасности применяемых технологий.

Список источников

1. Методические рекомендации по агроэкологической оценке земель и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / В.И. Киришин и др. Белгород: Данилюк Л.П., 2025. 200 с.
2. Киришин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: Колос, 2011.





3. Кирюшин В.И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // Почвоведение. 2020. № 7. С. 871-879. DOI: 10.31857/S0032180X20070060.
4. Кирюшин В.И. Методология землепользования и землеустройства на ландшафтно-экологической основе. СПб.: ООО «Квадро», 2024. 336 с.
5. Савченко Е.С. Выступление Губернатора Белгородской области, члена-корреспондента РАН Е.С. Савченко // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 5. С. 525-526. DOI: 10.31857/S0869-5873895525-526.
6. Бакуменко Л.С. Опыт проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39, № 3. С. 5-9. DOI: 10.53859/02352451_2025_39_3_5.
7. <http://meteoinfo.ru>. (дата обращения 24.12.2025).
8. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В.Г. Сычев и др. М: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
9. Костин И.Г. Использование геоинформационных систем для анализа экологического состояния агроландшафтов // Московский экономический журнал. 2023. Т.8. № 2. http://doi.org/10.55186/2413046X_2023_8_2_54
10. Malysheva E.S. Application of geoinformation systems for a complex analysis of data from agrochemical and oil-erosion monitoring of soils. В сборнике BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Fundamental scientific research and their applied aspects in biotechnology and agriculture» (FSRAABA 2021). Tyumen, Russian Federation, 03016 (July 19-21, 2021).
11. Malysheva E.S., Malyshev A.V., Kostin I.G. Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil-Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, p. 032070, EDN: LOVMBT, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032070>
12. Лукин С.В., Четверикова Н.С. Мониторинг плодородия пахотных почв лесостепной зоны Центрально-Черноземного района // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 1. С. 71-73.
13. Khizhnyak R., Kostin I., Malysheva E. Application of geographic information systems in monitoring the fertility of agricultural lands // X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITech-X 2024), Termez, Uzbekistan, Les Ulis: EDP Sciences, 2024. Vol. 548. P. 03027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454803027>
14. Суринов А.В., Четверикова Н.С. Мониторинг агро-экологических характеристик пахотных почв лесостепной зоны ЦЧР России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 4 (400). V. 67. С. 379-383.
15. Surinov A.V. Fertility dynamics of the forest-steppe zone's arable soils in the central chernozem region (on the example of the Prokhorovsky district of the Belgorod region) // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1043 (2022). P. 012014. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/1043/1/012014>.
16. Четверикова Н.С., Суринов А.В. Оценка современного состояния черноземов обыкновенных юго-востока Белгородской области // Агрохимический вестник. 2024. № 2. С. 61-65.
17. Лукин С.В., Авраменко П.М. Микроэлементы в почвах Белгородской области // Земледелие. 2008. № 7. С. 21-22.
18. Лукин С.В. Мониторинг содержания микроэлементов Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg в пахотных черноземах юго-запада Центрально-Черноземной зоны // Агрохимия. 2012. № 11. С. 52-59.
19. Лукин С.В., Жуйков Д.В. Мониторинг содержания серы в почвах, растениях и органических удобрениях // Земледелие. 2019. № 2. С. 10-12.
20. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2.
21. V.I. Kiryushin et al. (2025). *Metodicheskie rekomendatsii po agroekologicheskoi otsenke zemel' i proektirovaniyu adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii* [Methodological recommendations for agroecological land assessment and design of adaptive-landscape farming systems and agrotechnologies], Belgorod, Danilyuk L.P., 200 p.
22. Kiryushin V.I. (2011). *Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovanie agrolandshaftov* [Theory of adaptive-landscape farming and design of agrolandscapes], Moscow, Kolos.
23. Kiryushin V.I. (2020). *Metodologiya kompleksnoi otsenki sel'skokhozyaystvennykh zemel'* [Methodology of complex assessment of agricultural lands]. Soil Science, no. 7, pp. 871-879, DOI: 10.31857/S0032180X20070060.
24. Kiryushin V.I. (2024). *Metodologiya zemlepol'zovaniya i zemleustroistva na landshaftno-ekologicheskoi osnove* [Methodology of Land Use and Land Management on a Landscape-Ecological Basis], St. Petersburg, Quadro LLC, 336 p.
25. Savchenko E.S. (2019). *Vystuplenie Gubernatora Belgorodskoi oblasti, chlena-korrespondenta RAN* [E.S. Savchenko Speech by the Governor of the Belgorod Region, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences E.S. Savchenko]. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, vol. 89, no. 5, pp. 525-526, DOI: 10.31857/S0869-58738955-25-26.
26. Bakumenko, L.S. (2025). *Opyt proektirovaniya i osvoeniya adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v Belgorodskoi oblasti* [Experience in Designing and Implementing Adaptive-Landscape Farming Systems in the Belgorod Region]. Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex, vol. 39, no. 3, pp. 5-9, doi: 10.53859/02352451_2025_39_3_5.
27. <https://meteoinfo.ru>. (data obrashcheniya, 24.12.2025).
28. V.G. Sychev et al. (2003). Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel'sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Methodological Guidelines for Comprehensive Monitoring of Soil Fertility in Agricultural Land]. M: FGNU "Rosinformagrotekh", 240 p.
29. Kostin I.G. (2023). *Ispolzovanie geoinformatsionnykh sistem dlya analiza ehkologicheskogo sostoyaniya agrolandshaftov* [Use of Geoinformation Systems for Analysis of the Ecological State of Agro-Landscapes]. Moscow Eco-nomic Journal, vol.8, no. 2, https://doi.org/10.55186/2413046X_2023_8_2_54.
30. Malysheva E.S. (2021). Application of geoinformation systems for a complex analysis of data from agrochemical and oil-erosion monitoring of soils. International Scientific and Practical Conference «Fundamental scientific research and their applied aspects in biotechnology and agriculture» (FSRAABA 2021). Tyumen, Russian Federation, 03016 (July 19-21, 2021).
31. Malysheva E.S., Malyshev A.V., Kostin I.G. (2021). Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil-Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, p. 032070, EDN: LOVMBT, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032070>.
32. Lukin S.V., Chetverikova N.S. (2010). Monitoring plodorodiya pakhotnykh pochv lesostepnoi zony Tsentral'no-Chernozemnogo raiona [Monitoring of the Fertility of Arable Soils in the Forest-Steppe Zone of the Central Black Earth Region]. Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences, no. 1, pp. 71-73.
33. Khizhnyak R., Kostin I., Malysheva E. (2024). Application of geographic information systems in monitoring the fertility of agricultural lands. X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITech-X 2024), Termez, Uzbekistan, Les Ulis: EDP Sciences, vol. 548, p. 03027, <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202454803027>.
34. Surinov A.V. (2022). Fertility dynamics of the forest-steppe zone's arable soils in the central chernozem region (on the example of the Prokhorovsky district of the Belgorod region). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1043 (2022), p. 012014, <http://doi.org/10.1088/1755-1315/1043/1/012014>.
35. Chetverikova N.S., Surinov A.V. (2024). Otsenka sovremennogo sostoyaniya chernozemov obyknovennykh yugo-vostoka Belgorodskoi oblasti [Assessment of the current state of ordinary chernozems in the southeast of the Belgorod region]. Agrochemical Bulletin, no. 2, p. 61-65.
36. Lukin S.V., Avramenko P.M. (2008). *Mikroehlementy v pochvakh Belgorodskoi oblasti* [Trace elements in the soils of the Belgorod region]. Zemledelie, no. 7, pp. 21-22.
37. Lukin S.V. (2012). *Monitoring soderzhaniya mikroehlementov Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg v pakhotnykh chernozemakh yugo-zapada Tsentral'no-Chernozemnoi zony* [Monitoring of the content of trace elements Zn, Cu, Mo, Co, Pb, Cd, As, Hg in arable chernozems of the south-west of the Central Chernozem zone]. Agrokimiya, no. 11, pp. 52-59.
38. Lukin S.V., Zhuykov D.V. (2019). *Monitoring soderzhaniya sery v pochvakh, rasteniyakh i organicheskikh udobreniyakh* [Monitoring of the content of sulfur in soils, plants and organic fertilizers]. Zemledelie, no. 2, pp. 10-12.
39. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of human factors of the environment, approved by the Decree of the Chief State Sanitary Inspector of the Russian Federation dated 28.01.2021, no. 2.

Информация об авторе:

Мерецкий Сергей Викторович, кандидат технических наук, заместитель директора по растениеводству, meretskiysergey@yandex.ru

Information about the authors:

Sergey V. Meretskiy, candidate of technical sciences, deputy director for Crop Production, meretskiysergey@yandex.ru



Научная статья
УДК 634.11:551.586(470.67)
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_583

ПРОХОЖДЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ РАЗВИТИЯ НОВЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПРЕДГОРНОЙ ПОДПРОВИНЦИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

С.М. Магомедов, А.А. Галимова, М.-Р.А. Казиев

Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

Аннотация. В работе представлены итоги комплексного изучения агроклиматических условий центральной предгорной подпровинции Республики Дагестан и их влияния на ход фенологических фаз развития яблони. Корреляционный анализ выявил зависимость между этапами развития сортов яблони — селекционных, гибридных и интродуцированных — и метеорологическими параметрами региона. Температурный режим подпровинции (среднегодовая температура +12,7°C) а также ключевые климатические показатели отвечают биологическим потребностям культуры. Установлена средняя продолжительность вегетационного периода — 286 дней, что обеспечивает полноценное протекание всех фенологических стадий у исследуемых сортов при соблюдении условий перехода через +5°C весной и осенью. Однако выявлены ограничивающие факторы: нехватка влаги (476 мм осадков при норме 650–700 мм) и вероятность весенних заморозков. Анализ климатических условий показал, что они соответствуют требованиям разных групп сортов: летние сорта (вегетация 211–214 дней) хорошо растут при ранней весне, осенние (225–235 дней) эффективно используют тепловой режим региона, а зимние (220–233 дня) получают достаточное время для созревания и подготовки к зимовке. В целом агроклиматические условия центральной предгорной подпровинции благоприятны для возделывания яблони. Полученные данные носят важный практический характер, позволяя оптимизировать сортовое разнообразие и разрабатывать эффективные агротехнические технологии с учётом особенностей регионального климата. Результаты корреляционного анализа подтвердили, что в условиях учёта фенологических особенностей и климатических требований возможно успешное выращивание в регионе сортов яблони всех сезонов плодоношения.

Ключевые слова: агроклиматические ресурсы, фенологические фазы, корреляционный анализ, селекционные формы, гибридные формы, теплообеспеченность, влагообеспеченность

Original article

THE PASSAGE OF THE PHENOLOGICAL PHASES OF THE DEVELOPMENT OF NEW AND INTRODUCED APPLE VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL FOOTHILL SUB-PROVINCE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

S.M. Magomedov, A.A. Galimova, M.-R.A. Kaziev

Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan, Mahachkala, Russia

Abstract. The paper presents the results of a comprehensive study of the agro-climatic conditions of the central foothill sub-province of the Republic of Dagestan and their impact on the course of the phenological phases of apple tree development. Correlation analysis revealed the relationship between the stages of development of apple varieties — breeding, hybrid and introduced — and the meteorological parameters of the region. The temperature regime of the substructure (average annual temperature +12.7°C) as well as key climatic indicators meet the biological needs of the crop. The average duration of the growing season is 286 days, which ensures the full course of all phenological stages in the studied varieties, subject to the conditions of transition through +5 °C in spring and autumn. However, limiting factors have been identified: lack of moisture (476 mm of precipitation with a norm of 650-700 mm) and the likelihood of spring frosts. The analysis of climatic conditions showed that they meet the requirements of different groups of varieties: summer varieties (vegetation 211-214 days) grow well in early spring, autumn varieties (225-235 days) effectively use the thermal regime of the region, and winter varieties (220-233 days) get enough time to mature and prepare for wintering. In general, the agro-climatic conditions of the central foothill substructure are favorable for apple cultivation. The data obtained are of an important practical nature, making it possible to optimize varietal diversity and develop effective agrotechnical technologies, taking into account the peculiarities of the regional climate. The results of the correlation analysis confirmed that, taking into account phenological features and climatic requirements, it is possible to successfully grow apple varieties of all fruiting seasons in the region.

Keywords: agroclimatic resources, phenological phases, correlation analysis, selection forms, hybrid forms, heat supply, moisture supply

Введение. Республика Дагестан является одним из основных регионов Северо-Кавказского региона по производству плодов, где сосредоточено более 6% площадей всех садов Российской Федерации [11]. Оценка ресурсного потенциала агроландшафта и анализ его соответствия потребностям многолетних сельскохозяйственных культур направлены на определение участков, где культуры способны продемонстрировать максимально возможную урожайность. На сегодняшний день средняя урожайность плодовых культур в регионе Северного Кавказа фиксируется на уровне 119 центнеров с гектара, однако этот показатель существенно отстаёт от потенциально достижимых значений — разрыв

составляет 2,5–3 раза. В частности, для яблони возможный урожай может достигать 280–360 центнеров с гектара [3].

Причиной такого недобора являются не только недостатки в организации сельскохозяйственного производства и уровне агротехнических мероприятий, но и то, что существующие природные условия не всегда отвечают биологическим потребностям определённых сортов культур. Чтобы обеспечить стабильный рост урожайности и улучшение качества плодовых культур в садовых агроценозах, требуется провести комплексный анализ воздействия природных факторов — особенностей рельефа, климатических условий, характеристик поч-

венного покрова — на урожайность растений, а также разработать систему методов, позволяющих целенаправленно управлять адапционными механизмами агроэкосистем и агроландшафтов [3].

Целью работы являлась оценка агроклиматического потенциала центральной предгорной подпровинции для развития промышленной культуры яблони и выявление закономерностей взаимосвязи между фенологическим развитием различных групп сортов яблони и климатическими факторами региона.

В рамках настоящего исследования проанализированы ключевые метеорологические показатели за период 2023–2025 гг. по данным

метеостанции Буйнакск с акцентом на их пригодность для развития садоводства и в частности возделывания яблони — одной из наиболее значимых садовых культур региона в предгорных подпровинциях Предгорного (Внешнегорного) Дагестана.

Центральная предгорная подпровинция расположена на высоте 150-1000 метров над уровнем моря, что обуславливает формирование умеренно-континентального типа климата с чётко выраженной сезонной динамикой (рис. 1, 2) [1,5]. Среднегодовая температура воздуха +12,7°C, годовое количество осадков, оцениваемое в 476 мм, с пиком в весенне-летний период, зима считается умеренно мягкой (критерии -5(-10°C), абсолютный минимум температуры воздуха составил -2,7°C в феврале 2025 года, присутствует вероятность возвратных весенних заморозков, а также преобладание умеренных ветров, интенсивность которых возрастает в переловальных зонах.

Основные требования яблоневых культур к температурным показателям прохождения её развития, от которых зависит её урожайность и успех выращивания, представлены в таблице 1 [3].

Важнейшей агробиологической особенностью сортов, определяющей их приспособленность к условиям среды и хозяйственную ценность, являются сроки наступления фенологических фаз развития растений.

Начало вегетации и благоприятное прохождение цветения яблони оказывают значительное влияние на получение высоких урожаев. Будущий урожай яблони в большей степени зависит от благоприятного периода цветения и образования завязи плодов. Особенно важен по своему воздействию на успешное опыление весь комплекс метеорологических факторов, складывающихся в этот период [12].

Фазы развития яблони хорошо вписываются в температурный режим региона: набухание почек (+7,5... +9,5°C) обеспечивается апрельскими температурами (+12,9 °C); распускание почек (+10... +12°C) и цветение (+13... +15°C) проходят в благоприятных условиях в апреле-мае; рост плодов (оптимально +20... +30°C) поддерживаются летними температурами. Зимостойкость яблонь в регионе находится в безопасной зоне: абсолютный минимум в феврале 2025 года составил -2,7°C, тогда как критические температуры для деревьев — -28... -30°C. Период вынужденного покоя начинается около 20 ноября, поэтому риски серьёзных повреждений из-за экстремального холода минимальны. Однако возможны повреждения от зимних и весенних заморозков, особенно опасных для генеративных почек (-3,5... -4°C при возвратных холодах) [2,3].

Основной лимитирующий фактор — недостаточная влагообеспеченность. Среднегодовое количество осадков составляет 476 мм при

оптимальной норме 650–700 мм. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) равен 0,4, что указывает на дефицит влаги. Максимум осадков приходится на весенне-летний период, а в период созревания плодов (сентябрь–октябрь) увлажнение может быть недостаточным.

Условия центральной предгорной подпровинции вполне пригодны для выращивания летних, среднеспелых и частично зимних сортов яблони. Для достижения стабильной урожайности рекомендуется выбирать сорта, устойчивые к весенним заморозкам и засухе, внедрять системы орошения (особенно в весенние месяцы), применять меры защиты от заморозков (дымление, дождевание), размещать посадки на участках, защищённых от сильных ветров, а также отдавать предпочтение жаростойким и засухоустойчивым сортам с хорошей лёжкостью плодов.

В ходе исследования была проанализирована взаимосвязь между фенологическими фазами развития селекционных и гибридных, интродуцированных сортов форм яблони и ключевыми температурными переходами (через отметки +5 °C, +10 °C, +15 °C весной и осенью).

Усиление воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды оказывают существенное влияние на эффективность садоводства большинства регионов Российской Федерации [6], последствием которого являются ослабление растений и ограничение их продуктивности [9].

В этой связи, важнейшим направлением исследований являлась оценка агроклиматических ресурсов центральной предгорной подпровинции в целях установления закономерностей прохождения фенологических фаз в годичном цикле развития новых и перспективных, интродуцированных сортов яблони для обоснования вопросов агротехники и использования в практической селекции.

а) фенология новых селекционных и гибридных форм яблони

Анализ собранных данных указывает на то, что начало первых весенних фаз вегетации, таких как набухание цветковых почек и стадия зеленого конуса ростковых почек, происходит при среднем уровне температуры воздуха от 7 до 9 °C.

Фаза распускания почек наблюдается в первой декаде апреля, с 1 по 10 число, при температуре +10 °C.

Даты начала цветения в годы исследований варьировались, в среднем они приходились на период с 20 по 27 апреля в зависимости от температуры окружающей среды.

Таблица 1. Оптимальные параметры температурных условий развития яблони в период вегетации, необходимые для прохождения
Table 1. Optimal temperature conditions for apple tree development during the growing season, necessary for the passage of

Фенофазы развития	Оптимальная температура, °C
Набухание	7,5-9,5
Распускание	10-12
Цветение	13-15
Рост плодов	20-30
Оптимальная сумма температур в период от набухания до листопада	2700-2900

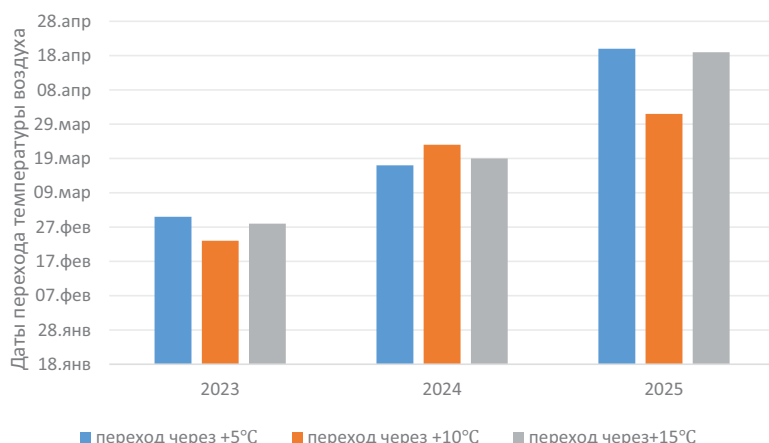


Рисунок 1. Динамика весеннего перехода температуры воздуха через заданные параметры
Figure 1. Dynamics of the spring temperature transition through the specified parameters

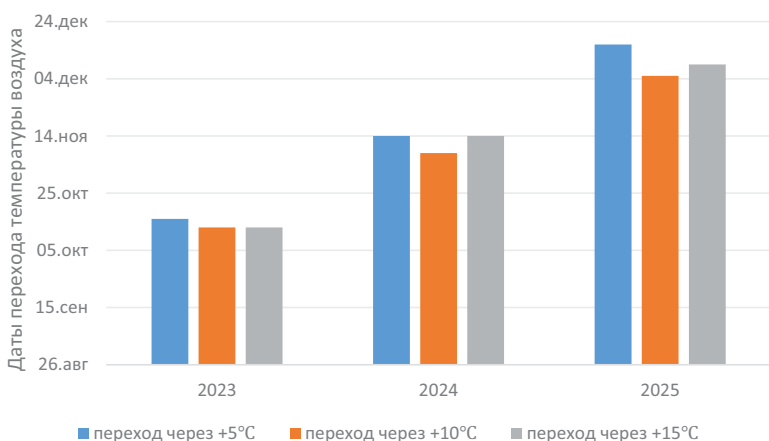


Рисунок 2. Динамика осеннего перехода температуры воздуха через заданные параметры
Figure 2. Dynamics of the autumn air temperature transition through the specified parameters



В 2022 году цветение началось раньше по сравнению с 2023 и 2024 годами, и сумма эффективных температур (когда среднесуточные температуры превышают +5 °С) к моменту цветения составила 160-180 °С.

Сорта с летним и осенним сроками созревания демонстрируют относительно раннее начало цветения — с 19 по 25 апреля, тогда как зимние сорта и гибриды начинают цвести позже — с 25 по 27 апреля.

В ходе наших исследований длительность цветения новых сортов и гибридных форм колебалась от 10 до 16 дней, при этом у летних сортов цветение длилось дольше (14-16 дней), следом шли осенние сорта (14-15 дней) и зимние формы (9-14 дней).

Полученные результаты подтверждают выводы многих исследователей о том, что продолжительность периода вегетации в значительной степени определяются факторами экологии и биологическими особенностями сортов [3].

Длительность вегетационного периода у селекционных и гибридных сортов колебалась у летних от 211 до 214 дней (Мельба, Летняя Дагестана), осенних — от 225 до 235 дней (Народное Дагестана, гибрид элита 11-12/24), зимних — от 220 до 233 дней (Джамбулатовское, Эндиреевское).

Сроки прохождения фенологических этапов развития селекционных и гибридных сортов яблоны приведены в таблице 2.

На рисунке 3 показаны сведения о длительности вегетационного периода для селекционных и гибридных сортов яблоны в центральной предгорной подпровинции Республики Дагестан. График сравнивает время вегетации разных сортов с усредненной продолжительностью вегетационного периода для данного региона, которая была вычислена на основе дат, когда температура воздуха достигает +5°С весной и осенью.

Максимальное значение (макс): 235 дней — для сорта «Элита 11-12/24» (осеннего срока созревания). Этот сорт имеет самый продолжительный вегетационный период среди всех рассматриваемых, что может требовать более теплых условий и большего числа дней без морозов.

Минимальное значение (мин): 211 дней — для сорта «Летнее Дагестана» (летнего срока созревания). Короткий вегетационный цикл делает этот сорт идеальным для областей с непродолжительным теплом, что позволяет быстрее достигать зрелости и избежать риска поздних заморозков.

Продолжительность вегетационного периода колеблется от 211 до 235 дней (разница составляет 24 дня), что дает возможность выбирать сорта для различных климатических условий: от раннеспелых (для северных или горных регионов) до более поздних (для теплого климата). Среднее значение (286 дней) даёт представление о типичном значении показателя за три года. Оно близко к значениям отдельных лет, что подтверждает отсутствие резких отклонений.

Анализ показал, что летние сорта сильнее всего зависят от ранних весенних колебаний температуры в диапазоне от +5 до +10°С: чем раньше начинается потепление, тем раньше происходит распускание почек и цветение. Осенние температурные переходы от +15 до +10°С влияют на время, когда растения сбрасывают листья, и завершают их вегетативный цикл. Осенние сорта реагируют на весенние изменения температуры около +15°С, которые устанавливаются

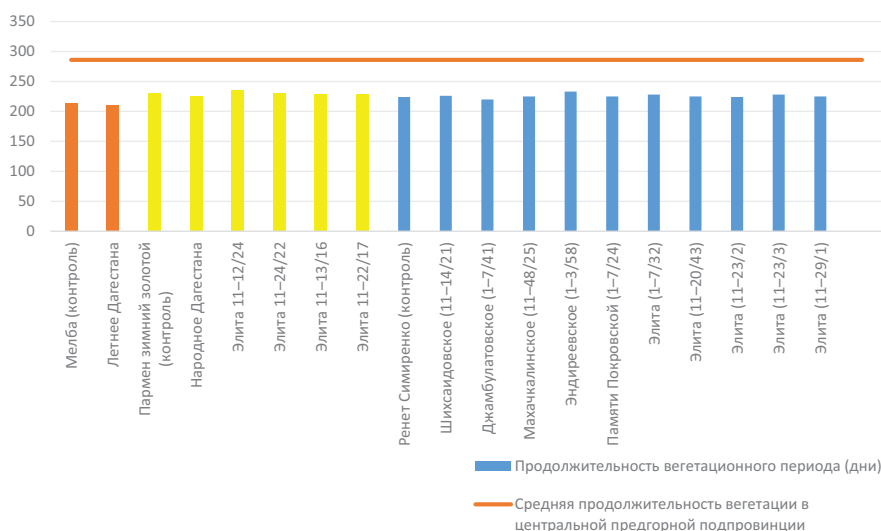
общий «ритм» вегетации — от цветения до созревания. Осенние температурные переходы в диапазоне от +10 до +5°С влияют на время налива плодов и сброса листьев. Зимние сорта наиболее чувствительны к поздним весенним изменениям температуры, достигающим +15°С, которые активируют их вегетацию, а осенние переходы при +5°С критически важны для завершения роста и подготовки к зимнему периоду.

Элитные вариации в каждой категории демонстрируют различные реакции на температурные изменения, что позволяет выбирать сорта под конкретные микроклиматические условия. Оптимальная длительность периода в 286 дней способствует лучшему развитию селекционных и гибридных форм яблоны, которые «вписываются» в общий временной период с длительностью вегетации от 211 до 235 дней.

Таблица 2. Прохождение фенологических фаз развития селекционных и гибридных форм яблоны (среднее 2022-2024 гг.)

Table 2. Phenological phases of development of selected and hybrid apple tree forms (average for 2022-2024)

Название сортов и номера гибридных форм	Цветение		Прод. периода цветения (дни)	Конеч роста побегов	Начало листопада	Конеч листопада (вегетации)	Прод. вегетационного периода (дни)
	Начало	Конеч					
1	3	4	5	6	8	9	10
Летнего срока созревания							
Мелба (контроль)	25.04	7.05	14	20.07	18.10	31.10	214
Летнее Дагестана	20.04	5.05	16	15.07	10.10	25.10	211
Осеннего срока созревания							
Пармен зимний золотой (контроль)	21.04	8.05	14	20.07	20.10	17.11	231
Народное Дагестана	25.04	10.05	16	20.07	20.10	15.11	225
Элита 11-12/24	26.04	10.05	14	22.02	19.10	18.11	235
Элита 11-24/22	25.04	9.05	15	22.07	19.10	20.11	230
Элита 11-13/16	24.04	9.05	15	20.07	21.10	18.11	228
Элита 11-22/17	25.04	11.05	14	25.07	22.10	14.11	228
Зимнего срока созревания							
Ренет Симиренко (контроль)	25.04	6.05	14	25.07	20.10	10.11	224
Шихсаидовское (11-14/21)	26.04	1.05	10	23.07	28.10	20.4	226
Джамбулатовское (1-7/41)	25.04	4.05	13	22.07	26.10	15.11	220
Махачкалинское (11-48/25)	26.04	5.05	14	24.07	29.10	18.11	225
Эндиреевское (1-3/58)	24.04	2.05	12	24.07	30.10	17.11	233
Памяти Покровской (1-7/24)	25.04	1.05	10	21.07	29.10	19.11	225
Элита (1-7/32)	26.04	1.05	9	25.07	28.10	20.11	228
Элита (11-20/43)	27.04	4.05	11	24.07	25.10	15.11	225
Элита (11-23/2)	27.04	3.05	11	21.07	26.10	16.11	224
Элита (11-23/3)	26.04	5.05	13	21.07	0.11	18.11	228
Элита (11-29/1)	25.04	4.05	14	23.07	29.10	28.11	225
Элита (11-39/32)	25.04	1.05	10	23.07	24.10	29.11	230



Примечание: оранжевый цвет (летние сорта), жёлтый цвет (осенние сорта), синий цвет (зимние сорта). Оранжевая линия обозначает среднюю продолжительность вегетации в регионе.

Рисунок 3. Продолжительность вегетации у селекционных и гибридных форм яблоны
Figure 3. Duration of vegetation in selection and hybrid forms of apple tree





б) фенология интродуцированных сортов

Даты наступления основных фенологических фаз вегетации изменяются по годам, но определенная закономерность вступления сортов в определенную фазу в некоторой степени сохраняется [4].

В группе сортов, созревающих летом, сорт Мелба (контроль) выделяется поздним началом цветения 01.04, а сорт Тающее начинает распускание 21.03.

Среди сортов осеннего срока сравнительно позднее распускание цветковых почек наблюдается у сортов Млеевская красавица (8.04), Кати бетер (07.04), Приморское снежное (3.04), Пармен зимний (контроль) — 1.04, в то время как остальные сорта, такие как Кендаль и Спайер золотой, начинают цветение в период с 21 по 24.03. У зимних сортов начало цветения фиксируется с 01.04 (Ренет Семеренко) до 06-07. 04 (Старк, Роял ред, Делишес, Уэлс Спур, Корей).

Фаза цветения наблюдается с 20 по 27 апреля. Позднее начало цветения зафиксировано у сортов Винстон, Уэлс Спур, Приморское снежное и Старк.

Длительность цветения сортов колебалась от 10 до 19 дней, а завершение роста побегов сортов происходит с второй декады июля по первую декаду августа. Вегетационный период составляет от 209 до 231 дня. Продолжительность вегетационного периода у летних сортов варьирует от 212 до 222 дней. У осенних сортов от 212 до 231 дня, и от 208-230 дней у зимних сортов. Более продолжительной вегетацией по отношению к контрольному сорту Мелба отличался сорт Тающее.

Данные о фенологических этапах роста интродуцированных сортов яблонь можно найти в таблице 3. Они демонстрируют, что вегетационный период сортов яблонь стартует во второй половине марта, а открытие цветковых почек происходит с третьей недели марта и продолжается до завершения первой недели апреля.

Особенности фенологии по сортам: летние сорта подвержены влиянию ранних весенних температур выше +5°C и +10°C и зависят от темпов повышения температуры для своевременного созревания; осенние сорта предпочитают умеренные весенние условия и нуждаются в стабильном потеплении для продолжительного цветения и созревания; зимние сорта хорошо переносят задержки весны, однако критически реагируют на осенние переходы выше +10°C и +5°C, что важно для полноценного созревания.

Длительность вегетационного периода у исследованных сортов колеблется от 208 до 250 дней (к примеру, у сорта «Роял Ред Делишес» — 208 дней, а у «Винстона» — 250 дней). На этот показатель влияют такие климатические условия: ранняя весна с поздней осенью (в 2023 и 2024 годах) обеспечивает максимальную длительность вегетационного периода — 289 и 285 дней между переходом температуры +5 весной и осенью; средние температурные колебания (как в 2025 году со 284 днями — минимальная продолжительность периодов) помогают достичь равновесия между созреванием и опадением листьев.

На рисунке 4 представлены данные о продолжительности вегетационного периода у интродуцированных сортов яблонь в центральной предгорной подпровинции Республики Дагестан. График сопоставляет длительность вегетации отдельных сортов со средней продолжительностью вегетации для региона, рассчитанной через даты перехода температуры воздуха через +5°C весной и осенью.

Самый короткий вегетационный период принадлежит сортам Роял Ред Делишес и составляет 208 дней. Самый продолжительный вегетационный период наблюдается у сорта Винстон, который длится 250 дней. В среднем, для всех сортов продолжительность вегетации составляет приблизительно 219 дней.

Разница во времени составляет 42 дня (в пределах от 208 до 250 дней), что необходимо учитывать при выборе сортов для регионов с коротким безморозным периодом. Сорта с зимним сроком созревания, как правило, имеют более длительный вегетационный период по сравнению с летними и осенними, хотя имеются и исключения (например, Роял Ред Делишес и Корей).

В среднем, продолжительность вегетации яблоневых сортов составляет 221 день.

Таблица 3. Прохождение фенологических фаз развития интродуцированных сортов яблони (среднее 2022-2024 гг.)

Table 3. Phenological phases of development of introduced apple varieties (average for 2022-2024)

Название сортов	Начало распускания цветковых почек	Цветение		Прод. периода цветения (дни)	Конец роста побегов	Начало листопада	Конец листопада (вегетации)	Прод. вегетационного периода (дни)
		Начало	Конец					
1	2	3	4	5	6	8	9	10
Летнего срока созревания								
Мелба (контроль)	1.04	25.04	7.05	19	20.07	18.10	31.10	214
Тающее	21.03	19.04	2.05	15	15.07	12.10	28.10	222
Осеннего срока созревания								
Пармен зимний золотой (контроль)	1.04	21.04	8.05	14	20.07	20.10	17.11	231
Кати бетер	7.04	20.04	7.05	18	17.07	18.10	4.11	212
Кендаль	7.04	20.04	8.05	18	25.07	18.10	30.10	223
Приморское снежное	3.04	25.04	6.05	12	20.07	20.10	17.11	227
Джон	28.03	21.04	4.05	14	25.07	18.10	31.10	220
Спайер золотой	24.03	21.04	7.05	17	20.07	18.10	31.10	222
Млеевская красавица	8.04	20.04	6.05	17	19.07	22.10	14.11	221
Зимнего срока созревания								
Ренет Симиренко (контроль)	1.04	23.04	6.05	14	25.07	20.10	10.11	224
Старк	6.04	25.04	10.05	16	7.08	20.10	5.11	214
Кинрей	4.04	20.04	6.05	17	6.08	10.10	31.10	211
Ренет Казахстанский	2.04	20.04	4.05	15	25.07	20.10	13.11	226
Корей	6.04	25.04	10.05	16	5.08	11.10	31.10	209
Роял Ред Делишес	7.04	24.04	6.05	13	9.07	12.10	31.10	208
Эндре Бриоле	4.04	18.04	3.05	17	22.07	25.10	10.11	220
Уэлс Спур	2.04	27.04	5.05	10	28.07	15.10	3.11	216
Винстон	3.04	22.04	6.05	15	7.08	30.10	18.11	250

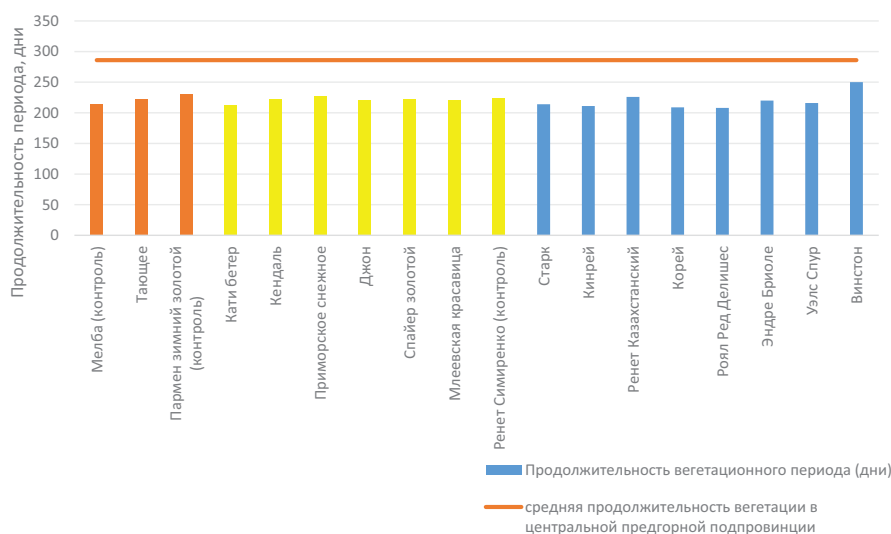


Рисунок 4. Продолжительность вегетации у интродуцированных яблонь

Figure 4. Vegetation duration in introduced apple trees

Примечание: оранжевый цвет (летние сорта), желтый цвет (осенние сорта), синий цвет (зимние сорта). Оранжевая линия средняя продолжительность вегетации в регионе.



В центральных предгорных областях среднее время между моментами, когда температура воздуха переходит через +5°C весной и осенью, составило 286 дней, что создает благоприятные условия для развития интродуцированных сортов яблок.

Фенологические характеристики различных групп сортов: летние сорта чувствительны к ранним весенним переходам через +5°C и +10°C и зависят от того, как быстро происходит потепление для их своевременного созревания; осенние сорта лучше всего развиваются при умеренных весенних температурах и требуют стабильного потепления для длительного цветения и созревания; зимние сорта устойчивы к задержкам весны, но нуждаются в осенних переходах через +10°C и +5°C для полноценного созревания.

Анализ фенологических этапов развития привнесенных сортов яблони в контексте климатических условий показал такие закономерности: начало вегетации (распускание почек) тесно связано с весенними температурами, превышающими +10...+15°C — когда температура поднимается выше +10°C, начинается пробуждение почек, а при достижении +15°C начинается массовое распускание. Цветение зависит от устойчивого тепла после +15°C, а его продолжительность определяется температурной стабильностью: при равномерных условиях цветение длится дольше, в то время как резкие температурные изменения и заморозки сокращают этот срок и могут нарушать опыление. Созревание плодов связано с переходами температур осенью: чем позже наступает холод, тем дольше продолжается время созревания, что способствует накоплению сахара, замедлению старения клеток и поддержанию высокой активности фотосинтеза. Завершение вегетационного периода и листопад начинаются, когда среднесуточная температура опускается ниже +5°C — в это время у растений запускается процесс подготовки к зимнему покою. Продолжительность вегетационного периода является суммарным показателем, который отображает влияние всей сезонной динамики температур: она зависит от темпа весеннего потепления (определяет сроки начала вегетации), устойчивости летних температур (влияет на продолжительность цветения и скорость роста) и времени осеннего похолодания (определяет длину периода созревания и подготовки к зиме).

Закключение. Проведенные исследования выявили, что природные условия центральной предгорной зоны Дагестана создают благоприятную среду для садоводства. Здесь большинство исследованных сортов и гибридных форм яблони демонстрируют оптимальное прохождение фенологических стадий. Климат региона полностью соответствует агробиологическим запросам данной культуры, что подтверждается своевременным наступлением всех ключевых

этапов вегетации. Ценность полученных результатов для практики состоит в возможности целенаправленного выбора сортов, учитывающего температурные особенности местности. Так, для зон, характеризующихся ранними осенними заморозками, предпочтительно использовать летние и раннеосенние сорта, в частности, «Мелба», «Летнее Дагестана» и «Народное Дагестана». Данные сорта успевают пройти полный цикл развития до наступления неблагоприятных погодных условий, что гарантирует их высокую урожайность и отменное качество плодов.

Что касается сортов, предназначенных для длительного хранения, то здесь наилучшим образом зарекомендовали себя зимние виды, такие как «Ренет Симиренко», «Махачкалинское», «Эндиреевское». Их особенность заключается в более позднем сроке достижения съёмной зрелости, благодаря чему плоды лучше приспособляются к условиям хранения. Развитие этих сортов происходит в полной гармонии с естественной подготовкой растений к зимнему периоду.

Список источников

1. Атаев З.В. Ландшафтные районы Предгорного Дагестана // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 2. С. 317-320.
2. Грингоф И.Г., Клещенко А.Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2011.
3. Драгавцева И.А. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодородия: 85-летию Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства»: монография Махачкала: Краснодар: ФГБУ Дагестанский НИИКСХ, 2016. 136 с.
4. Казиев М.-РА. Особенности вегетации интродуцированных сортов яблони в условиях юго-восточных предгорий Дагестана / М.-РА. Казиев, РА. Шахмирзоев, М.К. Караев // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 66(6). С. 15-27. УДК 634.10. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-15-27.
5. Магомедова А.З., Атаев З.В. Региональные физико-географические различия предгорного Дагестана // Молодой ученый. 2013. № 5 (52). С. 212-215.
6. Потанин Д.В., Гунько С.Н. Адаптация элементов технологии эксплуатации насаждений плодовых и ягодных культур к климатическим особенностям региона выращивания / Д.В. Потанин, С.Н. Гунько // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2017. № 9 (172). С. 16-23.
7. Архив погоды в Буйнакске. http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Буйнакске (дата обращения: 05.03.2026).
8. Сатбалов А.В., Бакуев Ж.Х. Продуктивность интенсивных садов яблони при вертикальной зональности в условиях Северного Кавказа / А.В. Сатбалов, Ж.Х. Бакуев // Новые технологии. 2024. Т. 20, № 4. С. 107-124. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-4-107-124.
9. Селекция и агротехника плодовых культур в Дагестане: труды Даг. НИИ сел. хоз-ва. Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко. Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1978. 177 с.
10. Чирков Ю.Н. Агрометеорология. Л.: Гидрометеорологический институт, 1986. 320 с.

11. Шахмирзоев Р.А., Казиев М.-РА. Адаптивный потенциал сортов яблони в предгорной зоне Дагестана // Плодоводство и виноградарство России. 2022. Т. 68. С. 67-75. DOI: 10.31676/2073-4948-2022-68-67-75.

12. Шахмирзоев Р.А., Казиев М.-РА. Продуктивность яблони сорта Маджести в предгорной зоне Дагестана // Аграрная наука. 2021. Т. 354, № 11-12. С. 136-140. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-136-140.

References

1. Ataev, Z.V. (2014). Landshaftnye rayony Predgornogo Dagestana [Landscape regions of the Foothill Dagestan]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, no. 2, pp. 317-320.
2. Grinof, I.G. & Kleshchenko, A.D. (2011). *Osnovy sel'skokhozyaystvennoy meteorologii. Tom I. Potrebnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v agrometeorologicheskikh usloviyakh* [Fundamentals of agricultural meteorology. Volume I. The needs of agricultural crops in agrometeorological conditions]. Obninsk, VNIIGMI-MTSD, 808 p.
3. Dragavtseva, I.A., Savin, I.Yu., Zagirov, N.G. et al. (2016). *Resursnyi potentsial zemel' Severnogo Kavkaza dlya plodovodstva* [Resource potential of lands of the North Caucasus for fruit growing]. *Makhachkala, Krasnodar, Dagestan Scientific Research Institute of Agriculture*, 136 p.
4. Kaziev M.-R.A., Shakhmirzoev R.A. & Karaev M.K. (2020). *Osobennosti vegetatsii introduktirovannykh sortov yabloni v usloviyakh yugo-vostochnykh predgoriy Dagestana* [Features of vegetation of introduced apple varieties in the conditions of the southeastern foothills of Dagestan]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*, no. 66(6), pp. 15-27. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-15-27.
5. Magomedova, A.Z. & Ataev, Z.V. (2013). *Regional'nye fiziko-geograficheskie razlichiya predgornogo Dagestana* [Regional physical and geographical differences of the foothill Dagestan]. *Molodoy uchenyy*, no. 5(52), pp. 212-215.
6. Potanin, D.V. & Gunko, S.N. (2017). *Adaptatsiya elementov tekhnologii ekspluatatsii nasazhdeniy plodovykh i yagodnykh kul'tur k klimaticheskim osobennostyam regiona vyrashchivaniya* [Adaptation of elements of technology for the exploitation of fruit and berry crops plantations to the climatic features of the growing region]. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavridy*, no. 9(172), pp. 16-23.
7. *Arkhiv pogody v Buinaksk* [Buinaksk weather archive]. Available at: http://rp5.ru/Arkhiv_pogody_v_Buinaksk (accessed: 05.03.2026).
8. Satibalov, A.V. & Bakuev, Zh.Kh. (2024). *Produktivnost' intensivnykh sadov yabloni pri vertikal'noi zonal'nosti v usloviyakh Severnogo Kavkaza* [Productivity of intensive apple orchards under vertical zoning conditions in the North Caucasus]. *Novye tekhnologii*, vol. 20, no. 4, pp. 107-124. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-4-107-124.
9. *Seleksiya i agrotekhnika plodovykh kul'tur v Dagestane* [Selection and agricultural technology of fruit crops in Dagestan], *Trudy Dagestanskogo NIISKH. Makhachkala, Dagestan book publishing house*, 1978. 177 p.
10. Chirkov, Yu.N. (1986). *Agrometeorologiya* [Agrometeorology], Leningrad, Gidrometeoizdat, 320 p.
11. Shakhmirzoev, R.A. & Kaziev, M.R.-A. (2022). *Adaptivnyi potentsial sortov yabloni v predgornoi zone Dagestana* [Adaptive potential of apple varieties in the foothill zone of Dagestan]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, vol. 68, pp. 67-75. DOI: 10.31676/2073-4948-2022-68-67-75.
12. Shakhmirzoev, R.A. & Kaziev, M.R.-A. (2021). *Produktivnost' yabloni sorta Majestik v predgornoi zone Dagestana* [Productivity of apple variety Majestic in the foothill zone of Dagestan]. *Agrarnaya nauka*, vol. 354, no. 11-12, pp. 136-140. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-136-140.

Информация об авторах:

Казиев Магомед-Расул Абдусаламович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом агроландшафтного земледелия, kaziev-kra@mail.ru
Галимова Алина Андреевна, лаборант-исследователь, alinagalimova20@mail.ru
Магомедов Салихбаганд Магомедтагирович, аспирант

Information about the authors:

Magomed R.-A. Kaziev, doctor of agricultural sciences, head of the department of agrolandscape agriculture, kaziev-kra@mail.ru
Alina A. Galimova, research assistant, alinagalimova20@mail.ru
Salikhbagand Mag. Magomedov, graduate student





Научная статья
УДК 0635.64.032
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_588

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТОМАТА ОТКРЫТОГО ГРУНТА В УСЛОВИЯХ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЯКУТИИ

В.В. Осипова, В.В. Устинова, В.А. Васильева

Арктический государственный агротехнологический университет,
Октемский филиал, Якутск, Россия

Аннотация. В период с 2023 по 2025 гг. в условиях криолитозоны проводились опыты по изучению особенностей развития растений томата под влиянием минеральных удобрений. Цель исследований — определение влияния минеральных удобрений пролонгированного действия на рост и развитие томата открытого грунта в условиях Центральной Якутии. Объектами исследования являлись сорт томата Москвич и минеральные удобрения пролонгированного действия: Цион, Фертика, Осмокот Хай К, Бона Форте. Почва участка мерзлотная лугово-черноземная среднесуглинистая, pH 8,4. Содержание гумуса в верхнем горизонте 3-6%, валового азота (N) — 100 мг/кг, фосфора P_2O_5 — 149 мг/кг, K_2O 500 мг/кг почвы. Рассадку томата высаживали по схеме 40 x 40 в хорошо прогретую почву в середине июня. На делянке 20 растений, размещение вариантов систематическое, повторность четырехкратная. Минеральные удобрения вносились в лунки при посадке. Полив растений производился при помощи системы капельного орошения. Установлено, что внесение минеральных удобрений сокращает вегетационный период томата до 13 дней (142 дня); при недостатке тепла после высадки рассады в грунт и во время роста стеблей (2025 г.) продолжительность вегетационного периода увеличивалась на 14 дней (156 дней). Удобрения Осмокот Хай К и Бона Форте способствуют формированию наибольшего количества кистей на растении — до 14-16 шт., что превышает контроль от 3 до 6 шт. Наибольшее нарастание площади листьев по сравнению с контролем получено при внесении удобрения Осмокот Хай К (316 см²), что превышает контрольный вариант на 105 см² или 150% к контролю. Наивысший урожай сочных и вкусных плодов томата создается при внесении Осмокот Хай К (3,39 т/га или 163% к К).

Ключевые слова: минеральные удобрения, мерзлотные почвы, урожайность, болезни, вредители, дегустация

Original article

INFLUENCE OF SLOW-RELEASE MINERAL FERTILIZERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF OPEN-GROUND TOMATOES IN THE CONDITIONS OF FROZEN SOILS OF YAKUTIA

V.V. Osipova, V.V. Ustinova, V.A. Vasilyeva

Arctic State Agricultural Technical University, Oktemsky branch, Yakutsk, Russia

Abstract. From 2023 to 2025, experiments were conducted in cryolithozone conditions to study the development of tomato plants under the influence of mineral fertilizers. The aim of the study was to determine the effect of slow-release mineral fertilizers on the growth and development of open-field tomatoes in Central Yakutia. The subjects of the study were the Moskvich tomato variety and the slow-release mineral fertilizers Zion, Fertika, Osmokot Hi K, and Bona Forte. The plot soil is permafrost-affected meadow-chernozem, medium loamy, with a pH of 8.4. The humus content in the upper horizon is 3-6%, total nitrogen (N) is 100 mg/kg, phosphorus (P_2O_5) is 149 mg/kg, and K_2O is 500 mg/kg of soil. Tomato seedlings were planted in a 40 x 40 pattern in well-warmed soil in mid-June. Each plot contains 20 plants, systematically placed, and replicated four times. Mineral fertilizers were added to the pits during planting. The plants were watered using a drip irrigation system. It was found that the application of mineral fertilizers shortened the tomato growing season to 13 days (142 days); with insufficient heat after planting the seedlings in the ground and during stem growth (2025), the growing season increased by 14 days (156 days). Osmocote Hi-K and Bona Forte fertilizers promoted the formation of the greatest number of brushes per plant — up to 14-16, which exceeds the control (3 to 6). The greatest increase in leaf area compared to the control was achieved with the application of Osmocote Hi K fertilizer (316 cm²), exceeding the control by 105 cm², or 150% of the control. The highest yield of juicy and tasty tomato fruits was achieved with the application of Osmocote Hi K (3.39 t/ha, or 163% of K).

Keywords: mineral fertilizers, permafrost soils, yield, diseases, pests, tasting

Томат является наиболее распространенной овощной культурой в мире, потребление которого на душу населения должно составлять 32 кг в год [1, 13, 15]. Спелые плоды томата характеризуются наибольшей суммой каротиноидов; ликопин обнаружен только в плодах поздних стадий у красноплодных сортов, наибольшее содержание β -каротина — в спелых плодах желтоплодного сорта [3, 14]. Томатам принадлежит третье место в мире, после картофеля и лука, что связано с высокой доходностью и достаточно быстрым получением урожая. Возделывание томатов в открытом грунте в разы дешевле и экономически эффективнее по сравнению с выращиванием в защищенном грунте [5, 6, 10]. Возделывание овощных культур в зонах недостаточного увлажнения сопряжено с оптимизацией орошения и питания растений [4, 12]. Поэтому актуальными становятся поиски новых видов удобрений и способов их внесения [2]. Внекорневое питание овощных растений может дополнить внесение удобрений в почву, а также может способствовать решению одной из самых актуальных задач по регулированию

роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ, которые повышают устойчивость к стрессам и увеличивают урожайность и качество получаемой продукции [8, 12].

Республика Саха (Якутия) является одним из крупных регионов по производству сельскохозяйственной продукции в Дальневосточном федеральном округе и по объему валовой продукции республика занимает третье место среди его субъектов — на ее долю приходится около 12-13% всего объема валовой продукции сельского хозяйства округа [11]. Тем не менее, несмотря на хозяйственную значимость томата, в Якутии идет снижение численности посевных площадей для овощей открытого грунта и, следовательно, их сбора. Например, валовый сбор томатов в хозяйствах всех категорий в 2010 г. составил 4 699 тонн, а к 2019 г. уменьшился более, чем в два раза — 2 235 тонн [7, 9]. Одной из причин являются риски выращивания овощей в открытом грунте в связи с климатическими особенностями короткого и засушливого лета в Якутии [7]. В связи с этим, актуальным является выявление оптимальных условий для

повышения урожайности и улучшения вкусовых качеств данного овощного растения в специфических климатических условиях региона, так как плодоношение в основном приходится на август, когда солнечной энергии уже не так много для набора сахаров и получения сладких томатов, а также для уменьшения трудовых затрат и времени на подкормки растений в процессе вегетации и плодоношения.

Целью работы является исследование влияния минеральных удобрений пролонгированного действия на рост и развитие томата открытого грунта в условиях Центральной Якутии.

Задачи исследования:

- Изучить особенности роста и развития растений томата под влиянием минеральных удобрений пролонгированного действия;
- Определить влияние минеральных удобрений пролонгированного действия на формирование урожайности томата;
- Дать дегустационную оценку томата при выращивании с использованием удобрений пролонгированного действия в открытом грунте Центральной Якутии.



Объектами исследования являлись сорт томата Москвич и минеральные удобрения.

Использовались удобрения пролонгированного действия: Цион, Фертика, Осмокот Хай К, Бона Форте.

Условия, материалы и методы. Годы исследований: 2023–2025 гг.

Исследования проводились в учебном хозяйстве Октемского филиала ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ.

Учебное хозяйство расположено на левом берегу реки Лена.

Почва участка мерзлотная лугово-черноземная, pH 8,4. Содержание гумуса в верхнем горизонте 3–6%, валового азота (N) — 100 мг/кг, фосфора P_2O_5 — 149 мг/кг, K_2O — 500 мг/кг почвы. Содержание тяжелых металлов Cu (медь) B (бор) — очень низкое, содержание цинка (Zn) — 0,54 мг/кг, марганец — 26,21 мг/кг, свинец — 0,15 мг/кг, кадмия — 0,02 мг/кг. Глубина пахотного слоя составляет 20–22 см. По механическому составу почвы среднесуглинистая, относится к категории хорошо окультуренных.

Рассаду томата высаживали по схеме 40 х 40 в хорошо прогревую почву в середине июня. На делянке 20 растений, размещение вариантов систематическое, повторность четырехкратная.

Внесение удобрений производилось точно в лунки. Цион — 2 ст. л. на куст, Фертика — 2,5 ст. л. на 10 кустов, Осмокот Хай К — 2 ст. л. на куст, Бона Форте — ½ ст. л. на куст. При посадке каждый куст проливался раствором Корневина СП 0,25 л под куст (1 г на 10 л воды). На опытном участке установлена система капельного полива.

Учеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам.

Статистический анализ данных проводился с использованием программы статистического анализа Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Опыты с применением различных удобрений пролонгированного действия, проведенные в 2023–2025 гг. показали следующие результаты.

Посев семян томата производился 25 марта. Большая часть всходов (80%) отмечалась на 4–5-й день от посева, что говорит о хорошем качестве посевного материала.

Вегетационный период томата на удобрениях составил 142 дня, что опережает контрольный вариант на 11–13 дней; в 2025 году резкие колебания дневных и ночных температур воздуха в июне месяце вызвали отставание в развитии растений томата, вегетационный период в этом году для всех изучаемых вариантов составил 156 дней.

К середине июня рассада томата методом перевалки высаживалась в открытый грунт с проведением капельного полива, что обеспечивало подачу воды непосредственно к корневой системе растений и уменьшало потери на испарение и поверхностный сток.

Начало созревания плодов в 2023 и 2024 гг. приходилось на вторую декаду августа. Существует общее мнение, что плоды томата, созревшие на растении, имеют лучшее качество и вкус. Для транспортировки к конечному месту сбыта обычно томат собирают на стадии зрелой зелени (Arias et al., 2000).

Плоды томата убирали на стадии зеленой зрелости ввиду недостаточности тепла и короткого летнего периода. На контрольном варианте созревание плодов томата приходилось на третью декаду августа, это дозревшие полновесные плоды после первого сбора. Вегетационный период растений в 2023–2024 гг. для контрольного варианта составил 154 и 155 дней от всходов до начала созревания плодов, на остальных вариантах — 142 дня.

Начало созревания плодов томата в 2025 году — первая декада сентября, Вегетационный период в 2025 году для всех растений составил 156 дней. Длительность вегетационного периода обусловлена как продолжительностью выращивания рассады в условиях недостаточной освещенности и высадкой в 65 дневном возрасте, так и резкими колебаниями дневных и ночных температур, недостаточностью тепла в июне месяце.

Из-за разительно отличавшихся погодных условий лета 2023–2024 и 2025 гг. рост растений, фазы цветения, образования завязей и начало созревания значительно отличались.

Начало цветения у растений в 2023–2024 гг. была зафиксирована 20 и 22 июня на вариантах с удобрением, в контрольном варианте — 29 июня. В 2025 году 22 июня начало цветения было отмечено только на двух вариантах с удобрениями Осмокот Хай К и Бона Форте, на вариантах без удобрений, с Ционом и Фертикой зацвели только к 8 июля, пониженные температуры (<5 градусов по ночам) в третьей декаде июня и первой декаде июля не позволили нормально развиваться всем растениям томата в опыте.

Увеличение роста стебля в первой декаде июля позволяет сделать вывод о нормализации физических процессов в растении и восстановлении после стрессовых погодных условий.

Первая кисть на растениях томата сорта Москвич, согласно описанию Росреестра сортов, допущенных к выращиванию на территории России, закладывается после 6–8 листа. В 2023–2024 гг. отмечено стандартное заложение кисти во всех вариантах, в то время как в 2025 году, в контрольном варианте наблюдается отклонение от нормы — кисть образовывалась после 9 листа в первом повторении, то есть произошла задержка генеративной фазы растений.

Резкие перепады температур отрицательно сказываются на закладке бутонов на растениях томата. В связи с этим, можно полагать, что снижение температуры во второй декаде июня 2025 г. до — 1,1°C негативно отразилось на формировании кистей.

Наименьшее количество побегов отмечалось на варианте без удобрений, здесь же отмечены самые низкие показатели роста стебля в первом повторении — высота 26 см. Рост стебля до 33 см зафиксирован на варианте с удобрением Цион, диаметр стеблей здесь составил 0,9 и 0,8 см, количество побегов — 8. Вариант с удобрением Фертика показывает наибольший рост стебля — 34 см, диаметр стебля достигает 1,0 см, количество побегов насчитывается до 8 на растении. Высокие и крепкие растения томата обеспечивались на вариантах с внесением Осмокот Хай К и Бона Форте — до 38 см высота растений, их диаметр до 1 см.

Образование завязей на растениях томата в 2023–2024 гг. приходилось на 6 и 7 июля на вариантах с удобрением и 13 июля на варианте без удобрений. В 2025 году данная фаза развития томатов отмечалась 15 июля в вариантах с Осмокот Хай К 3–4 и Бона Форте, что говорит о задержке в развитии растений и только к 20 июля начало формирования завязей у остальных трех вариантов.

На вариантах с Осмокот Хай К и Бона Форте количество кистей составило в среднем за годы исследований 14–16 шт., что превышает контрольный вариант на 5 шт. (табл. 1).

Наибольшее количество плодов томата в 2023–2025 гг. формировалось на варианте с Осмокот Хай К — 21, 16 и 8 шт. соответственно по годам. На контрольном варианте 10, 8 и 6 плодов, что в 2023 и 2024 гг. два раза меньше, в неблагоприятном по метеоситуации 2025 г. — меньше

на 2 шт. По остальным вариантам опыта можно заключить, применение удобрений Цион и Фертика в большинстве случаев приводит к сокращению. Количества кистей и плодов томата по сравнению с вариантами с Осмокот Хай К и Бона Форте (табл. 1).

Определение площади листьев томата показало, что значительное увеличение площади листьев по сравнению с контролем обеспечивает внесение удобрения Осмокот Хай К (316 см²), что превышает контрольный вариант на 105 см² или 150% к контролю. При внесении удобрений Цион и Бона Форте наблюдается стабильная высокая площадь листьев томата вне зависимости от почвенных и погодных условий — 122 и 123% к контролю (таб. 2).

Холодостойкость растений томата в 2023 — 2025 гг. оценена в 4 балла по всем вариантам опыта с удобрениями, при возвратных летних заморозках после высадки растения останавливались в росте, при первых осенних заморозках большее количество растений уцелело.

В 2023–2025 году сбор плодов томата проводился два раза, в одни и те же сроки. При этом отмечается значительное снижение урожайности плодов в 2025 году по сравнению с предыдущими периодами исследований (табл. 3).

Таблица 1. Количество кистей и плодов томата в фазе полного плодоношения (2023–2025 гг.)
Table 1. Number of tomato brushes and fruits in the full fruiting phase, (2023–2025)

№	Показатель	Количество кистей, шт.			Количество плодов, шт.		
		2023 г.	2024 г.	2025 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
1	Без удобрения - К	11	10	6	10	8	6
2	Цион	11	15	7	16	14	8
3	Фертика	13	11	7	10	13	12
4	Осмोकот Хай К	16	15	7	21	16	8
5	Бона Форте	14	16	5	13	16	9

Таблица 2. Площадь листьев томата (2023–2025 гг.)
Table 2. Tomato leaf area (2023–2025)

Показатели	Без удобрений - К	Цион	Фертика	Осмोकот Хай К	Бона Форте
P (масса листьев, г)	277	360	287	423	348
P ₁ (масса высечек, г)	14	22	21	21	21
S, см ²	211	257	215	316	260
% к К	100	122	102	150	123

Таблица 3. Урожайность плодов томата (2023–2025 гг.), т/га
Table 3. Tomato fruit yield (2023–2025), t/ha

№	Вариант	Годы			В среднем по годам	Отклонение от контроля, %
		2023	2024	2025		
1	Без удобрения — К	3,37	2,25	0,62	2,08	100
2	Цион	2,37	4,81	0,88	2,69	129
3	Фертика	2,87	3,44	0,81	2,32	112
5	Осмोकот Хай К	2,88	6,19	1,09	3,39	163
5	Бона Форте	3,75	4,56	0,75	3,02	145
	НСР ₀₅	0,26	4,50	0,82	0,19	-





Как показано в таблице 3, в сравнительно благоприятные для роста и развития растений 2023 и 2024 гг. урожайность плодов томата колебалась от 2,25 на контрольном варианте до 6,19 т/га (в 2024 г.) при внесении Осмокот Хай К. Ежегодная значительная прибавка урожая томата здесь достигается при внесении удобрений Осмокот Хай К, Цион и Бона Форте.

Отставание в росте и развитии растений томата в холодном 2025 г. стало причиной получения низкого урожая плодов — от 0,62 (на контрольном варианте) до 1,09 т/га (с Осмокот Хай К).

В среднем за годы исследований, получен урожай плодов томата в пределах от 2,08 (на контроле) до 3,02 (с Бона Форте) и 3,39 т/га (Осмкокот Хай К).

Дегустация плодов томата проводилась после дозаривания, в начале сентября. Плоды томата со всех вариантов опыта дегустировались в один день. Для этого было выбрано не менее пяти товарных плодов из каждого варианта, типичных для сорта. Плоды разрезались от места прикрепления плодоножки до вершины, чтобы каждый дегустатор получил дольки от каждого плода. Плоды дегустировали без соли и хлеба.

При дегустации оценивался внешний вид, форма и окраски плодов в баллах от 5 до 1; нежность кожуры (нежная, средняя, грубая) и мясистость плода (мясистый, среднемясистый, маломясистый). Вкус плодов сорта оценивался в баллах: очень вкусные — 5; вкусные — 4; средневкусные — 3; невкусные — 2; очень невкусные — 1.

Резко выделяющиеся качества плодов каждого варианта (сочность, кислотность, ароматичность и т. п.) отмечались в примечании бланка дегустации.

В процессе дегустации, выяснилось, что плоды томата, выращенные с применением Бона Форте, не пригодны для потребления в свежем виде, они получили самую низкую дегустационную оценку 1,4 в 2023 и 2024 гг. и 2,2 в 2025 году. Самые вкусные томаты получены с применением удобрения Осмокот Хай К, получившие высокую дегустационную оценку — 4,4 балла в среднем за 3 года, дегустаторы отметили сладость плодов, не хватило кислинки для кисло-сладкого сбалансированного вкуса, считающегося традиционным для этой овощной культуры. На варианте с применением удобрения Фертика плоды три года подряд получали одинаковую оценку по вкусу — 2,6 балла, что тоже недостаточно для потребления плодов томата в свежем виде. Плоды томата с применением Цион имели средний дегустационный балл — 3,0-3. На варианте без удобрений в 2023 г. плоды получили дегустационную оценку в 3,6 балла, в 2024 — 4,0 балла и в 2025 году — высокий дегустационный балл — 4,4.

Анализируя показатели урожайности и дегустационную оценку, полученные в ходе исследований 2023-2025 гг. с применением удобрений пролонгированного действия, приходим к выводу, что использование удобрения Осмокот Хай К обеспечивает более высокую

урожайность в сравнении с другими вариантами и самые сладкие (без кислоты) плоды. Однако надо отметить, что в удобрении нет кальция и во избежание появления вершинной гнили плодов, летом необходимо дополнительное проведение трехкратной подкормки хелатным кальцием.

Выводы

1. Внесение минеральных удобрений способствовало сокращению вегетационного периода томата по сравнению с контролем на удобренных вариантах на 13 дней (142 дня); неблагоприятные условия в июне 2025 года вызвали отставание в развитии растений томата, где вегетационный период составил 156 дней.

2. Существенное увеличение площади листьев растений томата достигается при внесении удобрения Осмокот Хай К (316 см²), что превышает контрольный вариант на 105 см² или 150% к контролю

3. Внесение удобрений Осмокот Хай К и Бона Форте стимулирует формирование кистей томата до 14-16 шт. на растении томата, что превосходит контрольный вариант от 3 до 6 шт.

4. Наивысшую урожайность плодов томата обеспечивает внесение Осмокот Хай К (3,39 т/га) и Бона Форте (3,02 т/га), превышение контроля составило 163 и 145% соответственно по данным вариантам.

5. Наивысшая дегустационная оценка плодов томата получена при внесении удобрения Осмокот Хай К — 4,4 балла.

Список источников

- Адрицкая Н.А., Улибашев А.М. Овощеводство. Санкт-Петербург: Лань, 2026. 392 с.
- Глухих М.А. Технологии возделывания овощных культур. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 124 с.
- Ефремов Г.И., Ашихмин А.А., Щенникова А.В., Кочиева Е.З. Сравнительная характеристика генов 9-цис-эпоксикаротиноид-диоксигеназ *slncd1* и *slncd2* в процессе развития и созревания плода томат // Физиология растений. 2023. Т. 70. № 2. С. 171-180.
- Замулина Т.В., Молодцова Т.Ю. Томаты: выращивание, хранение и заготовка, целебные свойства. Нижний Новгород: Слог, 2014. 95 с.
- Кигуи Г., Зайцев С.В. Оценка урожайности и адаптивности крупноплодных томатов с различной окраской плодов в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3 (63). С. 190-199.
- Коломеченко В.В. Полевые и огородные культуры России. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 500 с.
- Львова П.М. Картофель и овощные культуры в Якутии. Якутск: Изд-во Якутского университета, 2005. 181 с.
- Никитина Д.А., Карпухин М.Ю. История культуры, ботаническая характеристика, биологические особенности томата // Аграрное образование и наука. 2022. № 2. С. 1-10.
- Николаева Ф.В., Гаврильева Н.К., Гоголев Г.Д., Гоголева Н.И. Анализ изменения площадей сельскохозяйственных угодий в Центральной Якутии // Научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». 2022. № 51. С. 1-12.
- Осипова Г.С. Овощеводство защищенного грунта. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 256 с.
- Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на 2021-2025 годы. Белгород. 2021. 590 с.
- Туманян А.Ф., Кигуи Г., Зайцева Н.А., Зайцев С.В. Оценка влияния регуляторов роста на структуру урожая то-

матов при капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 104-114.

13. Arias, R. Quality comparison of hydroponic tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) ripened on and off vine/ R. Arias, T. Lee, D. Specca, H. Janes // Journal of Food Science. 2000. 65(3). С. 545-548.

14. Heuvelink Ep. Tomatoes, 2nd Edition. Crop production science in horticulture // CABI, 2018. 388 с.

15. Scott D, Garbee Jenn G. Tomatomania! A Fresh Approach to Celebrating Tomatoes in the Garden and in the Kitchen // New York: St. Martin's Griffin, 2015. 275с.

References

- Adriatskaya, N.A., Ulimbashov A.M. (2026). *Ovoshchevodstvo*, St. Petersburg, Lan'.
- Glukhikh, M.A. (2025). *Tekhnologii vyzdelivaniya ovoshchnykh kultur* [Vegetable Cultivation Technologies], St. Petersburg, Lan'.
- Efremov G.I., Ashikhmin A.A., Shchennikova A.V. & Kochieva E.Z. (2023). *Sravnitel'naya kharakteristika genov 9-tsisehpoksikarotinoid-dioksigenaz slncd1 i slncd2 v protsesse razvitiya i sozrevaniya ploda tomat* [Comparative Characteristics of the 9-Cis-Epoxy-carotenoid Dioxygenase Genes *Slncd1* and *Slncd2* during Tomato Fruit Development and Ripening]. *Plant Physiology*, vol. 70, no. 2, pp. 171-180.
- Zamulina, T.V., Molodtsova, T.Yu. (2014). *Tomaty: vyrashchivanie, khranenie i zagotovka, tselbnyye svoystva* [Tomatoes: cultivation, storage and procurement, medicinal properties], Nizhny Novgorod, Slog.
- Kigoui G., Zaitsev S.V. (2021). *Otsenka urozhainosti i adaptivnosti krupnoplodnykh tomatov s razlichnoi okrasкой plodov v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Evaluation of the yield and adaptability of large-fruited tomatoes with different fruit colors in the Lower Volga region]. *News of the Nizhnevolsk Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education*, no. 3 (63), pp. 190-199.
- Kolomeyenko, V.V. (2024). *Polevye i ogorodnye kul'tury Rossii* [Field and vegetable crops of Russia Root vegetables: a monograph. 3rd ed. erased], St. Petersburg, Lan'.
- Lvova, P.M. (2005). *Kartofel' i ovoshchnyye kul'tury v Yakutii* [Potatoes and vegetable crops in Yakutia A textbook for students studying agronomic specialties], Yakutsk, Publishing house of Yakutsk University.
- Nikitina, D.A., Karpuhin, M.Yu. (2022). *Istoriya kul'tury, botanicheskaya kharakteristika, biologicheskie osobennosti tomat* [History of culture, botanical characteristics, biological features of the tomato]. *Agrarian education and science*, no. 2, pp. 1.
- Nikolaeva, F.V., Gavril'yeva, N.K., Gogolev, G.D. & Gogoleva, N.I. (2022). *Analiz izmeneniya ploshchadei sel'skokhozyaystvennykh ugodiy v Tsentral'noi Yakutii* [Analysis of changes in the area of agricultural land in Central Yakutia]. *Scientific and production journal AgroEcolInfo*, no. 51, pp. 1-12.
- Osipova, G.S. (2024). *Ovoshchevodstvo zashchishchennogo grunta: uchebnik dlya vuzov* [Protected Ground Vegetable Growing A Textbook for Universities], St. Petersburg, Lan'.
- Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva v Respublike Sakha (Yakutiya) na 2021-2025 gody* [Agricultural system in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2021-2025], Belgorod, 2021.
- Tumanyan, A.F., Kigoui, G., Zaitseva, N.A. & Zaitsev, S.V. (2020). *Otsenka vliyaniya regul'yatorov rosta na strukturu urozhaya tomatov pri kapel'nom oroshenii* [Assessment of the influence of growth regulators on the structure of tomato yield under drip irrigation]. *News of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education*, no. 2 (58), pp. 104-114.
- Arias, R., Lee, T., Specca, D. & Janes, H. (2000). Quality comparison of hydroponic tomatoes. *Lycopersicon esculentum*) ripened on and off vine, no 65(3), pp. 545-548.
- Heuvelink, Ep. (2018). *Tomatoes, 2nd Edition*. Crop production science in horticulture. CABI.
- Scott, D., Garbee Jenn G. (2015). *Tomatomania! A Fresh Approach to Celebrating Tomatoes in the Garden and in the Kitchen*. New York: St. Martin's Griffin.

Информация об авторах:

Осипова Валентина Валентиновна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрономии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7738-5485>, luzerna_2008@mail.ru

Устинова Васена Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1155-2244>, vasyona_8@mail.ru

Васильева Варвара Алексеевна, аспирант, vasbarvara1976@mail.ru.

Information about the authors:

Valentina V. Osipova, doctor of agricultural sciences, associate professor, head of the agronomy department of agronomy, Oktensky branch of the federal state budgetary, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7738-5485>, luzerna_2008@mail.ru

Vasena V. Ustinova, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agronomy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1155-2244>, vasyona_8@mail.ru

Varvara A. Vasilyeva, postgraduate student, vasbarvara1976@mail.ru



Научная статья
УДК 631.811.982000.00.0
doi: 10.55186/25876740_2026_69_4_591

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЛАТОНИНА И ДТПА Fe НА ОГУРЦЕ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ДЕФИЦИТА ЖЕЛЕЗА

О.А. Шаповал, М.Т. Мухина, Р.А. Боровик

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

Аннотация. Настоящее исследование проведено с целью изучения влияния совместного применения мелатонина и хелата железа (ДТПА Fe) на ростовые, фотосинтетические и физиолого-биохимические показатели огурца в условиях искусственно вызванного дефицита железа. Эффект от совместного применения мелатонина и микроудобрений ранее не изучался. Для достижения поставленной цели был заложен модельный вегетационный опыт с огурцом (*Cucumis sativus* L.) на песчаной культуре, в которой в качестве источника питания использовался питательный раствор заданного состава. В ходе эксперимента проводили замачивание семян и двукратную foliarную обработку вегетирующих растений в фазе полного раскрытия 1-го и 3-го листа растворами мелатонина (1 мг/л — для семян и 25 мг/л — foliarно) и ДТПА Fe (1 г/л). Оценка действия исследуемых препаратов проводилась по биометрическим параметрам, содержанию хлорофиллов и каротиноидов, результатам РАМ-флуориметрического анализа работы фотосистемы II, а также по стресс-показателям: уровню перекисного окисления липидов, активности каталазы, содержанию водорастворимых углеводов и стабильности клеточных мембран. Установлено, что совместное применение мелатонина и ДТПА Fe оказывает синергетический эффект на ростовые процессы огурца. Оно способствовало увеличению площади листовых пластин (+3,1% к контролю), числа листьев (+6,4%), воздушно-сухой массы листьев (+3,8%), суммарной длины стеблей (+12,6%) и их воздушно-сухой массы (+2,4%). У обработанных растений также отмечено повышение доли стабильной фракции фотосинтетических пигментов (более 99% по сравнению с 84,0–88,8% в контроле), а также значительное накопление водорастворимых углеводов в тканях листьев (+34,8%). Что касается параметров работы фотосистемы II и других физиолого-биохимических показателей стресса, то эффект от совместного применения мелатонина и ДТПА Fe не превышал эффекта от их индивидуального применения.

Ключевые слова: мелатонин, ДТПА Fe, дефицит железа, огурец, стресс

Original article

APPLICATION OF MELATONIN AND FE-DTPA ON CUCUMBER UNDER MODELLED IRON DEFICIENCY CONDITIONS

O.A. Shapoval, M.T. Mukhina, R.A. Borovik

All-Russian research institute of agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova,
Moscow, Russia

Abstract. This study was conducted to investigate the effects of the combined application of melatonin and iron chelate (Fe-DTPA) on the growth, photosynthetic activity, and physiological-biochemical stress indicators of cucumber under artificially induced iron deficiency. The effect of combining melatonin with micronutrient fertilizers had not been previously studied. To achieve this goal, a model vegetation experiment was established using cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in a sandy substrate and supplied with a nutrient solution of specified composition. During the experiment, seeds were soaked and foliar treatments of vegetating plants were performed twice at the full expansion stage of the first and third leaves using melatonin solutions (1 mg/L for seeds and 25 mg/L for foliar application) and Fe-DTPA (1 g/L). The effects of the treatments were evaluated by measuring biometric parameters, chlorophyll and carotenoid content, PAM fluorometric analysis of photosystem II activity, and stress indicators such as lipid peroxidation, catalase activity, water-soluble carbohydrate content, and membrane stability. It was found that the combined application of melatonin and Fe-DTPA exerted a synergistic effect on cucumber growth. This treatment led to an increase in leaf area (+3.1% compared to control), number of leaves (+6.4%), dry weight of leaves (+3.8%), total stem length (+12.6%), and dry stem weight (+2.4%). Treated plants also showed a higher proportion of the stable fraction of all photosynthetic pigments (over 99% compared to 84.0–88.8% in the control) and significant accumulation of water-soluble carbohydrates in leaf tissues (+34.8%). In terms of photosystem II performance and other physiological-biochemical stress parameters, the effect of the combined application of melatonin and Fe-DTPA did not exceed that of their individual applications.

Keywords: melatonin, Fe-DTPA, iron deficiency, cucumber, stress

Введение. Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью повышения эффективности растениеводства в условиях ограниченных ресурсов и наличия стрессовых факторов. Одним из перспективных направлений является разработка полифункциональных препаратов, сочетающих обеспечение растений элементами питания, регуляцию роста и защиту от стрессов. Особый интерес представляют соединения, способные одновременно стимулировать физиологические процессы и компенсировать дефицит микроэлементов, что особенно актуально при выращивании культур в неблагоприятных условиях.

Для оценки возможности создания препарата комбинированного действия проводился модельный опыт на культуре огурца (*Cucumis sativus* L.) — это важная овощная культура,

чувствительная к дефициту микроэлементов, в частности железа, которое играет ключевую роль в синтезе хлорофилла и работе фотосинтетического аппарата. В качестве потенциальных компонентов комбинированного препарата рассматривались:

Мелатонин — фитогормон, обладающий антиоксидантными и росторегулирующими свойствами, способный повышать устойчивость растений к стрессам.

ДТПА Fe (дизителентриаминпентаацетат железа) — хелатная форма железа, широко применяемая в качестве микроудобрения для предотвращения и коррекции железодефицитных состояний у растений.

Совместное действие мелатонина и микроудобрений ранее не изучалось, несмотря на потенциальный синергизм их эффектов.

В частности, мелатонин может усиливать усвоение железа за счёт стимуляции роста корневой системы, а также снижать окислительный стресс, возникающий при нарушении минерального питания [1–4]. Проведённое исследование заключается в комплексной оценке влияния мелатонина и ДТПА Fe на рост, фотосинтетическую активность и стрессоустойчивость огурца в условиях искусственно созданного дефицита железа. Опыт проводился методом песчаной культуры, при котором растения выращиваются на инертном субстрате (кварцевый песок) с контролируемым составом питательного раствора. Этот подход позволяет исключить влияние почвенных факторов и целенаправленно моделировать дефицит элементов питания, повышая отзывчивость растений на вносимые препараты.



Цель исследования — изучить влияние мелатонина и ДТПА Fe, применяемых индивидуально и совместно, на ростовые, фотосинтетические показатели и физиолого-биохимические показатели стресса огурца в условиях искусственного железодефицита.

Полученные данные могут быть использованы для разработки новых комбинированных препаратов, сочетающих свойства микроудобрений и биостимуляторов, что особенно важно для интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Методика проведения опыта. Исследование совместного применения мелатонина и ДТПА Fe проводили в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Исследуемая культура — огурец (*Cucumis sativus* L., 1753) сорта Кураж F1. Был заложен вегетационный опыт на песчаной культуре, в котором для обеспечения повышения отзывчивости растений на вносимый ДТПА Fe был создан искусственный дефицит железа в питательном субстрате. Схема опыта включала следующие варианты:

1. контроль, обработка дистиллированной водой;
2. обработка семян раствором мелатонина 1 мг/л и вегетирующих растений двукратно в фазы полного раскрытия 1-го и 3-го листа раствором мелатонина 25 мг/л;
3. обработка семян раствором ДТПА Fe 1 г/л и вегетирующих растений двукратно в фазы полного раскрытия 1-го и 3-го листа раствором ДТПА Fe 1 г/л;
4. обработка семян раствором мелатонина 1 мг/л и ДТПА Fe 1 г/л и вегетирующих растений двукратно в фазы полного раскрытия 1-го и 3-го листа раствором мелатонина 25 мг/л и ДТПА Fe 1 г/л.

Повторность в опыте четырёхкратная.

Опытные растения огурца выращивали на песчаном субстрате, заправленном питательным раствором. В качестве субстрата использовали

очищенный кварцевый песок фракции 0,4-0,8 мм. Содержание легкорастворимых солей, определённых в водной вытяжке методом кондуктометрии, составляло менее 2 мг/кг. Полная полевая влагоёмкость (ППВ) песка составила 19,5%.

Для опыта использовали пластиковые сосуды с перфорированным дном объёмом 2 л и поддоном. На дно сосуда помещали мелкоячеистую пластиковую сетку для закрепления песка. Перед набивкой сосудов 2000 г сухого песка предварительно увлажняли до 50% от ППВ питательным раствором, содержащим полный набор макро- и микроэлементов, за исключением железа (табл. 1). В качестве макрокомпонентов использовали химические реактивы с квалификацией чистоты «ч.» и выше. После набивки сосуда песок увлажняли дистиллированной водой до 95% от ППВ. Полив проводили регулярно (через каждые 1-2 дня) питательным раствором (50 мл за один полив) и дистиллированной водой до влажности песка 110-115% (т.е. часть поливных вод оставалась в поддоне).

Перед высевом семена огурца замачивали на сутки при температуре +25°C в испытуемых растворах в массовом соотношении 1:5 (семена: раствор) согласно схеме опыта. После обработки семена высевали в подготовленные сосуды по 6 штук. Глубина заделки составляла 3 см. В фазе полных всходов проводили прореживание растений, оставляя по 3 штуки в сосуде. Огурцы выращивали в фитотроне при температурном режиме +27°C/+23°C (день/ночь) и 14-часовом режиме освещения (с 5:00 до 19:00). В течение вегетации проводили обработку растений путём опрыскивания из пульверизатора до полного смачивания листовой поверхности испытуемыми растворами согласно схеме опыта. В ходе эксперимента регулярно проводили ротацию и рандомизацию сосудов.

Для оценки влияния испытуемых растворов на рост и развитие растений огурца проводили ряд измерений биометрических и физиолого-биохимических параметров. Биометрические измерения проводили в конце эксперимента.

Проводили определение суммарной площади листовых пластин (площадь одного листа определяли по формуле: $S = 0,75 \cdot \text{длина} \cdot \text{ширина}$), количества листьев, определяли сырую и воздушно-сухую биомассу и влажность листовых пластин, суммарную длину стеблей и суммарное количество междоузлий, суммарную длину гипокотилей, сырую и воздушно-сухую биомассу и влажность стеблей, воздушно-сухую биомассу корней. Биометрические параметры выражались на количество растений в сосуде (на 3 шт.)

Определение фотосинтетических параметров и физиолого-биохимических параметров стресса проводили в течение последних 10 дней эксперимента. Параметры протекания фотосинтеза определяли методом PAM-флуориметрии. Были измерены следующие параметры: F_{max}/F_m — максимальный квантовый выход фотосистемы II, $Y(II)$ — эффективный квантовый выход фотосистемы II, соответствующий доле световой энергии, расходуемой на протекание фотохимических процессов в фотосистеме II, $Y(NPQ)$ — нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции — доля нефотохимических потерь, связанная с работой защитного механизма отвода избыточной солнечной энергии в хлоропластах, $Y(NO)$ — нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции — доля нефотохимических потерь световой энергии, связанная с физическим рассеиванием энергии, ETR — скорость работы электрон-транспортной цепи. Измерение и расчёт параметров проводили флуориметром Junior-PAM (Walz, GmbH) с приложением WinControl-3.29 после 12-ти часовой темновой адаптации в режиме «Act.-Yield». Измерение флуоресценции проводили на нижней лопасти адак-сиальной стороны первого листа.

Содержание фотосинтетических пигментов определяли в ацетоновой вытяжке после экстракции на спектрофотометре Helios Omega UV-VIS (Thermo Fisher Scientific Inc.). Содержание хлорофиллов А, В и каротиноидов рассчитывали с помощью эмпирического уравнения Хольма-Веттштейна. Содержание стабильных фотосинтетических пигментов определяли после выдерживания растительного образца в термостате при температуре 56°C.

Уровень перекисного окисления липидов определяли по количеству продуктов реакции с тиобарбитуровой кислотой (содержанию малонового диальдегида) фотометрическим методом на спектрофотометре Helios Omega. Активность каталазы определяли методом перманганатометрического титрования по скорости разложения перекиси водорода. Содержание водорастворимых углеводов определяли на спектрофотометре Helios Omega методом Дюбуа в модификации для УФ-спектрофотометрии. Содержание пигментов, малонового диальдегида, активность каталазы и водорастворимых углеводов проводили во 2-4 листе, а результат выражали в пересчёте на воздушно-сухое вещество. Индекс стабильности клеточных мембран оценивали по соотношению удельной электропроводности настоя растительного материала при 40 °C (1 час) и после кипячения: $ИСКМ[\%] = 1 - C_{40^\circ C} / C_{100^\circ C}$. Усреднённое водопотребление рассчитывали, как количество поливных вод, нормированное на продолжительность вегетации.

Полученные результаты обрабатывали методом двухфакторного дисперсионного анализа со взаимодействием в программе MS Excel при уровне значимости 0,05.

Таблица 1. Состав питательного раствора для проведения опыта на песчаной культуре [5]
Table 1. Composition of the nutrient solution for conducting an experiment on a sand culture [5]

Элементный состав:	мг/л	Актуальный состав:	мг/л
Макрокомпоненты:			
Азот (N)	216		
– аммонийный	43,3	Аммоний азотнокислый, х.ч. (NH_4NO_3)	247,7
– нитратный	172,7	Калий фосфорнокислый 1-замещенный, ч.д.а. (KH_2PO_4)	254,8
Фосфор (P_2O_5)	132,9	Калий сернокислый, ч.д.а. (K_2SO_4)	466,8
Калий (K_2O)	344,5	Кальций азотнокислый, ч. ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)	757,4
Сера (S)	330	Магний сернокислый 7-водный, х.ч. ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	1876,1
Кальций (Ca)	185	Микрокомпоненты:	
Магний (Mg)	185	Микроудобрение, Марганца ЭДТА, 13% (Mn-EDTA)	15,2
Железо (Fe)	0	Микроудобрение, Цинка ЭДТА, 15% (Zn-EDTA)	6,5
Марганец (Mn)	1,97	Микроудобрение, Меди ЭДТА, 15% (Cu-EDTA)	0,47
Цинк (Zn)	0,98	Микроудобрение, Метаборат калия, 10,1% (KBO_2)	6,9
Медь (Cu)	0,07	Микроудобрение, Аммоний молибденовокислый, 52% ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	0,096
Бор (B)	0,7	pH = 6,7	
Молибден (Mo)	0,05		



Результаты проведённых исследований и их обсуждение.

Результаты наблюдений за вегетацией и прохождением фазофаз огура.

Длительность вегетации растений огура с момента посева составила 36 дней. На 5 день после посева отмечена фаза полных всходов. Всхожесть составила 99%, всходы дружные. Фаза полного раскрытия 1-го листа наступила на 12 день после сева. К моменту окончания опыта растения достигли фазы полного раскрытия 6-го листа и начала цветения. За весь период наблюдений на растениях не отмечено визуальных признаков наличия патогенов и хлорозов за исключением железистого хлороза, признаки которого начали проявляться на 26 день после сева и манифестировали на 28 день. К этому моменту растения достигли фазы полного раскрытия 5-го и начала раскрытия 6-го листа.

Результаты измерения биометрических параметров и массы растений.

В результате применения испытуемых растворов мелатонина и ДТПА Fe не удалось установить однозначного характера их влияния на развитие листовой поверхности (табл. 2). На варианте с применением мелатонина у растений огура отмечалось незначительное увеличение площади листовой поверхности на 3,9% по сравнению с контролем и увеличение в среднем на 1 на 3 растения количества листьев. При этом отмечалось снижение сырой биомассы листовых пластин, а воздушно-сухая была выше контроля на 12,8%. На фоне применения ДТПА Fe количество листьев (в пересчёте на 3 растения) также в среднем увеличилось на 1, но их суммарная площадь уменьшилась на 2,5% к контролю. Также отмечено снижение сырой биомассы листовых пластин на 8,1%, но воздушно-сухая биомасса, наоборот, показала рост на 10,1%. Совместное применение мелатонина и ДТПА Fe позволило получить максимально крупные листья и максимальное их количество (суммарная площадь превышала контроль на 8,0% на этом варианте). При этом в данном случае также отмечалось снижение сырой биомассы листовых пластин к контролю, но, с другой стороны, наибольшее значение воздушно-сухой биомассы среди всех вариантов. Приращение воздушно-сухой биомассы листьев у растений на варианте с совместным применением испытуемых препаратов составило 14,2% к контролю. Результаты дисперсионного анализа показывают, что статистически значимая связь отмечается между обработкой раствором мелатонина и площадью листьев. Также в отношении этого показателя статистически значим синергический эффект от совместного применения испытуемых препаратов. Снижение сырой биомассы листовых пластин на фоне увеличения воздушно-сухой биомассы, по-видимому, свидетельствует о снижении содержания влаги в тканях. Учитывая, что расчётные значения влажности листовых пластин между вариантами опыта достаточно близки друг к другу (85,2-86,2%), обнаруженное снижение сырой массы листьев трудно считать показательным, хотя оно и является статистически значимым. Рост количества листовых пластин и их сухой биомассы на варианте с применением ДТПА Fe в целом может быть объяснён компенсацией дефицита этого микроэлемента. А поскольку максимальные показатели размеров, количества и сухой биомассы листьев получены на варианте с совместным применением мелатонина и ДТПА Fe, можно угадать

тенденцию в проявлении синергизма между этими компонентами.

Влияние испытуемых препаратов на биометрические параметры и биомассу стеблей выражено ярче (табл. 3). Так, на фоне применения мелатонина отмечается увеличение количества междоузлий на 4,0% к контролю, длины гипокотилей на 27,0%, суммарной длины стеблей на 14,6%, сырой биомассы на 6,6%. Так же прирост всех биометрических параметров и биомассы стеблей, однако менее значительный, отмечается на варианте с применением ДТПА Fe. Здесь прирост длины стеблей к контролю составил 12,1%, а сырой биомассы 7,2%. На варианте с совместным применением мелатонина и ДТПА Fe

размеры и биомасса стеблей значительно превосходят контроль, однако по ряду параметров количественно уступают вариантам с индивидуальным применением препаратов. Методом дисперсионного анализа при уровне значимости 0,05 выявляется наличие взаимосвязи суммарной длины гипокотилей и суммарной длины стеблей с применением мелатонина. Кроме того, статистически значимой является компонента от взаимодействия препаратов в приращении длины гипокотилей, стеблей и сырой биомассы листовых пластин.

Измерение массы корневой системы (табл. 4) показало, что на фоне применения мелатонина отмечается рост корневой системы на 15,6%

Таблица 2. Биометрические параметры и биомасса листовых пластин огура*
Table 2. Biometric parameters and biomass of cucumber leaf blades*

Вариант	Площадь, см ²	Количество, шт.	Сырая масса, г	Воздушно-сухая масса, г	Влажность, %
Среднее ± стандартное отклонение					
Контроль	1 645 ± 31	19 ± 1	28,17 ± 1,11	3,40 ± 0,29	85,7 ± 1,3
МТ	1 709 ± 16	20 ± 1	26,23 ± 0,59	3,84 ± 0,29	86,2 ± 0,7
ДТПА Fe	1 604 ± 34	19 ± 2	25,90 ± 0,76	3,74 ± 0,04	86,2 ± 0,2
МТ + ДТПА Fe	1 777 ± 38	20 ± 1	25,99 ± 0,46	3,88 ± 0,13	85,2 ± 0,9
Результаты дисперсионного анализа					
НСР ₀₅	47	2	1,19	0,34	1,4
p (МТ)	<0,001	0,134	0,033	0,022	0,557
p (ДТПА Fe)	0,391	0,504	0,007	0,099	0,547
p (взаимод.)	0,004	0,822	0,022	0,203	0,121

* в пересчёте на 3 растения.

Таблица 3. Биометрические параметры и биомасса стеблей огура*
Table 3. Biometric parameters and biomass of cucumber stems*

Вариант	Суммарная длина гипокотилей, см	Суммарная длина стеблей, см	Суммарное количество междоузлий, шт.	Сырая масса, г	Воздушно-сухая масса, г	Влажность, %
Среднее ± стандартное отклонение						
Контроль	23,5 ± 1,5	117,8 ± 6,2	25 ± 1	23,19 ± 0,57	2,03 ± 0,06	91,5 ± 0,0
МТ	29,8 ± 1,2	135,0 ± 5,4	26 ± 1	24,71 ± 0,61	1,93 ± 0,17	91,5 ± 0,4
ДТПА Fe	25,5 ± 0,4	132,0 ± 6,9	26 ± 2	24,86 ± 0,58	1,88 ± 0,10	91,7 ± 0,2
МТ + ДТПА Fe	27,0 ± 1,8	131,0 ± 3,5	27 ± 2	24,19 ± 0,34	1,89 ± 0,02	91,6 ± 0,3
Результаты дисперсионного анализа						
НСР ₀₅	2,0	8,7	3	0,83	0,16	0,4
p (МТ)	<0,001	0,014	0,289	0,140	0,395	0,681
p (ДТПА Fe)	0,537	0,093	0,289	0,054	0,097	0,134
p (взаимод.)	0,003	0,007	0,999	0,001	0,275	0,806

* в пересчёте на 3 растения.

Таблица 4. Биомасса корней огура и биометрические соотношения
Table 4. Biomass of cucumber roots and biometric ratios

Вариант	Воздушно-сухая масса корней, г	Соотношение воздушно-сухих масс листьев и стеблей	Соотношение содержания воды в листьях и стеблях	Соотношение воздушно-сухих масс надземных органов и корней
Среднее ± стандартное отклонение				
Контроль	1,33 ± 0,13	1,99 ± 0,09	1,06 ± 0,06	3,74 ± 0,32
МТ	1,53 ± 0,11	1,73 ± 0,16	1,02 ± 0,04	3,52 ± 0,15
ДТПА Fe	1,44 ± 0,06	1,94 ± 0,06	1,00 ± 0,01	3,83 ± 0,08
МТ + ДТПА Fe	1,13 ± 0,01	1,97 ± 0,04	1,02 ± 0,02	4,97 ± 0,32
Результаты дисперсионного анализа				
НСР ₀₅	0,14	0,15	0,06	0,37
p (МТ)	0,275	0,041	0,650	0,002
p (ДТПА Fe)	0,009	0,081	0,151	<0,001
p (взаимод.)	<0,001	0,011	0,211	<0,001





к контрольному варианту. На варианте с применением ДТПА Fe, также отмечается увеличение массы корневой системы, но несколько меньшее — 8,6% к контролю. При совместном применении испытуемых препаратов направление динамики роста корней обращается на противоположное. При этом, методом дисперсионного анализа выявляется статистическая значимость антагонистического эффекта мелатонина и ДТПА Fe в отношении роста корней.

Анализ соотношения различных биометрических параметров (табл. 4) может быть информативным, поскольку даёт представление не об абсолютной, а об относительной динамике роста и перераспределении вещества внутри растительного организма. У всех растений опытных вариантов отмечается сдвиг соотношения содержания воды и сухого вещества в листьях и стеблях в меньшую сторону по отношению к контрольным растениям. То есть наблюдается преимущественный рост стеблей, по отношению к листьям. При этом наименьшее соотношение содержания влаги в листьях к содержанию в стеблях отмечается на варианте с применением мелатонина — на 13,2% к контролю. Результаты дисперсионного анализа показывают, что изменения в перераспределении влаги в растении не имеют высокой статистической значимости, в то время как изменения в перераспределении сухого вещества между

стеблями и листьями с высокой долей вероятности связаны с обработками ($p = 0,011-0,081$).

Соотношение воздушно-сухих биомасс надземных органов и корней обнаруживает тренд к снижению только на фоне применения мелатонина индивидуально. Снижение составило 6,0% к контролю. На варианте с применением ДТПА Fe это соотношение незначительно выросло — на 2,2%, а при совместном применении хелата железа с мелатонином соотношение выросло на 32,9%. При этом все эффекты статистически значимы при уровне 0,05. Таким образом, полученные данные демонстрируют преимущественную стимуляцию роста корневой системы на фоне обработки мелатонином и изменение знака эффекта на противоположный при добавлении ДТПА Fe.

Результаты оценки параметров фотосинтетического аппарата.

Содержание и стабильность хлорофиллов и каротиноидов в листьях являются важными индикаторами работы фотосинтетического аппарата и продуктивности растений. Проведённый химический анализ показал, что на варианте с применением мелатонина в листьях огурца содержание хлорофиллов групп А и В практически не отличалось от контроля, а содержание каротиноидов было выше на 27,0% (табл. 5). На остальных вариантах, где применялся ДТПА Fe отдельно или совместно с мелатонином содержание всех групп фотосинтетических пигментов было ниже контроля на 9,4-14,5%. Вероятно, динамика содержания хлорофиллов не

обусловлена действием мелатонина и ДТПА Fe. Проведённый дисперсионный анализ не позволил установить хоть сколько-нибудь надёжной связи между исследуемыми факторами и показателями. Но при этом статистически значимая взаимосвязь выявляется между содержанием каротиноидов и обработками ДТПА Fe.

Влияние испытуемых препаратов на стабильность хлорофиллов и каротиноидов носит положительный характер. В контрольном варианте индекс стабильности хлорофиллов обеих групп был на уровне 84,3-89,8%. На фоне применения всех испытуемых препаратов, как индивидуально, так и совместно, индекс стабильности хлорофиллов был более 92%. При этом наибольшие значения этот параметр принимал именно на вариантах с совместной обработкой и достигал 99% и более. Та же самая динамика наблюдалась в отношении каротиноидов. При значении в контроле индекса стабильности в 88,8% на опытных вариантах он повышался до 94,4-99,9% с максимумом на варианте с совместной обработкой. Результаты дисперсионного анализа показывают, что эффект от обработок ДТПА Fe, связанный с повышением индекса стабильности всех групп пигментов, является статистически значимым при уровне 0,05. Также, высока вероятность наличия синергического эффекта с мелатонином.

Результаты измерения и анализа флуоресценции фотосистемы II в первом приближении вступают в противоречие с результатами анализа фотосинтетических пигментов (табл. 6). На фоне применения мелатонина, как индивидуально, так и в сочетании с ДТПА Fe, отмечалось снижение максимального квантового выхода фотосистемы II (F_v/F_m) на 1,8-2,6% по сравнению с контрольными растениями. При этом, результаты дисперсионного анализа показали высокую степень достоверности ($p < 0,001$) связи этого показателя с обработкой мелатонином. Также отмечался рост квантового выхода нефотохимического нерегулируемого тушения флуоресценции ($Y(NO)$) на 9,3% к контролю при индивидуальном применении мелатонина. Снижение параметра F_v/F_m и повышение $Y(NO)$ зачастую связаны с повреждением реакционных центров в результате фотоингибирования и окислительного стресса. Однако, следует отметить, что в целом значения максимального квантового выхода фотосистемы II на всех вариантах опыта являются в достаточной степени высокими и характерны для здоровых растений, не находящихся в стрессе [6].

Кроме того, на фоне применения мелатонина значительно снижалась эффективность работы фотосистемы II, что выражалось в уменьшении по сравнению с контролем её эффективного квантового выхода ($Y(II)$) на 36,2% и на 36,1% скорости работы электрон-транспортной цепи при индивидуальном применении. В отношении этих показателей также достаточно надёжно выявляется связь с обработкой мелатонином ($p = 0,023$). В тоже время, добавление ДТПА Fe к раствору мелатонина приводит к тому, что снижение указанных параметров становится не таким значительным. В этом случае компонента, связанная с взаимодействием эффектов двух препаратов, также имеет высокую статистическую значимость. Наличие связи обработки мелатонином с нефотохимическим регулируемым тушением флуоресценции ($Y(NPQ)$) не подтверждается дисперсионным анализом.

Таблица 5. Содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях огурца
Table 5. Content of chlorophylls and carotenoids in cucumber leaves

Вариант	Содержание пигментов, мг/г Индекс стабильности, %					
	Хлорофиллы А		Хлорофиллы В		Каротиноиды	
Среднее ± стандартное отклонение						
Контроль	9,0 ± 0,7	89,8	3,9 ± 0,3	84,3	2,3 ± 0,2	88,8
МТ	9,2 ± 1,4	93,2	3,9 ± 0,6	97,3	2,9 ± 0,3	94,4
ДТПА Fe	8,2 ± 0,3	99,6	3,5 ± 0,3	96,8	2,1 ± 0,2	99,8
МТ + ДТПА Fe	8,0 ± 2,0	99,9	3,3 ± 0,9	99,0	2,0 ± 0,5	99,9
Результаты дисперсионного анализа						
НСР ₀₅	2,0	10,5	0,9	5,7	0,5	8,6
p (МТ)	0,967	0,593	0,787	0,001	0,122	0,327
p (ДТПА Fe)	0,131	0,032	0,130	0,002	0,002	0,012
p (взаимод.)	0,765	0,650	0,788	0,013	0,043	0,341

Таблица 6. Параметры протекания фотосинтеза в листьях огурца, определённые методом ПАМ-флуориметрии
Table 6. Parameters of photosynthesis in cucumber leaves, determined by PAM fluorimetry.

Вариант	F_v/F_m	$Y(II)$	$Y(NPQ)$	$Y(NO)$	ETR
Среднее $\pm$ стандартное отклонение					
Контроль	0,770 $\pm$ 0,002	0,217 $\pm$ 0,021	0,344 $\pm$ 0,020	0,501 $\pm$ 0,029	38,2 $\pm$ 3,8
МТ	0,756 $\pm$ 0,006	0,138 $\pm$ 0,037	0,341 $\pm$ 0,023	0,547 $\pm$ 0,026	24,4 $\pm$ 6,6
ДТПА Fe	0,773 $\pm$ 0,005	0,216 $\pm$ 0,008	0,279 $\pm$ 0,012	0,493 $\pm$ 0,013	38,1 $\pm$ 1,3
МТ + ДТПА Fe	0,750 $\pm$ 0,005	0,210 $\pm$ 0,048	0,294 $\pm$ 0,013	0,471 $\pm$ 0,024	37,0 $\pm$ 8,4
Результаты дисперсионного анализа					
НСР ₀₅	0,007	0,050	0,027	0,037	8,8
p (МТ)	<0,001	0,023	0,522	0,330	0,023
p (ДТПА Fe)	0,463	0,049	<0,001	0,004	0,050
p (взаимод.)	0,088	0,044	0,337	0,014	0,045

Примечание:

F_v/F_m — Максимальный квантовый выход ФС II;

$Y(II)$ — Эффективный квантовый выход ФС II;

$Y(NPQ)$ — Квантовый выход нефотохимического регулируемого тушения флуоресценции;

$Y(NO)$ — Квантовый выход нефотохимического нерегулируемого тушения флуоресценции;

ETR — Скорость электрон-транспортной цепи, мМоль эл./($m^2 \cdot c$).



Применение ДТПА Fe индивидуально не повлияло существенно на параметры Fv/Fm и Y(NO). На уровне контроля оставалось значение эффективного квантового выхода фотосистемы II, а параметр Y(NPQ) значительно снизился — на 18,8% к контролю при индивидуальном применении и на 14,5% совместно с мелатонином. Влияние ДТПА Fe на нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции имело очень высокую статистическую значимость ($p < 0,001$). Такая динамика показывает, что больше солнечной энергии направляется на фотохимические реакции, нежели рассеивается в виде тепла. Поскольку железо принимает активное участие как в синтезе хлорофилла, так и в работе фотосинтеза, подобная динамика ожидаема. Наличие синергического или антагонистического характера взаимодействия между испытываемыми препаратами не удалось установить статистическими методами.

Результаты определения физиолого-биохимических параметров стресса у огурца.

Изучение физиолого-биохимических параметров стресса, вызванного дефицитом железа, у растений огурца (табл.7) показало, что опытные растения, вероятно, не испытывают стресс. Исходя из наших предыдущих наблюдений и экспериментов для стрессированных растений огурца характерны более высокие показатели содержания малонового диальдегида (около 0,8-1,0 мкмоль/г), более интенсивное накопление водорастворимых углеводов в листьях (около 300-500 мг/г), высокая каталазная активность (до 400-500 мл O_2 /(г·мин)) и снижение стабильности клеточных мембран (ниже 90%).

Выраженного влияния обработок испытываемыми препаратами на содержание малонового диальдегида не прослеживается. Во всех опытных вариантах значения находятся несколько ниже контроля, однако высокая изменчивость показателя не позволяет установить статистически значимых эффектов.

Содержание водорастворимых углеводов в листьях обработанных растений оказалось выше, чем в контроле. При этом на фоне применения мелатонина превышение составило 25,4%, на фоне ДТПА Fe — 24,1%, а на фоне совместного применения двух препаратов — 57,2%. Кроме того, с помощью дисперсионного анализа удалось установить надёжную связь этого показателя с обработками растений мелатонином или ДТПА Fe индивидуально.

Под влиянием обработок наблюдалось изменение активности каталазы в листьях. На фоне применения мелатонина активность каталазы снизилась на 15,5% к контролю, а на фоне применения ДТПА Fe наоборот отмечено повышение активности каталазы на 4,4% к контролю. Результаты дисперсионного анализа показывают, что эффекты как от применения препаратов, так и от их взаимодействия являются статистически значимыми при уровне 0,05.

Стабильность клеточных мембран практически не изменилась под действием испытываемых препаратов и была достаточно высокой во всех вариантах опыта — 91,0-92,3%. Максимальное значение этого показателя отмечено на варианте с совместным применением мелатонина и ДТПА Fe.

На фоне обработок изменялось усреднённое суточное водопотребление растений огурца. На вариантах с применением ДТПА Fe отмечается увеличение водопотребления на 2,6-3,6% к контролю. При этом вероятность наличия связи в изменении этого показателя с ДТПА Fe очень высокая ($p = 0,001$). Скорее всего, увеличение водопотребления связано с интенсификацией процессов жизнедеятельности в результате компенсации дефицита. Связь динамики водопотребления с мелатонином не выявляется.

Обсуждение результатов.

Отзывчивость растений на применение микроудобрений в значительной степени зависит от исходной обеспеченности субстрата соответствующим микроэлементом. Наблюдения за растениями показали, что в рамках эксперимента удалось спровоцировать искусственный дефицит железа — на растениях появились характерные для железистого дефицита хлорозы (специфическое побеление семядолей и листовых пластин). Однако, это не привело к видимой задержке роста и развития растений. Применение ДТПА Fe фолиарно не вызвало значительных изменений в биометрических показателях у обработанных растений по сравнению с контрольными. У растений, которые были обработаны микроудобрением отмечалось увеличение сухой биомассы листовых пластин, а также прослеживалась тенденция к усилению роста стеблей. Рост корневой системы на фоне применения ДТПА Fe несколько усилился, однако анализ соотношений показал это связано скорее с общим увеличением размеров, нежели с преимущественной стимуляцией роста. Здесь

следует упомянуть, что, как правило, на фоне дефицита элементов питания, наблюдается усиление роста корневой системы для увеличения области питания. При восполнении этого дефицита, рост корневой системы должен замедляться. Противоречивую тенденцию можно объяснить тем, что железо применяется фолиарно. Этот элемент обладает низкой подвижностью во флоэме и, по-видимому, не перераспределялся в корни в достаточных количествах. У растений на этом варианте опыта в тканях листовых пластин не отмечено значимых изменений в содержании фотосинтетических пигментов, однако повысилась доля их стабильной фракции. При оценке параметров протекания фотосинтеза, у растений, обработанных ДТПА Fe не изменялся эффективный квантовый выход фотосистемы II, но наблюдалось снижение нефотохимического регулируемого тушения флуоресценции, что может свидетельствовать о повышении толерантности к оксидативному стрессу у фотосинтетического аппарата. Показатели стрессового состояния растений в целом показывали слабую тенденцию к снижению по сравнению со значениями у контрольных растений. Но в тоже время наблюдалось значительное накопление углеводов в листьях, что говорит в пользу повышения продуктивности и эффективности фотосинтеза.

Применение мелатонина индивидуально значительно повлияло на рост листьев, что выразилось в увеличении площади листовых пластин и их количества. Наблюдалось положительное влияние на рост стеблей — их длины и массы. При этом рост стеблей на фоне мелатонина был более интенсивным, чем рост листьев. Приорит, как абсолютный, так и относительный, отмечен у корневой системы. Всё это указывает на наличие ростостимулирующих и росторегулирующих свойств у мелатонина. Кроме того, отмечено положительное влияние на содержание и стабильность фотосинтетических пигментов. Но, с другой стороны, результаты РАМ-флуориметрии говорят о снижении эффективности фотосинтеза у растений, обработанных мелатонином по сравнению с контролем. Данные результаты вступают в очевидное противоречие с динамикой других показателей, но этому противоречию можно дать объяснение: нефотохимическое тушение флуоресценции вызывается накоплением и связыванием с антенными комплексами фотосистемы II каротиноидов, которые приводят к изменению конформации антенных протеинов и усилению рассеивания световой энергии [7]. У опытных растений, обработанных мелатонином, наблюдалось наибольшее содержание каротиноидов и высокая доля их стабильной фракции по сравнению с растениями другими на других вариантах. Также наблюдалось снижение максимального квантового выхода фотосистемы II (Fv/Fm) и рост нефотохимического нерегулируемого тушения флуоресценции (Y(NPQ)). Одним из механизмов, описанных в литературе [8], в результате которого реализуется подобная динамика, является образование устойчивых комплексов антенных белков фотосистемы II с каротиноидами, в частности, зеаксантином и лютеином. Исходя из этого предположения, полученные результаты не следует интерпретировать как снижение эффективности фотосинтетического аппарата. Данный способ объяснения можно рассматривать как возможный, но для его подтверждения требуются дополнительные исследования. Кроме того, в пользу повышения эффективности

Таблица 7. Физиолого-биохимические параметры стресса у огурца
Table 7. Physiological and biochemical parameters of stress in cucumber

Вариант	МДА*, мкмоль/г	Содержание водораствори- мых углево- дов**, мг/г	Активность каталазы, мл O_2 /(г·мин)	Индекс стабильности клеточных мембран, %	Усреднённое водопотребле- ние, мл/сут.
Среднее $\pm$ стандартное отклонение					
Контроль	0,65 $\pm$ 0,08	208,0 $\pm$ 3,8	208 $\pm$ 5	91,4 $\pm$ 0,1	94,2 $\pm$ 0,3
МТ	0,60 $\pm$ 0,03	260,9 $\pm$ 9,0	176 $\pm$ 7	91,1 $\pm$ 0,7	93,6 $\pm$ 2,5
ДТПА Fe	0,59 $\pm$ 0,04	258,1 $\pm$ 2,2	218 $\pm$ 2	91,0 $\pm$ 0,3	97,6 $\pm$ 1,3
МТ + ДТПА Fe	0,52 $\pm$ 0,15	326,9 $\pm$ 16,8	201 $\pm$ 8	92,3 $\pm$ 0,5	96,7 $\pm$ 0,5
Результаты дисперсионного анализа					
НСР ₀₅	0,14	15,1	9	0,7	0,0
p (МТ)	0,202	<0,001	<0,001	0,054	0,300
p (ДТПА Fe)	0,118	<0,001	<0,001	0,111	0,001
p (взаимод.)	0,871	0,129	0,018	0,006	0,856

*Продукты реакции с тиобарбитуровой кислотой (малоновый диальдегид).

**В пересчёте на глюкозу.





работы фотосинтеза говорит накопление в тканях листьев водорастворимых углеводов на этом варианте. Параметры стрессового состояния растений под влиянием обработки мелатонином в целом слабо изменились — содержание малонового диальдегида и индекс стабильности мембран были незначительно ниже контроля. Однако наблюдалось статистически значимое снижение активности каталазы. Известно [4, 9], что мелатонин способствует повышению активности антиоксидантных ферментов, однако при интерпретации результатов важен временной фактор. Активность каталазы измерялась через несколько дней после обработки. Её активность регулируется в первую очередь уровнем перекиси водорода в листьях, которая также является сигнальной молекулой возникновения оксидативного стресса. Запуск каскада реакций ответа также включает мелатонин. Фоновый уровень активности каталазы на момент анализа был довольно низок, что не говорит в пользу наличия стресса у растений. Это может быть связано с тем, что условия выращивания огурца не являлись неблагоприятными или, что за период между обработкой растений и анализом могла произойти адаптация защитных систем растений под влиянием мелатонина, что в дальнейшем привело к снижению фонового содержания перекиси и других активных форм кислорода, а это в свою очередь отразилось на активности каталазы.

Совместное применение мелатонина и ДТПА Fe продемонстрировало наличие синергического эффекта этих двух препаратов в отношении роста надземных вегетативных органов, главным образом листовых пластин. Однако, на этом же варианте произошло заметное снижение как абсолютной, так и относительной массы, корневой системы. Как уже было упомянуто, динамика роста корневой системы находится в обратной связи с обеспеченностью элементами питания. В текущем эксперименте, добавление мелатонина к ДТПА Fe, позволило добиться ожидаемой динамики, которая не была получена на фоне индивидуального применения железосодержащего микроудобрения. Возможно, мелатонин влияет на мобильность железа внутри растения, однако эта гипотеза требует отдельных исследований для подтверждения. Некоторые сведения о способности мелатонина влиять на мобильность элементов питания имеются в научной литературе [10, 11]. Синергический эффект от применения двух препаратов не удалось установить в отношении содержания пигментов и параметров протекания фотосинтеза, определённых методом РАМ-флуориметрии. При этом динамика последних очень похожа на таковую у растений, которые обрабатывали мелатонином

индивидуально. Также, отмечен рост индекса стабильности всех пигментов, причём максимальные значения этого показателя — более 99% были именно на этом варианте. Некоторый синергический эффект наблюдался в накоплении водорастворимых углеводов. Его наличие скорее следует признать, поскольку он сопровождается увеличением ассимиляционной поверхности и накоплением сухого вещества в листьях. На варианте с совместной обработкой содержание углеводов в листьях огурца было максимальным по опыту. Физиолого-биохимические параметры стресса находились на уровне контроля.

Заключение. Применение мелатонина способствовало увеличению длины стеблей, количества междоузлий и биомассы корневой системы, что свидетельствует о его ростостимулирующем действии. Однако влияние на листовую аппарат было менее выраженным: отмечалось увеличение площади листьев при снижении их сырой массы. Это указывает на то, что мелатонин может влиять на перераспределение ассимилянтов между органами растения. Несмотря на повышение индекса стабильности фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов), обработка мелатонином привела к снижению максимального и эффективного квантового выхода фотосистемы II. Это может быть связано с усилением нефотохимического тушения флуоресценции, обусловленного накоплением каротиноидов. На повышение интегральной эффективности фотосинтеза указывает увеличение продукции углеводов. В то же время мелатонин не вызывал значимых изменений в физиолого-биохимических показателях оксидативного стресса.

Обработка ДТПА Fe способствовала увеличению воздушно-сухой биомассы листьев, а также приросту длины стеблей. При этом наблюдалось увеличение массы корневой системы, что возможно связано со способом применения препарата. Внесение ДТПА Fe положительно сказалось на работе фотосинтетического аппарата: снизилось нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции (Y(NPQ)) и повысился индекс стабильности всех групп фотосинтетических пигментов. Это указывает на повышение эффективности использования световой энергии. Кроме того, отмечено повышение накопления водорастворимых углеводов в листьях и увеличение водопотребления, что дополнительно говорит об усилении фотосинтетической активности. Показатели стресса остались близкими к контролю.

Совместное использование мелатонина и ДТПА Fe привело к выраженной стимуляции ростовых процессов и по ряду биометрических

показателей выявляется синергический эффект. Синергический эффект также прослеживается в отношении продукционных процессов, что подтверждается накоплением максимального количества углеводов в листьях и максимальными значениями индекса стабильности фотосинтетических пигментов на варианте с совместным применением препаратов. Однако, параметры работы фотосистемы II соответствовали динамике, характерной для обработки мелатонином индивидуально, что позволяет предположить доминирование в его влиянии на фотосинтетические процессы.

Таким образом, совместная обработка мелатонином и ДТПА Fe может стать перспективным приёмом повышения продуктивности огурца и повышения эффективности железосодержащих микроудобрений.

Список источников

1. Cai H. Melatonin—Angel of plant growth regulation and protection / H. Cai, J. Li, J. Li // *Advanced Agrochem.* 2025. № 2. P. 114-122.
2. Melatonin Promotes Seed Germination via Regulation of ABA Signaling Under Low Temperature Stress in Cucumber / H. Zhang [et al.] // *Journal of Plant Growth Regulation.* 2023. Vol. 42. № 4. P. 2232-2245.
3. Melatonin-Mediated Abiotic Stress Tolerance in Plants / W. Zeng [et al.] // *Frontiers in Plant Science.* 2022. Vol. 13.
4. Кузнецов В.В. Фитомелатонин как элемент гормональной системы растений / В.В. Кузнецов, И.А. Бычков, Н.В. Кудрякова // *Физиология Растений.* 2024. Vol. 71. № 4. P. 377-397.
5. Benton J.J. J. Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower. Hydroponics / J.J. J. Benton. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2005. 438 p.
6. Insights into melatonin-induced photosynthetic electron transport under low-temperature stress in cucumber / P. Wu [et al.] // *Frontiers in Plant Science.* 2022. Vol. 13.
7. Ruban A.V. The Mechanism of Non-Photochemical Quenching in Plants: Localization and Driving Forces / A.V. Ruban, S. Wilson // *Plant and Cell Physiology.* 2021. Vol. 62. The Mechanism of Non-Photochemical Quenching in Plants. № 7. P. 1063-1072.
8. Maslova T.G. Functions of Carotenoids in Leaves of Higher Plants (Review) / T.G. Maslova, E.F. Markovskaya, N.N. Slemnev // *Biology Bulletin Reviews.* 2021. Vol. 11. № 5. P. 476-487.
9. Шибеева Т.Г. Фитомелатонин: обзор / Т.Г. Шибеева, Е.Ф. Марковская, А.В. Мамаев // *Журнал общей биологии.* 2017. Vol. 78. № 5. P. 46-62.
10. Melatonin-mediated ionic homeostasis in plants: mitigating nutrient deficiency and salinity stress / Md. Tahjib-Ul-Arif [et al.] // *Discover Plants.* 2025. Vol. 2. Melatonin-mediated ionic homeostasis in plants. № 1. P. 143.
11. A new perspective of melatonin in stress tolerance through regulation of nutrients / T. Seth [et al.] // *South African Journal of Botany.* 2023. Vol. 163. P. 316-329.

Информация об авторах:

Шаповал Ольга Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3375-527X>, shapoval.olga@yandex.ru

Мухина Мария Тимофеевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6210-592X>, mtmasm@mail.ru

Боровик Роман Андреевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов, to.roman@yahoo.com

Information about the authors:

Olga A. Shapoval, doctor of agricultural sciences, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3375-527X>, shapoval.olga@yandex.ru

Maria T. Mukhina, candidate of biological sciences, head of the laboratory for testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6210-592X>, mtmasm@mail.ru

Roman A. Borovik, candidate of biological sciences, researcher of the laboratory for testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides, to.roman@yahoo.com