

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: QPTSOP

ВЕСТНИК

**Воронежского государственного
аграрного университета**

Теоретический
и научно-практический
журнал

Том 18, 4(87) • 2025



ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: QPTSOP

ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

*Публикуются результаты фундаментальных и прикладных
исследований теоретико-методологических и практических
проблем в различных областях науки и практики
(прежде всего применительно к АПК),
предлагаются пути их решения*

Издается с 1998 года

Периодичность – 4 выпуска в год

**Том 18,
выпуск 4(87)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4

ВОРОНЕЖ
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – Агибалов А.В., заведующий кафедрой финансов и кредита, доктор экономических наук, профессор

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА – Запорожцева Л.А., министр экономического развития Воронежской области, профессор кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики, доктор экономических наук, профессор

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА – Дерканосова Н.М., проректор по учебной работе, заведующий кафедрой товароведения и экспертизы товаров, доктор технических наук, профессор

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), рег. № ПИ № ФС77-73529 от 24 августа 2018 г.

Подписной индекс 45154 объединенного каталога газет и журналов «Пресса России»

Вестник включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, № 433 по состоянию на 25.11.2025

По результатам Итогового распределения журналов, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, присвоена категория К1 с 01.01.2024 – № 98, ID 4887

Вестник Воронежского государственного аграрного университета принимает к публикации статьи по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

- 4.1.1.** Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки) (с 01.02.2022);
- 4.1.3.** Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки) (с 13.10.2022);
- 4.1.3.** Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки) (с 13.10.2022);
- 4.1.4.** Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки) (с 13.10.2022);
- 4.1.5.** Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (сельскохозяйственные науки) (с 13.10.2022);
- 4.3.1.** Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) (с 13.10.2022);
- 4.3.2.** Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки) (с 13.10.2022);
- 5.2.3.** Региональная и отраслевая экономика (экономические науки) (с 13.10.2022);
- 5.2.4.** Финансы (экономические науки) (с 01.02.2022).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Григорьева Людмила Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, старший научный сотрудник, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, директор Института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий имени И.В. Мичурина ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

Девятова Татьяна Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

Дедов Анатолий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Илларионов Александр Иванович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Князев Сергей Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, главный научный сотрудник лаборатории селекции ягодных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур».

Коржов Сергей Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Минакова Ольга Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией агроэкологических исследований свекловичных агроценозов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова».

Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Ноздрачева Раиса Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Образцов Владимир Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой растениеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Афонищев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Ахмадов Бахромджон Раджабович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, Таджикский аграрный университет имени Шириншо Шотемура.

Беляев Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Виноградов Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории электроснабжения и теплообеспечения ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

Гордеев Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры агроинженерии и электроэнергетики Инженерного института ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, доцент, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (Воронежская область).

Завражнов Анатолий Иванович, доктор технических наук, академик РАН, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры технологических процессов и техноферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Остриков Валерий Васильевич, доктор технических наук, профессор, и. о. директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве».

Закшевский Василий Георгиевич, доктор экономических наук, академик Российской академии наук, профессор, почетный работник агропромышленного комплекса России, руководитель Научно-исследовательского института экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района – филиала ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева».

Исмураев Сабит Борисович, доктор экономических наук, профессор, академик Казахской академии сельскохозяйственных наук, президент Костанайского инженерно-экономического университета им. М. Дулатова.

Пронская Ольга Николаевна, доктор экономических наук, доцент, декан инженерной школы (факультета) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет».

Радованович Лазар, доктор, профессор, декан экономического факультета Брчко, Восточно-Сараевский Университет.

Родионова Ольга Анатольевна, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по научной работе Всероссийского научно-исследовательского института организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства».

Смылова Ольга Юрьевна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и общегуманитарных дисциплин ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

Чиркова Мария Борисовна, доктор экономических наук, профессор, научный сотрудник лаборатории финансового менеджмента ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ – **Н.М. Грибанова**

Электронная версия и требования к статьям размещены на сайте <http://vestnik.vsau.ru>

Электронная версия журнала в формате XML/XML+PDF размещена на сайте Научной электронной библиотеки (НЭБ) <http://elibrary.ru>

Журнал включен в библиографическую базу данных научных публикаций российских ученых и Российский индекс научного цитирования статей (РИНЦ), Список RSCI на платформе Web of Science, а также базу данных Международной информационной системы по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям (AGRIS)

ISSN 2071-2243

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

Учредитель: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Почтовый адрес: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1
Тел.: +7(473) 253-81-68
E-mail: vestnik@srd.vsau.ru

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: QPTSOP

VESTNIK

OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY

THEORETICAL AND RESEARCH & PRACTICE JOURNAL
OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY
NAMED AFTER EMPEROR PETER THE GREAT

*Results of fundamental and applied researches of conceptual, methodological
and experimental issues in different spheres of science and practice
(preferably related to the Agro-Industrial Complex),
ways of solution are published in the journal*

Published since 1998
Periodicity – 4 issues per year

**Volume 18,
Issue 4(87)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4

VORONEZH
Voronezh SAU
2025

EDITOR-IN-CHIEF – **Agibalov A.V.**, Head of the Department
of Finance and Credit, Doctor of Economic Sciences, Full Professor

DEPUTY CHIEF EDITOR – **Zaporozhtseva L.A.**, Minister of Economic Development
of Voronezh Oblast, Professor at the Department of Economic Analysis, Statistics
and Applied Mathematics, Doctor of Economic Sciences, Full Professor

DEPUTY CHIEF EDITOR – **N.M. Derkanosova**, Vice-Rector for Academic Affairs,
Head of the Department of Merchandizing and Expert Examination of Goods,
Doctor of Engineering Sciences, Full Professor

The journal is registered by the Federal Service for Supervision
of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor),
the Mass Media Registration Certificate ПИ № ФС 77-73529 as of August 24, 2018

Subscription index of the United Catalogue of Periodicals 'Pressa Rossii' No. 45154

**Vestnik is included in the List of Peer-Reviewed Scientific Periodicals
recommended for publishing the major research results of dissertations
for candidate and doctorate degrees (No. 433 as of November 25, 2025)**

**According to Peer-Reviewed Scientific Periodicals ranking Vestnik
was assigned K1 category (No. 98 in Recordholding as of January 01, 2024)**

**Vestnik of Voronezh State Agrarian University accepts
for publication articles on the following scientific
specialties and corresponding branches of study:**

- 4.1.1.** General Soil Management and Crop Science (Agricultural Sciences)
(from 01.02.2022);
- 4.1.3.** Agricultural Chemistry, Agronomic Soil Science, Plant Protection and Quarantine
(Agricultural Sciences) (from 13.10.2022);
- 4.1.3.** Agricultural Chemistry, Agronomic Soil Science, Plant Protection and Quarantine
(Biological Sciences) (from 13.10.2022);
- 4.1.4.** Horticulture, Olericulture, Viticulture and Medicinal Plants (Agricultural Sciences)
(from 13.10.2022);
- 4.1.5.** Land Reclamation, Water Management and Agricultural Physics (Agricultural Sciences)
(from 13.10.2022);
- 4.3.1.** Technologies, Machinery and Equipment for Agro-Industrial Complex (Engineering
Sciences) (from 13.10.2022);
- 4.3.2.** Electrotechnics, Electrical Equipment and Electrical Power Supply for Agro-Industrial
Complex (Engineering Sciences) (from 13.10.2022);
- 5.2.3.** Regional and Sectoral Economics (Economic Sciences) (from 13.10.2022);
- 5.2.4.** Finance (Economic Sciences) (from 01.02.2022).

EDITORIAL BOARD

Lyudmila V. Grigorieva, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Senior Research Scientist, Honored Worker of Agricultural Industry of the Russian Federation, Director of the Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies named after I.V. Michurin, Michurinsk State Agrarian University.

Tatyana A. Devjatova, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Head of the Department of Ecology and Land Resources, Voronezh State University.

Anatoliy V. Dedov, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Aleksandr I. Illarionov, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Sergey D. Knyazev, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Director, Chief Research Scientist of Berry Plants Breeding Laboratory, All-Russian Research Institute of Horticultural Plant Breeding.

Sergey I. Korzhov, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Olga A. Minakova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, Head of the Laboratory of Agroecological Studies of Sugar Beet-Root Agroecosystem, All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov.

Nikolay G. Myazin, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Raisa G. Nozdracheva, Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Vladimir N. Obratsov, Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Crop Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Dmitriy N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Head of the Department of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Bakhromdzhon R. Akhmadov, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Vice-Rector for Research, Tajik Agrarian University named Shirinsho Shotemur.

Aleksandr N. Belyaev, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Head of the Department of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Aleksandr V. Vinogradov, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Chief Research Scientist of Power Supply and Heat Exchange Laboratory, Federal Scientific Agroengineering Center VIM.

Aleksandr S. Gordeev, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Agricultural Engineering and Electroenergetics, Institute of Engineering, Michurinsk State Agrarian University.

Vyacheslav A. Gulevsky, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Director, All-Russian Research Institute of Plant Protection (Voronezh Oblast).

Anatoliy I. Zavrazhnov, Doctor of Engineering Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Full Professor, Chief Researcher, Professor at the Department of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University.

Vladimir I. Orobinsky, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Head of the Department of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Valery V. Ostrikov, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Deputy Director, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture.

Vasiliy G. Zakshevski, Doctor of Economic Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Honored Worker of Agro-Industrial Complex of Russia, Full Professor, Chief Executive, Research Institute of Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region – Branch of Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev.

Sabit B. Ismuratov, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Academician of the Kazakh National Academy of Sciences, President, Kostanay Engineering-Economical University named after M. Dulatov.

Olga N. Pronskaya, Doctor of Economic Sciences, Docent, Dean of Engineering School, Moscow Polytechnic University.

Lazar K. Radovanovich, Doctor, Professor, Dean of the Faculty of Economics – Brčko, University of East Sarajevo.

Olga A. Rodionova, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Deputy Director for Science, All-Russian Scientific Research Institute of the Organization of Production, Labor and Management in Agriculture – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics”.

Olga Yu. Smyslova, Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor at the Department of Management and General Humanitarian Disciplines, Financial University under the Government of the Russian Federation.

Mariya B. Chirkova, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Research Scientist of Financial Management Laboratory, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

EXECUTIVE SECRETARY – **N.M. Gribanova**

Electronic version and requirements for publishing
scientific articles are available at <http://vestnik.vsau.ru>

Electronic version of the journal in XML/XML+PDF format
is available on the site of eLIBRARY.RU at <http://elibrary.ru>

The journal is included in the bibliographic database of Scientific Publications of Russian Authors and of the Information about Citing These Publications, i.e. Russian Science Citation Index (RINTS), in the List of Russian Science Citation Index database (RSCI) on the Web of Science platform, as well as in the database of the International System for Agricultural Science and Technology (AGRIS)

ISSN 2071-2243

No fee is charged from postgraduate students for publications

Founder: Voronezh SAU

Address: 1 Michurin street, Voronezh, 394087, Russia
Tel. number: +7(473) 253-81-68
E-mail: vestnik@srd.vsau.ru

© Voronezh SAU, 2025

ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Основан в 1998 г.
Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ) 4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Подлесных Н.В., Кадыров С.В.

Полевая всхожесть, продолжительность вегетационного периода и урожайность яровой твердой и мягкой пшеницы в зависимости от норм высева в условиях лесостепи ЦЧР

Podlesnykh N.V., Kadyrov S.V.

Effective germination, vegetation season duration and yield of hard and soft spring wheat, depending on the seeding application rates in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region..... 12

Коржов С.И., Гранкин Е.А.

Динамика численности микроорганизмов в посевах сои при возделывании по технологии органического земледелия

Korzhov S.I., Grankin E.A.

Dynamics of microbial population in soybean plantings under organic farming technology cultivation..... 20

Муравьев А.А., Кадыров С.В., Кузьмина О.С., Сергеева В.А.

Особенности роста, развития и формирования урожая у сортов люпина белого в условиях юго-западной части ЦЧР

Muravyov A.A., Kadyrov S.V., Kuzmina O.S., Sergeeva V.A.

Features of growth, development and yield formation of white lupine varieties in the southwestern part of the Central Chernozem Region..... 28

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

4.1.3. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Гасанова Е.С., Стекольников Н.В., Стекольников К.Е., Мязин Н.Г.

Мониторинг региональных изменений климата и физико-химических показателей чернозема выщелоченного в условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья

Gasanova E.S., Stekolnikova N.V., Stekolnikov K.E., Myazin N.G.

Monitoring of regional climate changes and physical & chemical characteristics of leached chernozem in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region..... 35

Илларионов А.И., Деркач А.А., Илларионова О.А.

Сравнительная токсичность инсектицидов для медоносной пчелы при их раздельном и совместном применении

Illarionov A.I., Derkach A.A., Illarionova O.A.

Comparative toxicity of insecticides to the honey bee through their separate and combined application..... 48

Илюшкина О.В., Мязин Н.Г., Гасанова Е.С.

Нормативно-правовые аспекты использования агрохимических средств для сохранения и повышения почвенного плодородия

Ilyushkina O.V., Myazin N.G., Gasanova E.S.

Regulatory considerations of chemical products usage in soil fertility conservation and enrichment 58

Маслова М.В., Папихин Р.В., Грошева Е.В., Муратова С.А.

Влияние цеолитсодержащего минерального комплекса на состав микробиоты субстрата и эффективность доращивания растений клюквы и актинидии, полученных в культуре ткани

Maslova M.V., Papikhin R.V., Grosheva E.V., Muratova S.A.

Zeolite-containing mineral complex impact on the substrate microbiota content and the effectiveness of finishing growing of cranberry and actinidia plants by using tissue culturing method.....

68

4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО
И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE
AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Аминова Е.В.

Продуктивность и устойчивость к вредителям форм смородины золотистой в условиях регионов с резко континентальным климатом

Aminova E.V.

Productivity and pest resistance of golden currant forms in the conditions of the regions with a sharply continental climate

86

Гончарова О.И., Ноздрачева Р.Г.

Сроки прохождения фенологических фаз развития земляники садовой в маточном питомнике в условиях Центрального Черноземья

Goncharova O.I., Nozdracheva R.G.

Timing of phenological phases of garden strawberry development in mother material nursery in the conditions of the Central Chernozem Region.....

95

4.3.1. ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

4.3.1. TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT
FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А., Яровой М.Н.

Сравнительная оценка эксплуатационно-технологической эффективности тракторов «Беларус» серии 3500 в сопоставлении с отечественными и зарубежными аналогами при реализации технологии прямого посева

Khafizov K.A., Khafizov R.N., Nurmiev A.A., Yarovoy M.N.

Comparative assessment of the operational and technological efficiency of Belarus 3500 series tractors in comparison with domestic and foreign analogues when implementing direct seeding technology.....

104

Немтинов К.В., Ерусланова М.А., Ерусланов К.А., Немтинов В.А.

Обоснование параметров высевающего аппарата сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом

Nemtinov K.V., Eruslanova M.A., Eruslanov K.A., Nemtinov V.A.

Justification of the parameters of grain-drill feed of a direct seeding planter of grain crops by broadcast sowing.....

119

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А., Леонова Н.В.

Государственная аграрная политика и цифровая трансформация сельского хозяйства: перспективные направления совершенствования в условиях ЦФО РФ

Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A., Leonova N.V.

State agrarian policy and digital transformation of agriculture: promising areas of improvement in the conditions of the Central Federal District of the Russian Federation

130

Кателиков А.Н., Кателикова Т.И.

Особенности внедрения цифровых технологий и платформенных решений в аграрном секторе России

Katelikov A.N., Katelikova T.I.

Implementation highlights of digital technologies and platform services in Russia's agrarian sector.....

142

Амиров Р.А., Жуковская И.Е., Амиров А.Т., Магомедбеков Г.У. Человеческий капитал как драйвер эффективного развития регионов России в условиях цифровой экономики Amirov R.A., Zhukovskaya I.E., Amirov A.T., Magomedbekov G.U. Human capital as a driver of effective development of Russia's regions under digital economy	150
Данилова И.В., Коротина Н.Ю., Деева В.П. Оценка бюджетно-инвестиционных ресурсов реализации политики промышленного суверенитета РФ: региональный подход Danilova I.V., Korotina N.Yu., Deeva V.P. Assessment of budgetary and investment resources for the implementation of the industrial sovereignty policy of the Russian Federation: a regional approach.....	167
Меделяева З.П., Гусев А.Ю., Кошкина И.Г., Клепикова О.Г. Демографическая ситуация на сельских территориях РФ и тенденции развития трудовых ресурсов аграрной сферы регионов Medelyaeva Z.P., Gusev A.Yu., Koshkina I.G., Klepikova O.G. Demographic situation in rural areas of the Russian Federation and human resources development trends in agrarian sector of the regions.....	183
Ксенофонтов А.А., Камалетдинов А.Ш., Юссуф А.А., Карачун И.А. Социально-экономическое развитие Нижегородской области: оценка структурных диспропорций по видам экономической деятельности на основе индексного метода Ksenofontov A.A., Kamaletdinov A.Sh., Yussuf A.A., Karachun I.A. Social and economic development of Nizhny Novgorod Oblast: assessment of structural imbalances by type of economic activity according to index numbers method	192
Ткачева Ю.В., Семенов С.Н. Эффективность использования продуктов вторичной переработки топинамбура в органическом животноводстве Tkacheva Yu.V., Semenov S.N. Utilization efficiency of Jerusalem artichoke waste products in organic animal husbandry	202
Лытнева Н.А., Малицкая В.Б., Чиркова М.Б., Кыштымова Е.А., Денисьева Г.В. Концептуальные подходы к оценке и учету земельных сервитутов в системе федеральных стандартов бухгалтерского учета Lytneva N.A., Malitskaya V.B., Chirkova M.B., Kyshtymova E.A., Denisieva G.V. Conceptual approaches to land easements registration and estimation in the system of federal accounting standards.....	215

5.2.3. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

5.2.3. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

Коробейников Д.А. Перспективные модели кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей России с использованием цифровых платформ и экосистем АПК Korobeynikov D.A. Promising models of lending to Russian agricultural producers based on digital platforms and ecosystems of Agro-Industrial Complex.....	225
Смирнова Е.А., Калафатов Э.А. Механизм обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым Smirnova E.A., Kalafatov E.A. Mechanism for ensuring the sustainability of the insurance market of the Republic of Crimea.....	238

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ SCIENTIFIC ACTIVITIES

Учебники, учебные пособия, монографии, опубликованные сотрудниками Воронежского государственного аграрного университета в 2025 году Publishing activities of academic staff of Voronezh State Agrarian University (monographs, text-books, study guides) published in 2025.....	251
Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I Doctoral and Candidate Science-Degree Councils Formed on the Basis of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.....	256
Информация для авторов Information for the authors	257

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.112.1:631.5(470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_12

EDN: QRZNV1

Полевая всхожесть, продолжительность вегетационного периода и урожайность яровой твердой и мягкой пшеницы в зависимости от норм высева в условиях лесостепи ЦЧР

Надежда Владимировна Подлесных^{1✉}, Сабир Вагидович Кадыров²

^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

¹ env.05@mail.ru[✉]

Аннотация. В России в основном возделывается мягкая пшеница, но в последнее время наблюдается устойчивый рост спроса на зерно твердой пшеницы. Установлено, что затраты на семена входят в перечень основных статей расхода возделывания данной культуры, в связи с чем определение оптимальной нормы высева поможет обеспечить получение необходимого числа растений на единицу площади поля, что крайне важно для получения высокого урожая. Применявшиеся в период массовой интенсификации (1970–1980 гг.) оптимальные нормы высева яровых зерновых культур (4,5–5,0 млн шт./га) в настоящее время не всегда оправданы, так как селекционерами созданы новые сорта интенсивного типа. Опыты по изучению норм высева яровой твердой (сорт Тессадур) и мягкой (сорт Канюк) пшеницы были проведены в условиях лесостепи ЦЧР в 2022–2024 гг. Агротехнология – общепринятая в ЦЧР. Предшественник – соя. Посев осуществляли обычным рядовым способом с нормами высева 2, 3, 4, 5 и 6 млн шт./га. Наиболее благоприятными по погодным условиям для роста и развития яровой пшеницы были 2022 и 2023 гг. Лучшей полевой всхожестью семян была при нормах высева 2 и 3 млн шт./га у обоих изучаемых видов, что объясняется большей площадью питания каждого проростка. У растений яровой мягкой пшеницы фазы роста и развития, начиная с кущения, наступали быстрее, и период вегетации заканчивался на 2–4 дня раньше. Средняя урожайность яровой твердой пшеницы по вариантам составила в 2022 г. – 44,4 ц/га, в 2023 г. – 49,0 ц/га, и в 2024 г. – 14,0 ц/га и была ниже урожайности яровой мягкой соответственно на 7,0, 19,3 и 8,2 ц/га, что объясняется лучшей адаптивностью мягкой пшеницы к условиям Воронежской области. Наибольшая урожайность была получена при норме высева 5 млн шт./га у обоих изучаемых видов пшеницы.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, яровая мягкая пшеница, нормы высева, полевая всхожесть, вегетационный период, урожайность, метеорологические условия, лесостепь ЦЧР

Для цитирования: Подлесных Н.В., Кадыров С.В. Полевая всхожесть, продолжительность вегетационного периода и урожайность яровой твердой и мягкой пшеницы в зависимости от норм высева в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 16, № 4(87). С. 12–19. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_12–19.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Effective germination, vegetation season duration and yield of hard and soft spring wheat depending on the seeding application rates in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region

Nadezhda V. Podlesnykh^{1✉}, Sabir V. Kadyrov²

^{1, 2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ env.05@mail.ru[✉]

Abstract. Soft wheat is mainly cultivated in Russia, but recently there has been a steady increase in demand for durum wheat. Taking into account the fact that seed costs are included in the list of the main items of crop cultivation, one of the first steps of grain producer is to determine the optimal seeding rate in order to ensure the required number of plants per unit area of the field, which is extremely important for obtaining high yields. Applied during the period of mass intensification (1970–1980) optimal seeding rates for spring grain crops (4.5–5.0 million germinating seeds per 1 hectare) are not reasonable for the present, as breeders have created new intensive varieties. Experiments aimed at defining the seeding rates of spring hard (Tessadour variety) and soft (Kanyuk variety) wheat were conducted in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region in 2022–2024. Agrotechnology was generally accepted in the Central Chernozem Region. The predecessor was soybean. Sowing was carried out in the usual ordinary way with seeding rates of 2, 3, 4, 5 and 6 million germinating seeds/ha. The most favorable weather conditions for the growth and development of spring wheat were in 2022 and 2023. During the research period, the best field germination of seeds was at seeding rates of 2 and 3 million germinating seeds/ha

for both studied species, which is explained by the larger feeding area for each seedling. In spring soft wheat plants, the growth and development phases, starting with tillering, occurred faster, and the growing season ended by 2-4 days earlier. The average yield of spring durum wheat according to the variants was 44.4 c/ha in 2022, 49.0 c/ha in 2023, and 14.0 c/ha in 2024, and was lower than the yield of spring soft wheat by 7.0, 19.3, and 8.2 c/ha, respectively, which is explained by the better adaptability of soft wheat to the conditions of Voronezh Oblast. The highest yield was obtained at a seeding rate of 5 million germinating seeds/ha for both studied wheat species.

Keywords: spring durum wheat, spring soft wheat, seeding rates, field germination, growing season, yield, meteorological conditions, forest-steppe, Central Chernozem Region

For citation: Podlesnykh N.V., Kadyrov S.V. Effective germination, vegetation season duration and yield of hard and soft spring wheat, depending on the seeding application rates in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):12-19. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_12-19.

Пшеница – одна из основных продовольственных культур мирового земледелия, выращивается на большей площади, чем любая другая продовольственная культура. Мировая торговля пшеницей превышает объемы торговли всеми остальными культурами, вместе взятыми. С 1960 г. мировое производство пшеницы и других зерновых культур выросло в три раза, и ожидается, что к середине XXI в. эта тенденция сохранится, так как спрос на пшеницу постоянно увеличивается [13].

Пшеница играет ключевую роль в питании человека: она является источником долгосрочной энергии, поддерживает пищеварение благодаря клетчатке, укрепляет иммунную систему за счет витаминов группы В, витаминов А, Е, РР и минералов, способствует здоровью сердца и сосудов, поддерживает работу нервной системы, укрепляет кости и улучшает состояние кожи. Биоактивные вещества пшеницы обеспечивают антиоксидантную защиту, помогая замедлять процессы старения клеток [14, 15]. Из ее зерен получают муку, которая используется для производства хлеба, макарон, выпечки и кондитерских изделий. Пшеничные крупы (например, булгур, кускус) широко применяются в кулинарии. Пророщенные зерна пшеницы ценятся как источник витаминов, антиоксидантов и клетчатки, укрепляющих иммунитет и нормализующих обмен веществ. Кроме пищевого значения, пшеница используется для производства растительного масла, крахмала, отрубей и напитков, таких как пиво и виски. Солома применяется в сельском хозяйстве и как подстилка для животных, служит сырьем для производства бумаги, упаковочных материалов, биотоплива, а также для удовлетворения различных строительных нужд.

В основном в России возделывается мягкая пшеница, но в последнее время наблюдается устойчивый рост спроса на зерно твердой пшеницы. В 2024 г. на Всероссийском дне поля ученые, аграрии, переработчики, производители макаронных изделий, представители профильных организаций и власти обсуждали в рамках круглого стола перспективы производства твердой пшеницы в России [2]. Заместитель министра сельского хозяйства А.В. Разин сообщил, что отмечается большой интерес к российской твердой пшенице, в связи с чем целью на ближайшие пять лет является достижение валового сбора этой культуры в 5 миллионов тонн, которого будет достаточно для удовлетворения потребностей внутреннего рынка и запросов на экспорт [7, 10].

Благодаря работам селекционеров появляются новые сорта как мягкой, так и твердой пшеницы интенсивного типа [9]. Приобретение семян яровой пшеницы является одной из основных статей расходов при ее возделывании, в связи с чем определение оптимальной нормы посева поможет обеспечить получение необходимого числа растений и плодоносящих стеблей на единицу площади поля, что крайне важно для получения высокого урожая [3, 11]. Оптимальные нормы посева для яровых зерновых культур (4,5–5,0 млн всхожих семян на 1 га), которые были сформированы в период массовой интенсификации (1970–1980 гг.), в настоящее время не всегда оправданы [8, 12]. Учитывая приведенную выше информацию, целью представленных исследований являлось определение наиболее эффективных норм посева яровой твердой и мягкой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР.

Опыты проведены в 2022–2024 гг. на полях УНТЦ «Агротехнология» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (лесостепь ЦЧР) в соответствии с перспективным планом научных работ.

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом выщелоченным среднесильным малогумусным тяжелосуглинистым на покровных суглинках. Уровень pH почвы – от 5,1 до 5,7. Содержание подвижного фосфора составляло 120–140 и обменного калия 140–175 мг/кг почвы (по Чирикову). Основные физико-химические показатели почвы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели чернозема выщелоченного территории УНТЦ «Агротехнология»

Слой почвы, см	Содержание, %		Сумма поглощенных оснований по Каппену, мг-экв/100 г почвы	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %
	гумуса	общего азота			
0–10	4,31	0,357	33,72	12,06	73,63
20–30	3,90	0,313	30,59	9,95	75,45
40–50	1,37	0,216	24,51	5,95	80,46
60–70	0,38	0,165	–	–	–
80–90	0,20	0,152	–	–	–

Исследования проводили по 2-факторной схеме:

- фактор А – вид пшеницы;
- фактор Б – норма высева.

Схема опыта представлена в таблице 2.

Таблица 2. Схема опыта

Яровая твердая пшеница, сорт Тессадур					Яровая мягкая пшеница, сорт Канюк				
Норма высева, млн всхожих семян/га					Норма высева, млн всхожих семян/га				
2	3	4	5	6	2	3	4	5	6

Повторность в опыте – трехкратная.

Яровая твердая пшеница представлена сортом Тессадур, сочетающим высокую продуктивность и отличное качество зерна (ценный сорт для макаронной промышленности). Среднеспелый, характеризуется компактной высотой, устойчивостью к полеганию и ломке колоса (прекрасная выравненность и озерненность колоса), по засухоустойчивости уступает стандарту; устойчив к мучнистой росе, умеренно восприимчив к пыльной головне. В полевых условиях слабо поражался бурой и стеблевой ржавчиной [4]. Сорт – лауреат на Агрополигоне «Приволжье 2023» в номинации «Самое высокое содержание клейковины».

Яровая мягкая пшеница представлена сортом Канюк – высокоурожайным короткостебельным интенсивного типа. Сорт среднеспелый, устойчив к полеганию, имеет среднюю зимостойкость, средnezасухоустойчив. Обладает высокой устойчивостью к бурой ржавчине и устойчивостью выше среднего к мучнистой росе, септориозу, фузариозу колоса и желтой ржавчине [4]. Хлебопекарные качества – на уровне филлера (содержание протеина – среднее, может использоваться для изготовления пшеничного пива).

Предшественником яровой пшеницы была соя.

Обработка почвы включала зяблевую вспашку сразу же или вскоре после уборки предшественника, что повышало запас влаги в почве, уменьшало число сорняков и вредителей [6, 14].

Для посева использовали протравленные отсортированные, крупные, очищенные от примесей семена яровой пшеницы, которые высевали обычным рядовым способом (междурядья 15 см) селекционной сеялкой (ССН-7). Сроки посева – 15–25 апреля. Глубина посева – 5 ± 1 см.

Убирали яровую пшеницу поделяночно селекционным комбайном Sampo серии SR 2010. После уборки зерно очищали от примесей, затем при необходимости досушивали до стандартной влажности 14%.

Статистическая обработка материалов осуществлялась с помощью ПК по методике, описанной Б.А. Доспеховым [5].

Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы представлены на рисунках 1 и 2 [1].

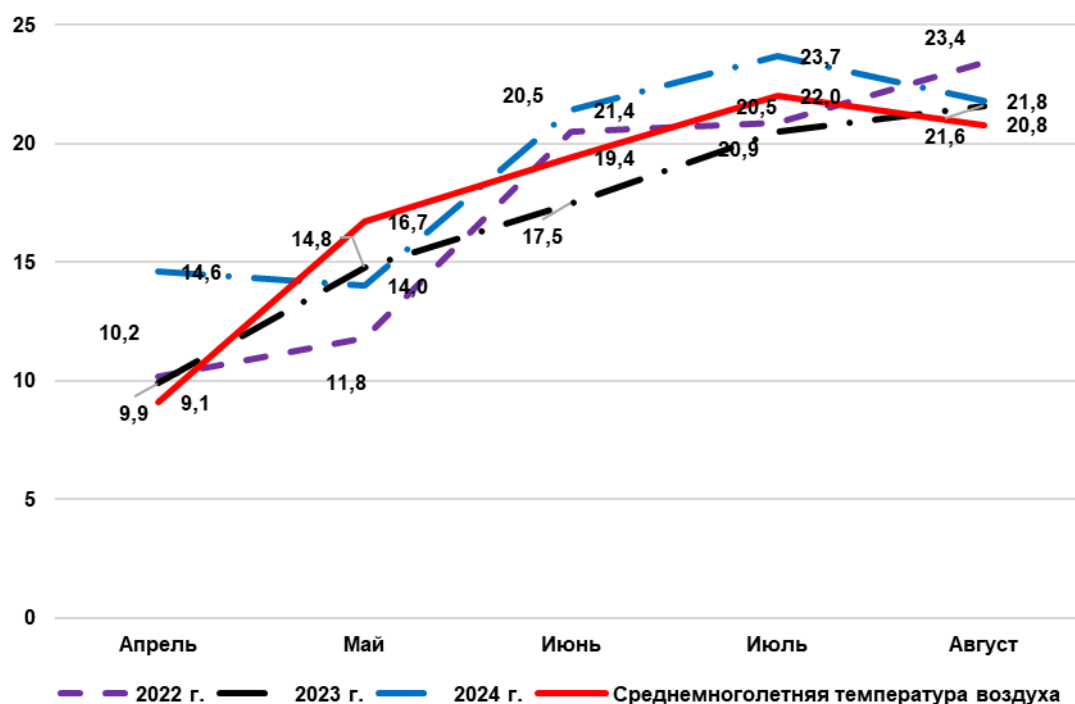


Рис. 1. Температура воздуха вегетационного периода яровой пшеницы в среднем по годам проведения исследований, °С (по данным Воронежской метеостанции)

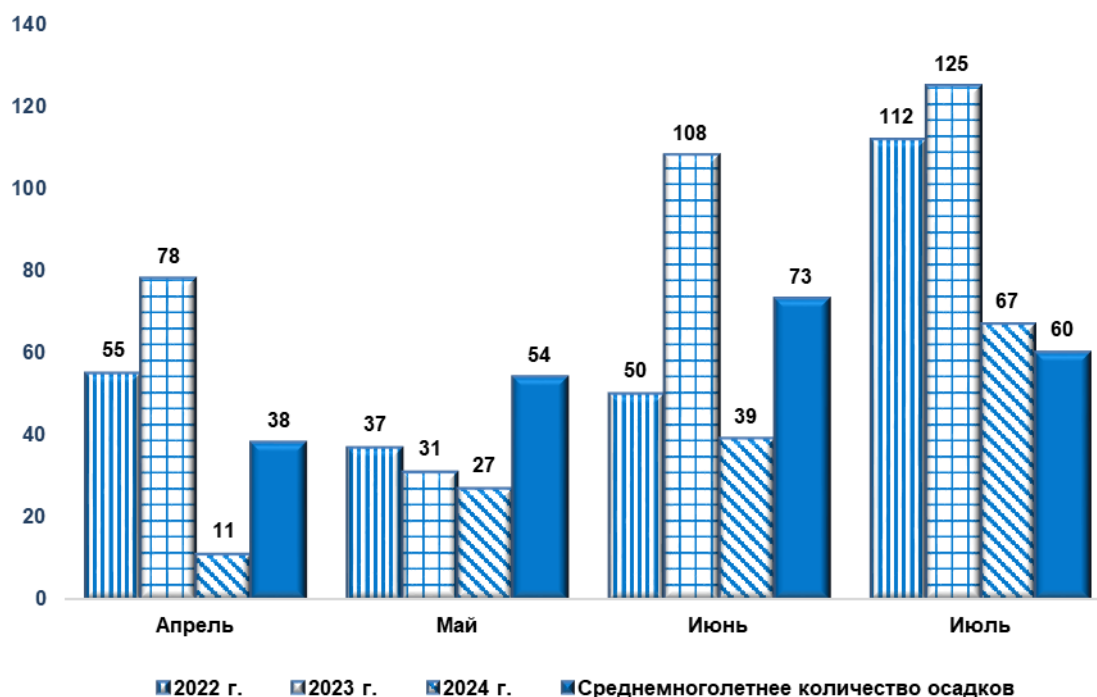


Рис. 2. Количество выпавших осадков за вегетационный период яровой пшеницы по годам проведения исследований, мм (по данным Воронежской метеостанции)

В 2022 г., как и в 2023 и 2024 гг., в сравнении со среднемноголетними данными апрель был теплым и влажным, что оказывало благоприятное влияние на прорастание семян яровой пшеницы.

Май 2022 г. был прохладным и засушливым, а июнь и август – теплыми и засушливыми. В июле температура была ниже среднемноголетней, а осадков выпало почти в 2 раза больше, что сдерживало формирование высококачественного зерна яровой пшеницы.

Период с мая по июль в 2023 г. был прохладным, температура превысила среднемноголетние показатели только в августе. Май, июнь и август характеризовались как засушливые, а в июле норма осадков превысила среднемноголетние данные более чем в 2 раза.

В 2024 г. май также был прохладным и засушливым, июнь и август – теплыми и засушливыми, а июль – теплым, количество осадков в этом месяце находилось на уровне среднемноголетних данных.

Посев осуществляли во второй половине апреля при достижении физической спелости почвы. В 2022 и 2023 гг. всходы были относительно дружными: фаза всходов наступила соответственно через 9 и 14 дней. В 2024 г. фаза всходов у 60–70% растений наступила через 12 дней. Вследствие того что растения всходили в течение следующего месяца, вплоть до третьей декады мая, сложилась такая ситуация, когда около 60% растений было в фазе кущения, а 15–20% только взошли. Экспериментальные данные, касающиеся полевой всхожести яровой твердой и мягкой пшеницы в зависимости от норм высева, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Полевая всхожесть яровой пшеницы в зависимости от норм высева, %

Вид и сорт пшеницы (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор Б)	Полевая всхожесть, %			
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя
Твердая, Тессадур	2	85,6	85,33	63,00	77,98
	3	89,4	86,07	62,89	79,45
	4	86,1	85,56	52,17	74,61
	5	85,8	84,89	40,80	70,50
	6	86,4	84,44	34,11	68,32
Мягкая, Канюк	2	94,8	88,00	73,00	85,27
	3	93,6	87,85	66,67	82,71
	4	93,0	88,00	62,67	81,22
	5	95,2	88,53	51,87	78,53
	6	92,5	85,41	43,67	73,86
НСР ₀₅ (фактор А)		2,00	1,42	6,93	–
НСР ₀₅ (фактор Б)		1,33	0,46	2,19	–

Анализ данных таблицы 3 показывает, что всхожесть яровой мягкой пшеницы была больше по сравнению с твердой в среднем на 6,1% (в 2022 г. – на 7,2%, 2023 г. – на 2,3%, 2024 г. – на 8,9%). Разница между всхожестью двух видов пшеницы в благоприятном по погодным условиям 2023 г. была наименьшей, тогда как в неблагоприятные (2022 и 2024 гг.) годы – увеличивалась, что объясняется лучшей адаптацией мягкой пшеницы к погодно-климатическим условиям ЦЧР.

В среднем показатели всхожести были выше при нормах высева 2 и 3 млн шт./га у обоих изучаемых видов пшеницы, что объясняется большей площадью питания каждого проростка.

В дальнейшем развитии у растений яровой мягкой пшеницы фазы роста и развития, начиная с кущения, наступали быстрее, и период вегетации заканчивался на 2–4 дня раньше (табл. 4).

Таблица 4. Продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы в зависимости от норм высева, сут.

Вид и сорт пшеницы (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор Б)	Продолжительность вегетационного периода, сут.			
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	В среднем
Твердая, Тессадур	2	104	103	108	105
	3	104	103	108	105
	4	105	104	109	106
	5	105	104	109	106
	6	105	104	109	106
Мягкая, Канюк	2	100	99	106	102
	3	100	99	106	102
	4	101	100	107	103
	5	101	100	107	103
	6	101	100	107	103

Нами выявлено, что на продолжительность вегетационного периода также влияет плотность колоса. У более плотного колоса твердой пшеницы (в нашем опыте от 2,32 до 2,77 колосков на 1 см длины колоса) потеря влаги происходит менее интенсивно по сравнению с более рыхлым колосом мягкой пшеницы (в нашем опыте от 2,10 до 2,50 колосков на 1 см длины колоса), и фаза полной спелости наступает позже.

Следует отметить, что при норме высева 4, 5 и 6 млн шт. семян на 1 га полная спелость наступила на один день позже по сравнению с нормой высева 2 и 3 млн шт. семян на 1 га у обоих изучаемых видов пшеницы. Сокращение вегетационного периода объясняется меньшим количеством растений на 1 м² на вариантах с нормой высева 2 и 3 млн шт. семян на 1 га.

За весь период исследований урожайность яровой мягкой пшеницы была выше по сравнению с яровой твердой (табл. 5), что объясняется лучшей адаптивностью мягкой пшеницы к условиям Воронежской области.

Таблица 5. Урожайность видов яровой пшеницы в зависимости от норм высева, ц/га

Вид и сорт пшеницы (фактор А)	Норма высева, млн шт./га (фактор Б)	Урожайность, ц/га			
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя
Твердая, Тессадур	2	43,54	44,74	10,05	32,78
	3	42,72	48,73	12,55	34,67
	4	44,88	48,85	13,92	35,88
	5	44,70	52,34	16,00	37,68
	6	46,08	50,19	15,52	37,26
Мягкая, Канюк	2	55,47	63,39	16,63	45,16
	3	50,47	67,43	21,14	46,35
	4	50,47	70,45	22,30	47,74
	5	49,44	71,14	24,84	48,47
	6	51,16	68,85	23,73	47,91
НСР 05 (фактор А)		2,72	4,28	3,51	
НСР 05 (фактор Б)		1,08	1,26	0,68	

Средняя урожайность яровой твердой пшеницы сорта Тессадур по вариантам составила в 2022 г. – 44,4 ц/га, в 2023 г. – 49,0 ц/га, в 2024 г. – 14 ц/га, что ниже урожайности яровой мягкой пшеницы соответственно на 7,0, 19,3 и 8,2 ц/га.

Таким образом, благоприятные погодные условия 2022 и 2023 гг. способствовали формированию более высокой урожайности яровой твердой и мягкой пшеницы по сравнению с 2024 г., когда засушливые условия весны и возвратные заморозки резко снизили полевую всхожесть семян.

Большая продуктивность в разные годы исследований формировалась на вариантах с нормой высева 4–6 млн шт. семян на 1 га. Причем в 2022 и 2023 гг. большая урожайность была при норме высева 4 и 5 млн шт. семян на 1 га, что объясняется оптимальной площадью питания каждого растения и освещенностью. Тогда как при норме высева 6 млн шт. семян на 1 га снижалась площадь питания каждого растения и интенсивность фотосинтеза нижнего яруса зеленых листьев за счет затенения, что и отразилось на продуктивности растений.

В 2024 г. за счет более низкой полевой всхожести по сравнению с предыдущими годами исследований площадь питания растений была больше, а нижний ярус листьев мог активно участвовать в процессе фотосинтеза благодаря хорошему световому режиму. Эти условия позволили сформировать большую продуктивность растениям на варианте с нормой высева 5 и 6 млн шт. семян на 1 га.

Таким образом, за период исследований лучшей полевой всхожесть была у твердой пшеницы при норме высева 3 млн шт. семян на 1 га (79,4%), у мягкой пшеницы – при норме высева 2 млн шт. семян на 1 га (85,3%). Вегетационный период сокращался на 1 день на вариантах с меньшей нормой высева как у твердой, так и у мягкой яровой пшеницы. В среднем за 3 года исследований лучший вариант опыта, характеризующийся наибольшей урожайностью, был при норме высева 5 млн шт. семян на 1 га у обоих изучаемых видов пшеницы. Полученные результаты по урожайности на других изучаемых вариантах норм высева уступали варианту с нормой высева 5 млн шт. семян на 1 га на 1,1–13,0% у яровой твердой пшеницы и на 1,5–6,8% у яровой мягкой пшеницы. Следует отметить, что погодные условия в годы проведения исследований сильно разнятся, поэтому полученные результаты являются предварительными и требуют более продолжительного изучения.

Список источников

1. Архив погоды в Воронеже [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО «Расписание погоды». URL: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Воронеже (дата обращения: 04.03.2025).
2. В 2024 году Россия удвоила площадь посевов твердой пшеницы. Озвучены планы на пятилетку [Электронный ресурс] // Электронный журнал IDK (Interactive Dealing Kit). URL: <https://exp.idk.ru/news/russia/v-2024-godu-rossiya-udvoila-ploshhad-posevov-tverdoj-pshenicy-ozvucheny-plany-na-pyatiletku/650837/> (дата обращения: 02.03.2025).
3. Горянин О.И., Щербинина Е.В. Оптимизация норм высева яровой пшеницы по различным предшественникам в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 9. С. 10–14. DOI: 10.28983/asj.y2020i9pp10-14.
4. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию [Электронный ресурс] // ФГБУ «Госсорткомиссия». URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/> (дата обращения: 22.03.2025).
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Ермакова Н.В. Особенности развития, формирования урожая и качества зерна озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Воронеж, 2009. 213 с.
7. Зайцева И. Возрождение твердой пшеницы [Электронный ресурс] // Сайт ИКАР – Институт Конъюнктуры Аграрного Рынка. Статьи экспертов. Дата публикации: 21 декабря 2023 г. URL: <http://ikar.ru/articles/382.html> (дата обращения: 10.03.2023).
8. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник; 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Росагропромиздат, 1989. 368 с.
9. Ложкин А.Г., Димитриев В.Л., Мальчиков П.Н. Влияние норм высева семян на продуктивность яровой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 1. С. 83–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-83-88.
10. Максимова Е., Кулистикова Т. Минсельхоз рассчитывает увеличить производство твердой пшеницы. К 2025 году ее урожай может достигнуть 1,8 млн тонн [Электронный ресурс] // Агроинвестор – деловое издание для инвесторов в АПК и руководителей. Дата публикации: 21 января 2022 г. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/37398-minselkhoz-rasschityvaet-uvlechit-proizvodstvo-tverdoj-pshenitsy/> (дата обращения: 10.03.2023).
11. Мамонов С.Н. Нормы высева и продуктивность сортов яровой пшеницы // Земледелие. 2012. № 8. С. 45–47.
12. Оптимальные нормы высева пшеницы и ячменя для получения семян с высокими посевными качествами в южной лесостепи Западной Сибири: рекомендации. Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ». 2024. 40 с.

13. Потенциал твердой пшеницы для России [Электронный ресурс] // Информационное агентство Зерно Он-Лайн. Дата публикации: 22.10.2025. URL: <https://www.zol.ru/review/potentsial-tverdoj-pshenitsy-dlya-rossii-261351> (дата обращения: 05.03.2025).

14. Федотов В.А., Кадыров С.В., Щедрина Д.И. и др. Растениеводство Центрального Черноземья России: учебник. Воронеж: ООО «Издательство Черноземье», 2019. 581 с.

15. Федотов В.А., Подлесных Н.В., Цыкалов А.Н. и др. Озимая твердая и тургидная пшеница в ЦЧР: монография; под общ. ред. проф. В.А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. 223 с.

References

1. Weather Archive in Voronezh. Weather Shedule Official Website. URL: https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Voronezhe. (In Russ.).

2. In 2024, Russia doubled the area of hard wheat crops. Plans for the five-year plan were announced. Official Website of the IDK (Interactive Dealing Kit). URL: <https://exp.idk.ru/news/russia/v-2024-godu-rossiya-udvoila-ploshhad-posevov-tverdoj-pshenicy-ozvucheny-plany-na-pyatiletku/650837/>. (In Russ.).

3. Goryanin O.I., Shcherbinina E.V. Optimization of spring wheat seeding rates in the Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2020;9:10-14. DOI: 10.28983/asj.y2020i9pp10-14. (In Russ.).

4. State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Crops Authorized for Use for Production Purposes. Official Website of State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/>. (In Russ.).

5. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).

6. Ermakova N.V. Peculiarities of the development, yield formation and quality of winter hard and turgid wheat grain in the forest-steppe of the Central Chernozem region: Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.09. Voronezh, 2009. 213 p. (In Russ.).

7. Zaitseva I. Revival of hard wheat. Official Website of the IKAR (Institute for Agricultural Market Studies). Expert articles. Publication date: December 12, 2023. URL: <http://ikar.ru/articles/382.html>. (In Russ.).

8. Kayumov M.K. Field crops yield programming: study guide; 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: Rosagropromizdat Publishers; 1989. 368 p. (In Russ.).

9. Lozhkin A.G., Dmitriev V.L., Malchikov P.N. The effect of seed sowing rates on spring durum wheat productivity. *Grain Economy of Russia*. 2024;16(1):83-88. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-83-88. (In Russ.).

10. Maksimova E., Kulistikova T. Ministry of Agriculture of the Russian Federation expects to increase the production of durum wheat. By 2025, its harvest may reach 1.8 million tons. *Agroinvestor* (business publications for investors in agriculture and managers). Publication date: January 21, 2022. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/37398-minselkhoz-rasschityvaet-uvlechit-proizvodstvo-tverdoj-pshenitsy/>. (In Russ.).

11. Mamonov S.N. Sowing norms influence and productivity of spring wheat varieties. *Zemledelie*. 2012;8:45-47. (In Russ.).

12. Optimal seeding rates of wheat and barley for obtaining seeds with high sowing qualities in the southern forest-steppe of Western Siberia: recommendations. Omsk: Omsk Agrarian Scientific Center Publishers; 2024. 40 p. (In Russ.).

13. Potential of durum wheat for Russia. Zerno On-Line News Agency. Publication date: 22.10.2025. URL: <https://www.zol.ru/review/potentsial-tverdoj-pshenitsy-dlya-rossii-261351>. (In Russ.).

14. Fedotov V.A., Kadyrov S.V., Shchedrina D.I. et al. Crop Production in the Central Chernozemie: textbook. Voronezh: Izdat-Chernozemie Publishers; 2019. 581 p. (In Russ.).

15. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Tsykalov A.N. et al. Winter hard and turgid wheat in the Central Chernozem Region: monograph; under the general editorship of prof. V.A. Fedotov. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2016. 223 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Н.В. Подлесных – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», env.05@mail.ru.

С.В. Кадыров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ksabir@yandex.ru.

Information about the authors

N.V. Podlesnykh, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Crop Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, env.05@mail.ru.

S.V. Kadyrov, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor, the Dept. of Crop Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksabir@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 13.09.2025; одобрена после рецензирования 16.10.2025; принята к публикации 20.10.2025.

The article was submitted 13.09.2025; approved after reviewing 16.10.2025; accepted for publication 20.10.2025.

© Подлесных Н.В., Кадыров С.В., 2025

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.46:633.16

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_20

EDN: QVNBXH

**Динамика численности микроорганизмов в посевах сои
при возделывании по технологии органического земледелия**

Сергей Иванович Коржов^{1✉}, Евгений Алексеевич Гранкин²

^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ korzem@mail.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследования, проведенного с целью определения влияния био-препаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного и продуктивность сои в условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья (Воронежская область). Работа выполнена в 2021–2023 гг. в рамках стационарного опыта со следующим чередованием культур: пар сидеральный – озимая пшеница – соя – ячмень. Объектом исследования являлись посевы сои районированного для Воронежской области сорта Воронежская 31. Применялась общепринятая для лесостепной зоны ЦЧР технология возделывания культур. Определение численности почвенных микроорганизмов проводили по методу, основанному на учете колоний микроорганизмов, выросших на твердых питательных средах. Показано, что возделывание сои с применением микробиологических препаратов повышало активность почвенной микробиоты. Численность аммонифицирующих бактерий при этом была выше их количества на контроле и на варианте при традиционной технологии соответственно в 5,4 и 12,9 раза, что указывает на накопительный эффект применения биологических препаратов и улучшение почвенных условий для данной группы микроорганизмов. За годы проведения исследования в период уборки сои микромицеты на варианте внесения микробиологических препаратов развивались менее интенсивно: их количество было в 1,3 раза меньше по сравнению с другими вариантами. При внесении биологических препаратов фунгистатические свойства чернозема выщелоченного повышались, что снижало численность почвенных микромицетов и грибов рода *Fusarium*, являющихся одним из источников, вызывающих заболевания полевых культур. Возделывание сои по технологии органического земледелия позволяет получать удовлетворительный урожай при высоком качестве соевых бобов, которые можно широко использовать в перерабатывающих отраслях. Отказ от синтетических минеральных удобрений и пестицидов создает благоприятные условия для естественных почвенных процессов, что является залогом высокого плодородия почвы и сохранения здоровой окружающей среды.

Ключевые слова: органическое земледелие, соя, микробиологические препараты, почвенные микроорганизмы, динамика численности, традиционная технология

Для цитирования: Коржов С.И., Гранкин Е.А. Динамика численности микроорганизмов в посевах сои при возделывании по технологии органического земледелия // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 20–27. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_20-27.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Dynamics of microbial population in soybean
plantings under organic farming technology cultivation**

Sergey I. Korzhov^{1✉}, Evgeniy A. Grankin²

^{1, 2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ korzem@mail.ru[✉]

Abstract. The results of a study conducted to determine the effect of biological preparations on the biological activity of leached chernozem and soybean productivity in the forest-steppe of the Central Chernozem Region (Voronezh Oblast) are presented. The work was performed in 2021–2023 as part of a stationary experiment with the following crop rotation: green-manured fallow – winter wheat – soybean – barley. The object of the study was soybean plantings of the Voronezh 31 variety zoned for Voronezh Oblast. The cultivation technology generally accepted for the forest-steppe of the Central Chernozem Region was used. Soil microbial population was estimated using a method based on accounting the number of colonies of microorganisms grown on solid

medium. It was shown that soybean cultivation using microbiological preparations increased the activity of the soil microbiota. At the same time, the number of ammonifying bacteria was 5.4 and 12.9 times higher than their number in the control variant and with traditional technology, respectively, which indicates the cumulative effect of using biological preparations and improving soil conditions for this group of microorganisms. Over the years of the study, during the soybean harvest, micromycetes developed less intensively when applying microbiological preparations: their number was 1.3 times less than in other variants. Introduction of biological preparations increased the fungistatic properties of leached chernozem and decreased the number of soil micromycetes and fungi of the genus *Fusarium*, which are one of the sources causing diseases of field crops. Using of organic farming technology for soybean cultivation makes it possible to obtain a satisfactory harvest with soybean yield of high quality, which can be widely used in processing industries. Refusal of synthetic mineral fertilizers and chemical pesticides creates favorable conditions for natural soil processes, which is the key factor ensuring high soil fertility and preservation of a healthy environment.

Keywords: organic farming, soybean, microbiological preparations, soil microorganisms, population dynamics, traditional technology

For citation: Korzhov S.I., Grankin E.A. Dynamics of microbial population in soybean plantings under organic farming technology cultivation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):20-27. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_20-27.

Введение

Традиционное и органическое сельское хозяйство имеют одну общую цель – производство продуктов питания в достаточном объеме. И если для первого способа самым важным является максимизация урожая и экономической эффективности, что невозможно без использования химических средств защиты растений или минеральных удобрений, то органическое производство минимизирует использование невозобновляемых ресурсов, чтобы сохранить окружающую среду для будущих поколений [11].

Современные технологии играют ключевую роль в развитии сельского хозяйства, базируются на передовых методах ведения сельскохозяйственного производства, нацеленных на повышение эффективности и устойчивости агроэкосистем [2]. Разработка способов производства сельскохозяйственного сырья, характеризующегося отсутствием остаточных концентраций пестицидов и иных потенциально опасных соединений, продолжается длительное время. Вот почему в последние годы органическое сельское хозяйство стало важным направлением в России, что обусловлено растущим интересом потребителей к экологически безопасным продуктам.

В июле 2023 г. была утверждена Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года. В этом документе подробно изложены стратегические цели, ключевые задачи и целевые индикаторы, связанные с развитием органического производства в стране [10]. Стратегия направлена на увеличение доли органической продукции на отечественном рынке, улучшение качества жизни населения и поддержку фермеров, занимающихся органическим сельским хозяйством.

Площадь органических сельскохозяйственных угодий в России в настоящее время достигает 655,5 тыс. га, что соответствует 14-му месту в глобальном рейтинге по этому показателю. В нашей стране лишь 0,2–0,5% пашни используется для производства органической продукции (в среднем в мире этот показатель составляет 1,6%, а в странах Европейского Союза – 10%) [4]. Тем не менее производство органической продукции постоянно растет (в среднем на 10% в год), потребность в таком сырье также ежегодно увеличивается, так как Россия имеет самый большой потенциал для выращивания такой продукции [1].

Правительство России имеет амбициозные планы сделать нашу страну одним из крупных экспортеров органических продуктов. В частности, цель состоит в том, чтобы занять 10% мирового рынка органических товаров к середине 2030-х годов, а для этого площадь органической пашни должна вырасти в 6,4 раза к 2030 г., что отмечено в Стратегии развития производства органической продукции [5, 9, 10].

Органическое земледелие строится по определенным принципам, которые имеют отличия от технологии возделывания культур в традиционном земледелии (исключается использование агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста, гормональных препаратов, генномодифицированных организмов). Структура посевных площадей, система севооборотов остаются главными звеньями органической системы земледелия [6, 7, 15]. В органическом земледелии производителям больше внимания приходится уделять профилактическим мероприятиям, чтобы избежать вспышки численности вредителей и болезней, заботиться о повышении поступления в почву негумифицированного органического вещества за счет сидеральных паров и пожнивной сидерации [3, 14].

Отказ от синтетических минеральных удобрений и химических пестицидов с одной стороны создает благоприятные условия для протекания естественных почвенных процессов, что является залогом высокого плодородия почвы и сохранения здоровой окружающей среды. Однако, с другой стороны, наблюдается рост популяций природных вредителей сельскохозяйственных культур, численность которых следует регулировать, увеличивая численность птиц и животных [6, 13].

Важной задачей органического производства является правильный выбор сортового ассортимента возделываемых культур. В последние годы селекция практически всех культур была направлена на повышение продуктивности за счет интенсификации факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственным производителям приходится эмпирическим путем искать сорта полевых культур, которые устраивали бы их по величине и качеству урожая. Эту проблему необходимо решать научным учреждениям и передовым хозяйствам, которые занимаются производством семенного материала [8, 11, 15].

Вследствие отказа от химических препаратов органическое земледелие не загрязняет почву и грунтовые воды, а в целом окружающую среду и, как следствие, улучшает социальные условия существования человечества. Производство органических продуктов учитывает почвенные и климатические особенности, наличие местных ресурсов, что способствует стабилизации агроландшафтов сельских территорий [1, 6].

Материалы и методы

С целью определения влияния биологических препаратов на почвенное плодородие и урожайность сои в 2021–2023 гг. проводили исследования в условиях стационарного опыта кафедры земледелия и защиты растений, заложенного на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета на выщелоченном среднесуглинистом черноземе с содержанием гумуса 4,12%, общего азота – 0,35%, pH солевой вытяжки – 5,23.

В соответствии со схемой опыта органический севооборот включал следующее чередование культур:

- 1) сидеральный пар (соя + горчица + суданская трава + овес);
- 2) озимая пшеница;
- 3) соя;
- 4) ячмень.

Опыт заложен в трехкратной повторности, размещение вариантов – последовательное в один ярус. Площадь опытных делянок – два гектара, площадь учетной делянки – 2000 м² (200 × 10 м).

В опытах применялась общепринятая для лесостепной зоны ЦЧР технология возделывания культур.

Объектом исследования являлись посевы сои районированного для Воронежской области сорта Воронежская 31. Схема опыта представлена в таблице.

Схема опыта

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Контроль – обработка семян чистой водой	Обработка семян: Organit P (0,5 л/га) + Organit N (0,5 л/га) + Pseudobacterin 3 (1,0 л/га) + Organit Rizo (1,0 л/га). Обработки по фазам развития сои: - формирование тройчатого листа: Organit P (1,0 л/т) + Organit N (1,0 л/т) + Organica S (0,5 л/т) + Pseudobacterin 3 (1,0 л/т) + Biodux organic (2 мл/т); - стеблевание: Organica S (1,5 л/га) + Organit P (2,0 л/га); - начало бутонизации: Organit P (2,0 л/га) + Organit N (2,0 л/га) + Pseudobacterin 3 (1,5 л/га) + Biodux organic (2 мл/т); - начало налива зерна первого яруса: Organit P (2,0 л/га) + Organit N (2,0 л/га) + Organica S (1,5 л/га) + Biodux organic (1 мл/т); - начало налива зерна среднего яруса: Organit P (2,0 л/га) + Organit N (2,0 л/га) + Organica S (1,5 л/га)	Общепринятая технология возделывания сои: - предпосевное внесение минерального удобрения нитроаммофоска (N₄₈P₄₈K₄₈); - обработка посевов гербицидом Корсар (1,5 л/га) и инсектицидом Шарпей (0,3 л/га)

Анализы почвенных образцов проводили по общепринятым методикам. В частности, численность почвенных микроорганизмов определяли по методике Е.З. Теппер [12].

Результаты и их обсуждение

Почва является саморегулирующейся средой, устойчивой к внешним воздействиям. При внесении извне энергетического материала в почву происходят изменения всех процессов, особенный интерес вызывают биологические изменения, так как в почву поступают препараты, изготовленные на основе различных групп микроорганизмов или их производных.

Микробиологические препараты за счет прямого действия или при выделении в почву физиологически активных веществ способствуют увеличению в почвенно-поглощающем комплексе подвижных элементов питания и улучшению питательного режима сои.

Бактерии, участвующие в разложении в почве энергетического материала в виде органических форм азота, обеспечивают вегетирующие растения азотом. Данные, касающиеся численности аммонификаторов за годы проведения исследования, приведены на рисунке 1.

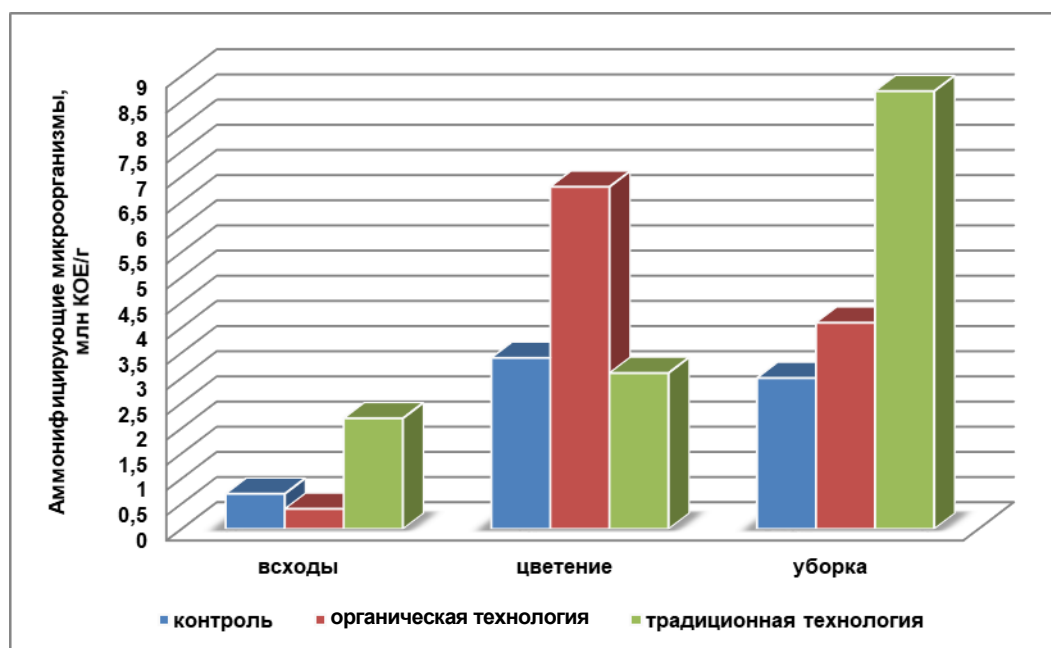


Рис. 1. Динамика численности аммонифицирующих микроорганизмов, млн КОЕ/г

Численность аммонифицирующих микроорганизмов при возделывании сои в первый год наблюдений была практически равной на всех вариантах, в том числе при традиционной технологии выращивания сои. Применение микробиологических препаратов в течение второго и третьего годов исследования имело эффект взаимодействия и приводило к росту аммонифицирующих микроорганизмов в период уборки сои: на варианте органической технологии возделывания отмечено их увеличение в 7,5 и 12,9 раза относительно контрольного варианта и варианта применения традиционной технологии соответственно. Полученные данные позволяют сделать вывод, что наблюдается такое явление, как синергизм, которое приводит к улучшению почвенных свойств при внесении препаратов на основе бактерий и грибов.

Аналогичная динамика, только с противоположным знаком, наблюдалась при развитии почвенных микромицетов (рис. 2).

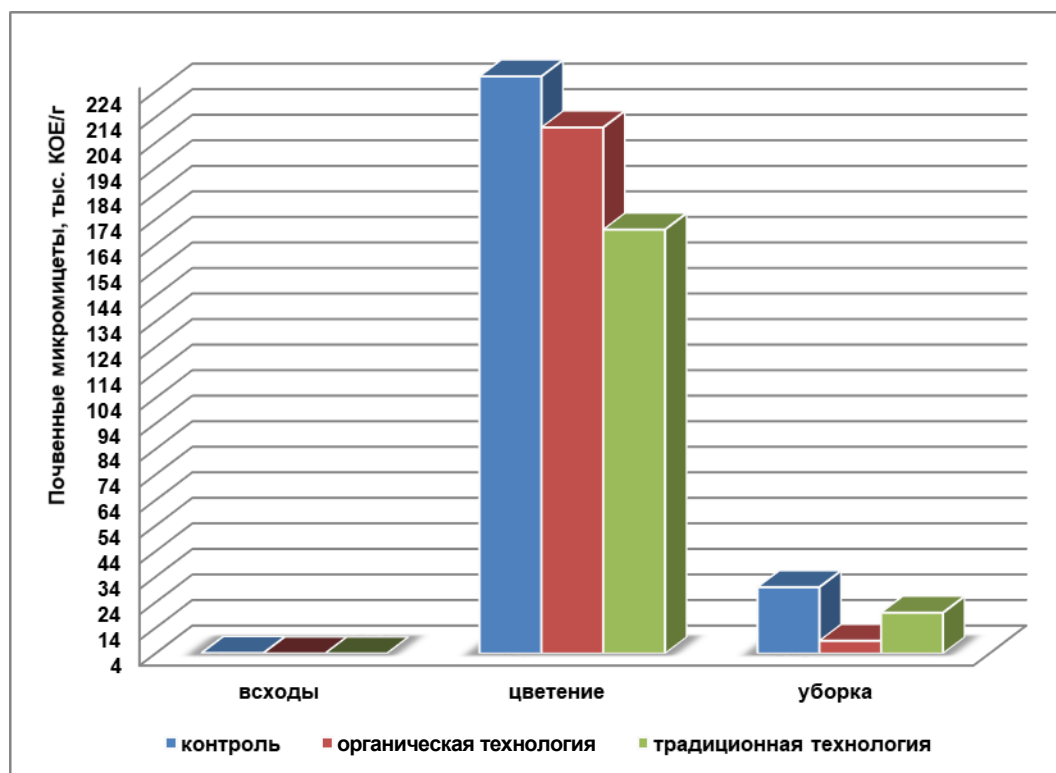


Рис. 2. Динамика численности почвенных микромицетов, тыс. КОЕ/г

Уже с первого года возделывания сои по технологии органического земледелия увеличивается фунгистатическая функция почвы. Бактериальная микрофлора развивается более интенсивно и подавляет рост численности почвенных микромицетов. За годы проведения наблюдений в период уборки сои микромицеты на варианте применения микробиологических препаратов развивались менее интенсивно: их количество было в 1,3 раза меньше по сравнению с другими вариантами.

Как известно, среди микромицетов имеются представители, вызывающие заболевания растений, к ним относятся микроорганизмы рода *Fusarium* (рис. 3).

Грибы рода *Fusarium* обладают высоким инфекционным началом. Накапливаясь в почве на растительных остатках, грибы вызывают развитие вредных плесеней, которые поражают разные части растений и семена, но чаще всего данное заболевание проявляется в виде корневых гнилей растений, что приводит к снижению величины и качества урожая, падению эффективности и, как следствие, рентабельности производства.

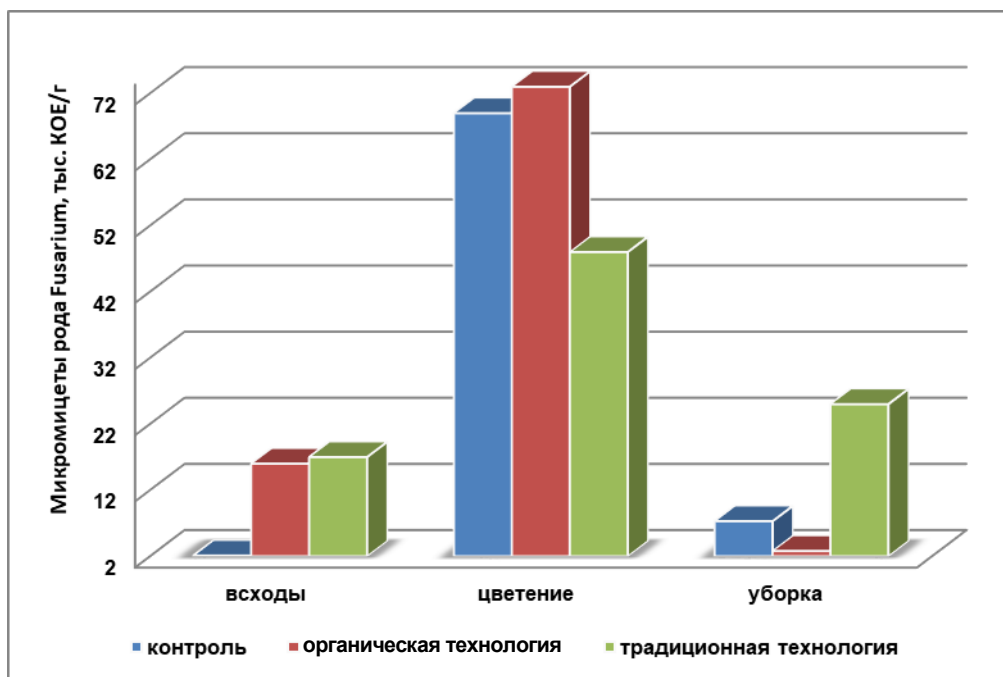


Рис. 3. Динамика численности микромицетов рода *Fusarium*, тыс. КОЕ/г

За три года наблюдений не удалось установить определенную закономерность в динамике развития микромицетов рода *Fusarium*. Следует отметить высокую эффективность микробиологических препаратов, которые подавляли развитие патогенных грибов и не уступали химическим препаратам, применение которых значительно увеличивает экологическую нагрузку на агроландшафты и снижает видовое разнообразие животного и растительного мира.

Соя является требовательной к плодородию почвы и наличию доступных элементов питания культурой. При отсутствии подвижных питательных веществ соя снижает свою продуктивность. Данные, касающиеся урожайности сои по годам проведения исследования, представлены на рисунке 4.

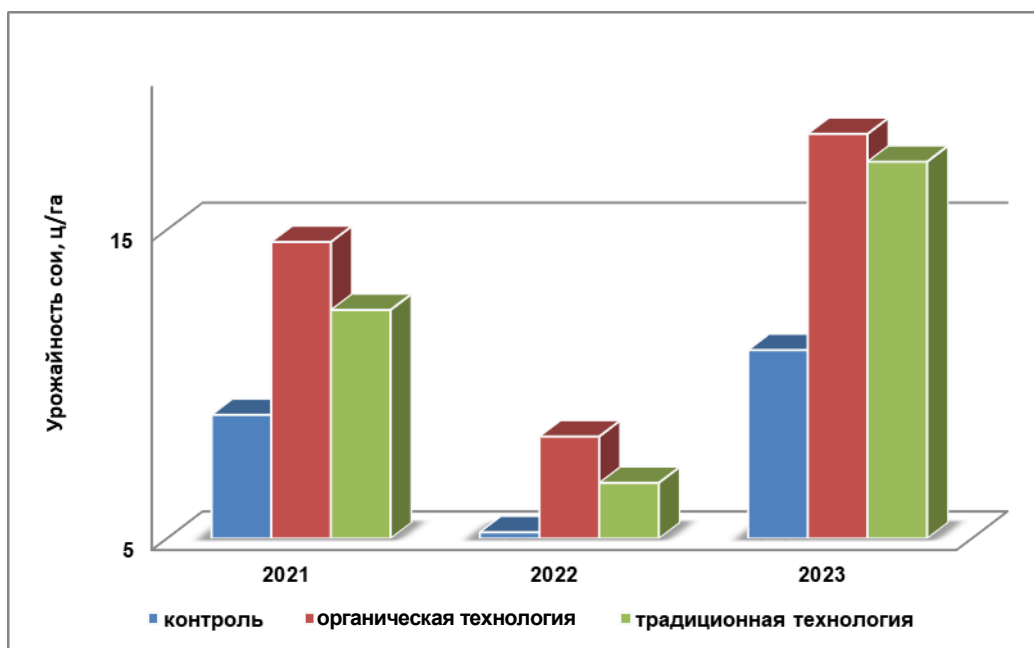


Рис. 4. Урожайность сои по годам проведения исследования, ц/га

За трехлетний период наблюдений выявлено следующее:

- самая низкая урожайность получена на контрольном варианте при отсутствии поступления энергетического материала извне;
- исследуемые микробиологические препараты оказали положительное влияние на продуктивность сои на варианте применения органической технологии, где перевод труднорастворимых соединений фосфора и калия в легкоусвояемые формы обеспечивал растения доступными элементами питания. При этом полученные данные позволяют сделать вывод, что наблюдается такое явление, как синергизм, которое приводит к улучшению почвенных свойств при внесении препаратов на основе бактерий и грибов;
- традиционная технология возделывания сои требует дополнительных затрат в виде минеральных удобрений и химических препаратов для защиты растений от вредных объектов, что ухудшает экологическую составляющую агроландшафтов.

Таким образом, возделывание сои по технологии органического земледелия позволяет получать удовлетворительный урожай при высоком качестве соевых бобов, которые можно широко использовать в перерабатывающих отраслях. Отказ от синтетических минеральных удобрений и химических пестицидов создает благоприятные условия для протекания естественных почвенных процессов, что является залогом высокого плодородия почвы и сохранения здоровой окружающей среды.

Список источников

1. Бридская П.О., Бессонова Е.А., Жахов Н.В. Переход к зеленой экономике: анализ перспектив развития органического сельского хозяйства в России // Мир экономики и управления. 2023. № 23(3). С. 5–20. DOI: 10.25205/2542-0429-2023-23-3-5-20.
2. Войтюк В.А., Кондратьева О.В., Слинко О.В. Органическое сельское хозяйство в России: вызовы и возможности // АгроЭкоИнженерия. 2024. № 3(120). С. 19–32.
3. Кондратьева О.В., Рыжков Д.В., Войтюк В.А. и др. Перспективы развития производства сельскохозяйственной продукции с улучшенными характеристиками // Техника и оборудование для села. 2024. № 6(324). С. 6–9.
4. Коржов С.И. Возделывание зерновых культур по технологии органического земледелия: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. 73 с.
5. Лисовский С. Госдума: в центре внимания – органическое земледелие [Электронный ресурс] // Официальный сайт Сергея Лисовского. Дата публикации: 28.05.2018. URL: http://www.lisovsky.ru/2/nid/1/news/news_1206.html (дата обращения: 20.01.2025).
6. Лукин С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // Земледелие. 2021. № 1. С. 11–15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103.
7. Мистратова Н.А., Ступницкий Д.Н., Яшин С.Е. Органическое земледелие в России (обзорная статья) // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11. С. 100–107. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-100-107.
8. Никитин Д.А., Семенов М.В., Чернов Т.И. и др. Микробиологические индикаторы экологических функций почв (обзор) // Почвоведение. 2022. № 2. С. 228–243. DOI: 10.31857/S0032180X22020095.
9. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 03.08.2018 № 280-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017 (дата обращения: 20.01.2025).
10. Об утверждении Стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 04.07.2023 № 1788-р (ред. от 08.05.2025) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_452275/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения: 20.01.2025).
11. Таринов К.А. Особенности и цели органического сельского хозяйства // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». 2024. № 1(120). С. 60–69. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-120-60-69.
12. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для студентов вузов. Москва: Дрофа, 2004. 256 с.
13. Харченко А. Органическое направление не решит проблем российского земледелия: Доклад на Форуме по органическому сельскому хозяйству (г. Суздаль) 23 июня 2018 г. [Электронный ресурс] // Всероссийский фермер. Интернет-журнал. Дата публикации: 24 сентября 2018 г. URL: http://vfermer.ru/rubrics/nauka/nauka_89.html (дата обращения: 20.01.2025).

14. Хомутова Т.Э., Чернышова Е.В., Каширская Н.Н. и др. Факторы, определяющие варьирование микробной биомассы в современных и погребенных почвах степной зоны // Почвоведение. 2024. № 1. С. 127–141. DOI: 10.31857/S0032180X24010108.
15. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Окунева А.А. Влияние биологизации земледелия на продуктивность зернопропашного севооборота // Земледелие. 2023. № 3. С. 12–16. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-3-12-16.

References

1. Bridskaya P.O., Bessonova E.A., Zhakhov N.V. Transition to a Green Economy: an analysis of the prospects for the development of organic agriculture in Russia. *World of Economics and Management*. 2023;23(3):5-20. DOI: 10.25205/2542-0429-2023-23-3-5-20. (In Russ.).
2. Voytyuk V.A., Kondratieva O.V., Slinko O.V. Organic agriculture in Russia: challenges and opportunities. *AgroEcoEngineering*. 2024;3(120):19-32 (In Russ.).
3. Kondratieva O.V., Ryzhkov D.V., Voytyuk V.A. et al. Prospects for the development of the production of agricultural products with improved characteristics. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2024;6(324):6-9. (In Russ.).
4. Korzhov S.I. Cultivation of grain crops using organic farming technology: monograph. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2023. 73 p. (In Russ.).
5. Lisovsky S. State Duma: organic farming is in the spotlight. Lisovsky S. Official Website. Publication date: 28.05.2018. URL: http://www.lisovsky.ru/2/nid/1/news/news_1206.html. (In Russ.).
6. Lukin S.V. Influence of agriculture biologization on soil fertility and productivity of agroecosystems (Belgorod experience). *Zemledelie*. 2021;1:11-15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103. (In Russ.).
7. Mistratova N.A., Stupnitsky D.N., Yashin S.E. Organic farming in Russia (review article). *Bulletin of KrasGAU*. 2021;11:100-107. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-100-107. (In Russ.).
8. Nikitin D.A., Semenov M.V., Chernov T.I. et al. Microbiological indicators of ecological functions of soils (review). *Eurasian Soil Science*. 2022;2:228-243. DOI: 10.31857/S0032180X22020095. (In Russ.).
9. On Organic Products and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of 03.08.2018 No. 280-FZ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017. (In Russ.).
10. On approval of the Strategy for the Development of Organic Production in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of 04.07.2023 No. 1788-r (as amended on 08.05.2025). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_452275/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/. (In Russ.).
11. Tatarinov K.A. Features and objectives of organic agriculture. *Scientific and practical journal "Vestnik IrGSHA"*. 2024;1(120):60-69. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2024-120- 60-69. (In Russ.).
12. Tepper E.Z. Practical training on microbiology: textbook for university students. Moscow: Drofa Publishers; 2004. 256 p. (In Russ.).
13. Kharchenko A. Organic technologies will not solve the problems of Russian agriculture: A report at the Forum on Organic Agriculture (Suzdal) on June 23, 2018. All-Russian Farmer. Online magazine. Publication date: September 24, 2018. URL: http://vfermer.ru/rubrics/nauka/nauka_89.html. (In Russ.).
14. Khomutova T.E., Chernyshova E.V., Kashirskaya N.N. et al. Factors of microbial biomass variation of in recent and buried soils of the steppe zone. *Eurasian Soil Science*. 2024;57(1):128-140. DOI: 10.31857/S0032180X24010108. (In Russ.).
15. Chuyan N.A., Breskina G.M., Okuneva A.A. The influence of biologization of agriculture on the productivity of grainrowed crop rotation. *Zemledelie*. 2023;3:12-16. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-3-12-16. (In Russ.).

Информация об авторах

С.И. Коржов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», korzem@mail.ru.

Е.А. Гранкин – аспирант кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», grankin.ewg005@mail.ru.

Information about the authors

S.I. Korzhov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, korzem@mail.ru.

E.A. Grankin, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, grankin.ewg005@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 02.07.2025; одобрена после рецензирования 26.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 02.07.2025; approved after reviewing 26.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Коржов С.И., Гранкин Е.А., 2025

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.559:631.526.32:633.367.3(470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_28

EDN: QXQBLQ

Особенности роста, развития и формирования урожая у сортов люпина белого в условиях юго-западной части ЦЧР

Александр Александрович Муравьев^{1✉}, Сабир Вагидович Кадыров²,
Ольга Сергеевна Кузьмина³, Валентина Алексеевна Сергеева⁴

^{1, 3, 4} Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,
Белгород, Россия

² Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ Aleksandr16_1988@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследования, проведенного в 2018–2020 гг. на черноземе типичном в условиях юго-западной части ЦЧР с целью выявления особенностей роста, развития, формирования урожая, а также определения эффективности возделывания современных сортов люпина белого. Изучены высокопродуктивные сорта люпина белого селекции ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева и ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса: Дега (St), Мичуринский и Алы парус. При выполнении полевых экспериментов применяли общепринятую технологию возделывания люпина. Учеты и наблюдения в опыте проводили по общепринятым методикам. Показатель линейного роста растений сортов люпина белого имел довольно контрастные значения и зависел как от сорта, так и от условий вегетационного периода. У всех исследуемых сортов показатель высоты растений был больше, чем у сорта-стандарта Дега. В среднем за три года максимальный линейный рост (53,3 см) и масса воздушно-сухого вещества (21,5 г/раст.) отмечены у растений люпина сорта Алы парус в фазе образования бобов. Симбиотическая активность у сортов люпина белого находилась на довольно хорошем уровне, ее максимальная эффективность отмечена в фазе цветения у всех сортов. Максимальное количество клубеньков на корнях растений люпина в фазе образования бобов отмечено у сорта Алы парус (11,2 шт./раст.), они дольше сохраняли симбиотическую активность и были более крупными. Урожайность сортов люпина белого в опыте не имела существенных межсортных различий только в неблагоприятном 2019 г. В 2018 и 2020 гг., а также в среднем за период исследований выявлены преимущества сорта Алы парус, который сформировал большую урожайность – 2,29 т/га. При возделывании данного сорта получен самый высокий коэффициент биоэнергетической эффективности – 2,4, что позволяет рекомендовать его для возделывания в условиях сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: люпин, сорта, линейный рост, масса воздушно-сухого вещества, число и масса клубеньков, урожайность, биоэнергетическая эффективность

Для цитирования: Муравьев А.А., Кадыров С.В., Кузьмина О.С., Сергеева В.А. Особенности роста, развития и формирования урожая у сортов люпина белого в условиях юго-западной части ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 28–34. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_28–34.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Features of growth, development and yield formation of white lupine varieties in the southwestern part of the Central Chernozem Region

Aleksandr A. Muravyov^{1✉}, Sabir V. Kadyrov²,
Olga S. Kuzmina³, Valentina A. Sergeeva⁴

^{1, 3, 4} Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russia

² Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ Aleksandr16_1988@mail.ru✉

Abstract. The results of studies conducted in 2018–2020 on typical chernozem in the southwestern part of the Central Chernozem Region are presented in order to identify the features of growth, development, and yield formation, as well as to determine the effectiveness of cultivation of modern varieties of white lupine. Highly productive varieties of white lupine bred in Moscow Timiryazev Agricultural Academy and Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology have been studied: Dega (St), Michurinsky and Alyi Parus.

During experimental studies, generally accepted technology of cultivation of lupine was used. Experimental records and observations were carried out according to generally accepted methods. The linear growth of plants of white lupine varieties had rather contrasting values and depended both on the variety and on the conditions of the growing season. In all the studied varieties, the plant height exceeded the Dega variety figures. On average, for three years, the maximum linear growth (53.3 cm) and the mass of air-dry matter (21.5 g/plant) were observed in lupine plants of the Alyi Parus variety during the bean formation phase. Symbiotic activity in white lupine varieties was at a fairly good level, the maximum effectiveness was noted in the flowering phase in all the studied varieties. The maximum number of nodules on the roots of lupine plants during the bean formation phase was noted in the Alyi Parus variety (11.2 pcs./plant), they retained symbiotic activity longer and were larger. Crop yields of white lupine varieties in the experiment did not have significant intervarietal differences only in unfavorable 2019. In 2018 and 2020, as well as on average during the research period, the advantages of the Alyi Parus variety were revealed, which generated a high yield of 2.29 t/ha. When cultivating the Alyi Parus variety, the highest coefficient of bioenergetic efficiency was obtained, i.e. 2.4, which makes it possible to recommend it for cultivation in agricultural production conditions.

Keywords: lupine, varieties, linear growth, air-dry matter weight, number and weight of nodules, yield, bioenergetic efficiency

For citation: Muravyov A.A., Kadyrov S.V., Kuzmina O.S., Sergeeva V.A. Features of growth, development and yield formation of white lupine varieties in the southwestern part of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):28-34. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_28-34.

Введение
Растущий производственный интерес к кормовому люпину во многих странах мира способствует частичному решению проблемы дефицита высококачественного белка для пищевых и кормовых целей. Вынужденная необходимость импорта сои и продуктов ее переработки медленными темпами приводили отечественных растениеводов к поиску путей снижения белковой зависимости путем интродукции новых видов зерновых бобовых в Российской Федерации [1, 6, 9].

Одной из таких относительно молодых, новых культур Центрального Черноземья, которую можно выделить как перспективную и адаптивную к различным почвенным и климатическим условиям, является люпин белый. Данная культура предъявляет невысокие требования к почвенному плодородию, формирует хорошо развитую мощную корневую систему, благодаря которой является рекордсменом по фиксации азота из воздуха, а следовательно, отличным предшественником. Корневая система люпина за счет корневых выделений способна усваивать фосфор и другие элементы, недоступные другим культурам, переводя их в доступную форму для последующих культур [3, 8, 9].

Перспективно и использование семян люпина в кормлении различных видов сельскохозяйственных животных [2], приготовлении продуктов питания для человека. Особую актуальность в настоящее время эта культура приобретает в условиях постоянного роста цен на ГСМ, средства химизации и применение дорогих энергоемких азотных и комплексных удобрений, так как люпин можно возделывать без их применения [5, 9, 10].

Важным направлением в совершенствовании технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и люпина белого, является такой мало затратный агротехнический прием, как подбор сортов, который позволяет повысить урожайность и эффективность возделывания без существенных затрат.

Полевые опыты проведены в 2018–2020 гг. на территории Белгородского государственного аграрного университета в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона в различающихся условиях вегетационных периодов. Погодные условия были вполне типичными, за исключением 2019 г., когда в критический период по отношению к влаге для люпина белого стояла жаркая погода, что отрицательно сказалось на формировании бобов.

Почвы опытного участка представлены черноземом типичным среднесильным среднегумусным (4,7%) легкосуглинистого гранулометрического состава со средним содержанием основных элементов питания при pH = 5,4.

Объектами исследования были следующие сорта люпина:

- Дега – сорт-стандарт (заявители-оригинаторы – ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса);
- Мичуринский (заявитель-оригинатор – ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса);
- Алый парус (заявитель-оригинатор – ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса).

Семена сортов люпина белого высевали в оптимальные сроки сеялкой СЗ-3,6 на глубину 3–4 см, норма высева – 1,3 млн всхожих семян на 1 га.

Площадь деланки составляла 36,5 м², учетной – 35 м², размещение – систематическое, повторность – четырехкратная. Предшественник – яровая пшеница.

При проведении экспериментальных исследований применяли общепринятую технологию возделывания люпина. Учеты и наблюдения в опыте осуществляли по общепринятым методикам [4, 6, 7].

Уборку урожая проводили комбайном Sampo серии SR 2010 поделочно, со взвешиванием семян со всей деланки, с последующим пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность.

Цель исследования – выявить особенности роста, развития, формирования урожая, а также определить эффективность возделывания современных сортов люпина белого в условиях лесостепи ЦЧР.

Результаты и их обсуждение

В соответствии с утвержденной программой было предусмотрено проведение наблюдений за линейным ростом растений люпина разных сортов, так как этот показатель позволяет определить их реакцию на особенности условий вегетационного периода. В наших опытах высота различалась в зависимости от сорта и фазы развития растений люпина. В фазе нарастания листьев высота растений сортов люпина белого изменялась в 2018 г. от 10,5 до 15,3 см, в 2019 г. – от 9,7 до 13,2 см и была минимальной у всех сортов за все годы. В 2020 г. этот показатель варьировал от 12,6 до 15,8 см и был максимальным в этом году.

В среднем за 2018–2020 гг. линейный рост люпина всех изучаемых сортов находился в интервале от 42,3 до 72,7 см. Максимальные значения этого показателя отмечены в фазе образования бобов, при этом самые низкие из них – в 2019 г., а самые высокие – в 2020 г. В среднем за три года линейный рост растений сортов люпина белого в зависимости от фазы развития изменялся от 10,9 до 63,3 см (табл. 1).

В фазе нарастания листьев у растений стандартного сорта Дега высота была минимальной и составила 10,9 см. Высота растений люпина сорта Мичуринский в этой фазе достигала 13,2 см (на 2,3 см больше стандарта), сорта Алый парус – 14,8 см (на 3,9 см выше стандарта) и была наибольшей среди изучаемых сортов. Среднесортная высота в этой фазе составила 13 см. Такая же тенденция высоты растений по сортам наблюдалась и в фазы ветвления, бутонизации и цветения белого люпина. По мере развития растений различия в высоте становились более наглядными. Например, в фазе цветения высота растений сорта Алый Парус была больше, чем сорта Мичуринский на 6,5 см и сорта Дега – на 18,6 см.

Таблица 1. Линейный рост растений люпина белого (2018–2020 гг.)

Сорт	В среднем на одно растение по фазам развития, см				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Дега, St	10,9	16,1	27,0	31,6	49,6
Мичуринский	13,2	22,4	33,9	43,7	58,6
Алый парус	14,8	24,6	36,9	50,2	63,3
В среднем по сортам	13,0	21,0	32,6	41,8	57,2

Линейный рост растений белого люпина прекращается в фазе образования бобов, когда растения всех сортов были наиболее высокими. Самыми низкорослыми (57,2 см) были растения сорта Дега (St). Высота растений сорта Мичуринский на 9 см превышала стандарт и составляла 58,6 см. Максимальную высоту сформировали растения сорта Алый парус – 63,3 см, что на 13,7 см было больше стандарта и на 4,7 см больше, чем у сорта Мичуринский. В 2018 и 2020 гг. по величине линейного роста отмечены существенные достоверные различия растений сорта Алый парус по отношению к другим сортам начиная с фазы ветвления, в 2019 г. различия были лишь между сортами Алый парус и Дега, а с сортом Мичуринский различия были в пределах ошибки опыта.

По величине массы воздушно-сухого вещества наблюдались различия как по сортам, так и по годам исследований. В фазе цветения в 2019 г. этот показатель был наименьшим и варьировал по сортам от 14,2 до 16,7 г/раст., в 2020 г. был несколько выше – от 17,2 до 18,7 г/раст., а в 2018 г. был максимальным и изменялся от 18,2 до 19,3 г/раст.

В фазе образования бобов динамика накопления массы воздушно-сухого вещества несколько изменилась. В 2019 г. этот показатель был минимальным (от 17,2 до 18,7 г/раст.), несколько большим – в 2018 г. (от 21,5 до 23,7 г/раст.) и максимальным – в 2020 г. (от 22,7 до 25,4 г/раст.) (табл. 2).

Таблица 2. Накопление массы воздушно-сухого вещества растениями люпина белого (2018–2020 гг.)

Сорт	В среднем на одно растение по фазам развития, г/раст.				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Дега, St	1,7	3,4	5,4	16,7	20,6
Мичуринский	2,0	3,7	6,3	17,2	21,2
Алый парус	2,3	4,0	7,1	18,2	22,6
В среднем по сортам	2,0	3,7	6,3	17,4	21,5

Различия по накоплению массы воздушно-сухого вещества между сортами начали проявляться в самые ранние фазы развития растений. Во все фазы роста выделялся сорт Алый Парус. В фазе бутонизации у растений сортов Мичуринский и Алый парус величина этого показателя превышала стандарт (5,4 г/раст.) соответственно на 0,9 и 1,7 г/раст. и составляла 6,3 и 7,1 г/раст. Данная тенденция сохранялась и в последующие фазы развития. Максимальную массу воздушно-сухого вещества (22,6 г/раст.) в фазе образования бобов сформировали растения сорта Алый парус, что превысило показатели сорта Мичуринский и сорта-стандарта соответственно на 1,4 и 2,0 г/раст.

Важное значение для роста и развития зерновых бобовых культур, в том числе и люпина белого, имеет симбиотический аппарат. От его функционирования зависит снабжение растений одним из важнейших элементов – азотом. В наших опытах было предусмотрено проведение подсчета количества клубеньков и определение их массы у сортов растений люпина белого по фазам развития. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в фазы нарастания листьев и цветения все клубеньки имели розовую окраску, что подтверждает наличие леггемоглобина и активности клубеньков, в более поздней фазе часть клубеньков имела серую окраску, что свидетельствует об их отмирании.

В фазе цветения, когда активность симбиотического аппарата максимальна, в среднем за три года число клубеньков варьировало от 9,6 до 12,1 шт./раст. (табл. 3). Меньше клубеньков было обнаружено на корнях растений люпина сорта Дега – 9,6 шт./раст., больше – у растений сорта Алый парус – 12,1 шт./раст.

Таблица 3. Число клубеньков и их масса на корнях растений люпина белого (2018–2020 гг.)

Сорт	Фенологические фазы			
	нарастание листьев	цветение	образование бобов	
			всего	активных
Число клубеньков, шт./раст.				
Дега, St	7,1	9,6	11,5	7,8
Мичуринский	8,0	10,7	13,0	9,7
Алый парус	9,3	12,1	15,1	11,2
Масса клубеньков, мг/раст.				
Дега, St	11,4	19,9	33,1	25,1
Мичуринский	14,5	22,2	42,1	33,1
Алый парус	16,4	24,0	46,6	36,6

В фазе цветения масса клубеньков была минимальной у растений сорта-стандарта Дега – 19,9 мг/раст., сорта Мичуринский – на 2,3 мг/раст. больше – 22,2 мг/раст., а максимальное значение этого показателя отмечено у растений сорта Алый парус – 24,0 мг/раст., или больше значений стандарта и сорта Мичуринский соответственно на 4,1 и 1,8 мг/раст.

В фазе образования бобов активность клубеньков у люпина белого снижалась, часть их становилась неактивной: у сорта Дега клубеньков насчитывалось 11,5 шт./раст., а активными были лишь 7,8 шт./раст., хотя их размеры и масса были больше. Максимальное число активных клубеньков (11,2 шт./раст.) и их масса (36,6 мг/раст.) в этой фазе были у люпина сорта Алый парус.

Так же как остальные показатели, урожайность варьировала в зависимости от сорта по годам. В менее благоприятном 2019 г. среднесортная величина урожая была на уровне 1,51 т/га, межсортная варьировала от 1,37 т/га (стандарт) до 1,63 т/га у сорта Алый парус и не имела существенных достоверных различий ($НСР_{05} 0,85$). В более благоприятном 2018 г. среднесортная урожайность составила 2,17 т/га, в то время как у растений сортов Дега и Мичуринский этот показатель был соответственно на уровне 1,96 и 1,99 т/га и не имел существенных различий со стандартом ($НСР_{05} = 0,11$). Существенная прибавка урожая получена у сорта Алый парус в сравнении и со стандартом (+0,30 т/га), и с сортом Мичуринский (+0,27 т/га) при $НСР_{05}$, равной 0,11 (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность сортов люпина белого, т/га (2018–2020 гг.)

Сорт	Годы			Средняя
	2018	2019	2020	
Дега, St	1,96	1,37	2,38	1,90
Мичуринский	1,99	1,52	2,76	2,09
Алый парус	2,26	1,63	2,98	2,29
В среднем по сортам	2,17	1,51	2,71	2,13
$НСР_{05}$	0,11	0,85	0,18	–

В благоприятном 2020 г. сорта люпина белого сформировали максимальную урожайность, которая в среднем по сортам составила 2,71 т/га. У сорта Мичуринский урожайность была на уровне 2,76 т/га, что существенно превышало показатель сорта-стандарта – на 0,38 т/га ($НСР_{05} = 0,18$). У сорта Алый парус была получена максимальная по опыту урожайность – 2,98 т/га, что превышало показатели и сорта-стандарта, и сорта Мичуринский соответственно на 0,60 и 0,22 т/га.

В среднем за три года урожайность люпина сорта Мичуринский составила 2,09 т/га и была больше стандарта на 0,19 т/га (1,90 т/га). Максимальная урожайность (2,29 т/га) отмечена у люпина сорта Алый парус, этот показатель превышал значения стандарта и сорта Мичуринский соответственно на 0,39 и 0,20 т/га.

Для более объективного обоснования внедрения новых сортов люпина белого было предусмотрено проведение оценки биоэнергетической эффективности их возделывания, результаты которой представлены в таблице 5.

Таблица 5. Биоэнергетическая эффективность возделывания люпина белого изучаемых сортов (2018–2020 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Выход		Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент биоэнергетической эффективности, %
		кормовых ед., т/га	обменной энергии, ГДж/га			
Дега, St	1,90	2,1	27,6	12,9	14,7	2,1
Мичуринский	2,09	2,3	30,3	13,4	16,9	2,3
Алый парус	2,29	2,5	33,2	13,8	19,4	2,4

В среднем за 2018–2020 гг. сбор кормовых единиц зависел от уровня урожайности определенного сорта и варьировал от 2,1 т/га у сорта-стандарта Дега до 2,5 т/га у сорта Алый парус. Затраты совокупной энергии в зависимости от сорта колебались от 12,9 до 13,8 ГДж/га. Выход обменной энергии с гектара у сорта Дега составил 27,6 ГДж, у сортов Мичуринский и Алый парус – соответственно 30,3 и 33,2 ГДж. Разность между выходом и затратами энергии позволила установить прирост общей энергии в зависимости от сорта – от 14,7 ГДж/га (сорт-стандарт) до 19,4 ГДж/га (сорт Алый парус).

Коэффициент биоэнергетической эффективности показывает отношение выхода обменной энергии к затратам. Возделывание всех сортов люпина белого было энергетически эффективно, о чем свидетельствуют значения данного коэффициента, который в среднем за три года был максимальным при возделывании люпина сорта Алый парус – 2,4.

Таким образом, проведенное исследование позволило установить особенности формирования растениями люпина белого линейного роста, массы воздушно-сухого вещества, числа и массы клубеньков на корнях растений, а также выявить лучший по урожайности (2,29 т/га) и коэффициенту биоэнергетической эффективности (2,4) сорт Алый парус и рекомендовать его для возделывания в условиях производства.

Список источников

1. Гатаулина Г.Г., Бельшикина М.Е., Медведева Н.В. Влияние погодных условий на стабильность урожайности у сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 6. С. 16–28. DOI: 10.26897/0021-342X-2017-6-16-28.
2. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин – перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 10. С. 49–51.
3. Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В. Семенная продуктивность и адаптивность сортов люпина белого в условиях Центрально-Черноземного региона // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 1(6). С. 67–78. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-67-78.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Дубинкина Е.А., Беляев Н.Н. Люпин белый и люпин узколистный в условиях Тамбовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1(25). С. 103–106.
6. Кадыров С.В., Федотов В.А. Инновационные агротехнологии: состояние и перспективы развития // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития: Юбилейный сборник научных трудов: материалы международной научно-практической конференции факультета агрономии, агрохимии и экологии (Воронеж, 24 сентября 2019 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 15–22.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур; под общ. ред. М.А. Федина. Москва: [Б. и.], 1985. 248 с.
8. Такунов И.П. Люпин в земледелии России: монография. Брянск: Придесенье, 1996. 370 с.
9. Титова В.И., Дабахова Е.В., Титова Е.О. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна белого люпина сорта Дега // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3(31). С. 42–47. DOI: 10.18286/1816-4501-2015-3-42-47.
10. Титова Е.О. Урожайность и качество зерна сортов белого люпина при выращивании его на дерново-подзолистой почве Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3(7). С. 8–13.

References

1. Gataylina G.G., Belyshkina M.E., Medvedeva N.V. Effect of weather conditions on yield stability of white lupine cultivars (*Lupinus albus* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2017;6:16-28. DOI: 10.26897/0021-342X-2017-6-16-28. (In Russ.).
2. Gataylina G.G., Medvedeva N.V. White lupine as a promising feed crop. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2008;10:49-51. (In Russ.).
3. Gataylina G.G., Shitikova A.V., Medvedeva N.V. Seed productivity and adaptability of varieties of white lupine in the conditions of the Central Chernozem zone. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2022;1(6):67-78. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-67-78. (In Russ.).
4. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th edition, revised and enlarged Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351 p. (In Russ.).
5. Dubinkina E.A., Belyaev N.N. White lupine and blue lupine in conditions of Tambov region. *Legumes and Groat Crops*. 2018;1(25):103-106. (In Russ.).
6. Kadyrov S.V., Fedotov V.A. Innovative agricultural technologies: state and prospects of development. In: 100th Anniversary of the Department of Plant Growing, Forage Production and Agricultural Technologies: Results and Prospects for Innovative Development: Anniversary Collection of Scientific Papers: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference of the Faculty of Agronomy, Agrochemistry and Ecology. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2019:15-22. (In Russ.).
7. Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops; under the general editorship of M.A. Fedin. Moscow: [S. L.]; 1985. 248 p. (In Russ.).
8. Takunov I.P. Lupine in Russian agriculture: monograph. Bryansk: Pridesenie Publishers; 371 p. (In Russ.).
9. Titova V.I., Dabakhova E.V., Titova E.O. Effect of micronutrients on yield and grain quality of white lupine Dega variety. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2015;3(31):42-47. DOI: 10.18286/1816-4501-2015-3-42-47. (In Russ.).
10. Titova E.O. Yield and grain quality of white lupine varieties in its cultivation on sod-podzolic soil in Nizhny Novgorod region. *Vestnik of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy*. 2015;3(7):8-13. (In Russ.).

Информация об авторах

А.А. Муравьев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Aleksandr16_1988@mail.ru.
С.В. Кадыров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ksabir@yandex.ru.
О.С. Кузьмина, кандидат технических наук, старший преподаватель агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», osk9592@mail.ru.
В.А. Сергеева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», sergeeva.v.0809@yandex.ru.

Information about the authors

A.A. Muravyov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Faculty of Agronomy, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Aleksandr16_1988@mail.ru.
S.V. Kadyrov, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor, the Dept. of Crop Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksabir@yandex.ru.
O.S. Kuzmina, Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer, Faculty of Agronomy, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, osk9592@mail.ru.
V.A. Sergeeva, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Faculty of Agronomy, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, sergeeva.v.0809@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 15.07.2025; одобрена после рецензирования 20.09.2025; принята к публикации 05.10.2025.

The article was submitted 15.07.2025; approved after reviewing 20.09.2025; accepted for publication 05.10.2025.

© Муравьев А.А., Кадыров С.В., Кузьмина О.С., Сергеева В.А., 2025

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И
КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 504.38:631.445.42(470.324)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_35

EDN: QYWIEC

**Мониторинг региональных изменений климата и
физико-химических показателей чернозема выщелоченного
в условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья****Елена Сергеевна Гасанова^{1✉}, Нина Викторовна Стекольников²,
Константин Егорович Стекольников³, Николай Георгиевич Мязин⁴**^{1, 2, 3, 4} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия¹ upravlenieopm@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследований, проведенных с целью изучения тенденций изменения климата и физико-химических показателей чернозема выщелоченного в условиях стационарного полевого опыта кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Воронежского ГАУ (лесостепная зона ЦЧР). Выполнен ретроспективный и статистический анализ многолетних метеорологических данных и физико-химических показателей почв стационара с 1987 по 2022 г. Рассчитаны среднееголетние данные по температуре воздуха и количеству осадков за вегетационные периоды шести ротаций севооборота. Установлена тенденция повышения средней температуры года и вегетационного периода начиная с третьей ротации севооборота (1999–2005 гг.). К шестой ротации (2017–2022 гг.) имело место превышение среднееголетних значений температур на 10,5% за год и 16,4% за вегетационный период. Индекс континентальности составил 43,09, что свидетельствует о сохранении умеренно-континентального типа климата. Гидротермический коэффициент, который характеризует условия увлажнения вегетационного периода, изменялся от 0,54 до 1,69, что соответствует природной зональности от степи на южных черноземных и каштановых почвах до таежной зоны. Наряду с изменением метеорологических параметров следует отметить и изменение физико-химических свойств чернозема выщелоченного изучаемого участка. Так, на вариантах внесения минеральных удобрений наблюдался устойчивый процесс подкисления почвы. Использование дефеката совместно с органическими и минеральными туками ингибировало этот процесс. Содержание гумуса за шесть ротаций севооборота значительно не изменялось, однако отмечена существенная дифференциация гумусированности в зависимости от применяемой системы удобрений. Региональные мониторинговые наблюдения метеорологических условий в совокупности с почвенными исследованиями позволяют своевременно адаптировать современные агротехнологии к изменяющимся климатическим условиям без ощутимых потерь качества пахотных земель и урожайности возделываемых в регионах сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: изменение климата, температура воздуха, осадки, гидротермический коэффициент, индекс континентальности, стационарный опыт, физико-химические свойства

Для цитирования: Гасанова Е.С., Стекольников Н.В., Стекольников К.Е., Мязин Н.Г. Мониторинг региональных изменений климата и физико-химических показателей чернозема выщелоченного в условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 35–47. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_35–47.

4.1.3. AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PLANT
PROTECTION AND QUARANTINE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Monitoring of regional climate changes and physical & chemical
characteristics of leached chernozem in the conditions
of the forest-steppe of the Central Chernozem Region****Elena S. Gasanova^{1✉}, Nina V. Stekolnikova², Konstantin E. Stekolnikov³, Nikolay G. Myazin⁴**^{1, 2, 3, 4} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia¹ upravlenieopm@mail.ru✉

Abstract. The results of research conducted to study the trends of climate change, as well as physical & chemical properties of leached chernozem in the conditions of stationary field experiment of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology of Voronezh State Agrarian University (forest-steppe zone of the Central Chernozem Region) are presented. A retrospective and statistical analysis of long-term meteorological data and physical & chemical characteristics of the soil from 1987 to 2022 was performed. Long-term average data on air temperature and precipitation over the growing season of six rotation cycles of cropping system were calculated. It was found that the average temperature of the year and the growing season tended to increase starting from the third cycle of crop rotation (1999-2005). By the sixth cycle (2017-2022), the average annual temperature values exceeded 10.5% per year and 16.4% during the growing season. The continentality index was 43.09, which indicates the preservation of a moderate continental climate. The hydrothermal coefficient, which characterizes the humidification conditions of the growing season, varied from 0.54 to 1.69, which corresponds to the natural zonality from the steppe on southern chernozem and chestnut soils to the taiga zone. Along with the change in meteorological parameters, a change in physical & chemical properties of the leached chernozem of the studied area should also be noted. Thus, a steady process of soil acidification was observed after applying mineral fertilizers. The use of defecate in combination with organic and mineral fertilizers inhibited this process. The humus content did not change significantly during six cycles of crop rotation, however, there was a significant differentiation in humus content depending on the fertilizer system used. Regional monitoring observations of meteorological conditions combined with soil studies will allow timely adaptation of modern agricultural technologies to changing climatic conditions without significant losses in the quality of arable lands in the regions, as well as crop yields.

Keywords: climate change, air temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, continentality index, stationary experiment, physical & chemical characteristics

For citation: Gasanova E.S., Stekolnikova N.V., Stekolnikov K.E., Myazin N.G. Monitoring of regional climate changes and physical & chemical characteristics of leached chernozem in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):35-47. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_35-47.

Введение
Одной из самых обсуждаемых проблем как в мире ученых, так и в мире политиков являются глобальные климатические изменения, причины и последствия которых изучаются и анализируются многими исследователями.

Климатическая система планеты находилась в равновесии, когда поглощенное солнечное излучение уравновешивалось тепловым излучением Земли. Техническая революция спровоцировала нарушение данного баланса за счет значительного увеличения выбросов так называемых парниковых газов.

В настоящее время основными парниковыми газами являются углекислый газ CO_2 , метан CH_4 , хлорфторуглероды (фреоны) и оксид азота (I) N_2O . Считается, что антропогенный парниковый эффект на 57% обусловлен добычей и потреблением энергии, на 20% – промышленным производством, не связанным с энергетическим циклом, на 14% – сельскохозяйственной деятельностью и на 9% – исчезновением лесов [3].

Бесспорно, что современное потепление является закономерным процессом изменения климата на Земле. Исследователи отмечают, что содержание углекислого газа в глубинных слоях льдов Антарктиды доказывает, что стабильной температуры на Земле никогда не было. Однако следует признать, что антропогенное вмешательство играет значительную роль. По оценкам ученых, за 100 с лишним лет с начала индустриальной эпохи произошло повышение концентрации углекислого газа (вклад которого в парниковый эффект является самым существенным) более чем на 25%, при этом содержание CO_2 в атмосфере, несмотря на активную реализацию в мире природоохранных технологий, непрерывно возрастает на 0,5% в год (особенно в последние годы), а следовательно, человечество способствует потеплению климата [15].

По прогнозам ученых, удвоение содержания CO_2 в атмосфере может привести не только к повышению температуры (либо на 1,5–4,5, либо на 1,0–3,5 °C), но и к другим климатическим изменениям [13]. По данным ведущей европейской программы мониторинга окружающей среды – Службы изменения климата Европейского союза «Коперник»,

в 2024 г. был отмечен самый теплый период в истории метеонаблюдений, в то время как 2023 г. стал первым, превысившим границу среднемноголетней температуры доиндустриального периода, установленную Парижским соглашением 2015 г. (международным договором, направленным на сокращение и сдерживание изменения климата) на 1,5 °C [1].

Анализ данных Росгидромета позволяет говорить о потеплении и на территории России, при этом следует отметить ряд важных особенностей. Потепление над сушей в целом происходит быстрее, чем над океаном – темп роста среднегодовой глобальной приповерхностной температуры каждое десятилетие за период с 1976 по 2020 гг. над водой составлял 0,179 °C, а над сушей – 0,295 °C

Территория России теплеет почти вдвое быстрее, чем суша в целом – на 0,51 °C за десятилетие, причем каждое десятилетие с 1981 по 1990 г. было теплее предыдущего, а из 10 самых теплых лет 9 приходится на XXI век. Некоторое похолодание наблюдалось между 2005 и 2015 гг. в осенние сезоны, практически монотонное потепление отмечено весной и особенно летом. В целом можно говорить о том, что потепление происходит во все сезоны, однако на сезонные тренды накладываются значительные междесятилетние колебания, наиболее сильно выраженные зимой, когда после быстрого потепления между серединой 1970-х и серединой 1990-х произошло похолодание на большей части территории России, продлившееся до 2010 г. и обусловленное изменениями атмосферной циркуляции атлантико-европейского сектора.

В среднем на территории России увеличение количества осадков регистрировали во временном интервале с 1976 по 2020 г. как для годовых сумм, так и для сумм осадков в отдельные календарные сезоны. Наиболее выраженные изменения относятся к весенним периодам. Рост суточных максимумов осадков и связанных с ними показателей экстремальности проявлялся на значительной территории России в холодные сезоны (за исключением северо-востока и прибрежных территорий Восточной Арктики). Убывание количества осадков летом отмечено в южных районах Европейской территории России. Также на территории России наблюдали сокращение продолжительности залегания снежного покрова: с 1976 по 2020 г. – в среднем на 1,17 дня за каждые 10 лет [2].

Таким образом, изменение климата – это объективная реальность, которая может привести к ряду необратимых экологических нарушений, вот почему ее нельзя игнорировать. Следует отметить, что в связи с глобальным потеплением опубликованные работы посвящены в большей степени проблеме сокращения биологического разнообразия, но в отношении трансформации показателей плодородия почв таких работ практически нет.

Данный вопрос особенно актуален для Центрально-Черноземного региона с его плодородными черноземными почвами, так как он является одним из главных производителей сельскохозяйственной продукции в России и вносит существенный вклад в обеспечение ее продовольственной безопасности.

Методика эксперимента

Целью данной работы является мониторинг основных климатических и физико-химических показателей чернозема выщелоченного на территории одного из старейших стационарных опытов России – кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Воронежского ГАУ. Стационар заложен в 1987 г. для изучения влияния длительного применения различных доз минеральных и органических удобрений, а также кальциевого мелиоранта на показатели почвенного плодородия и урожайность сельскохозяйственных культур. Схема опыта, включающего 15 вариантов, представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема стационарного полевого опыта

Варианты опыта	Чистый пар	Озимая пшеница	Сахарная свекла	Вика/овес на зеленый корм	Озимая пшеница	Ячмень
1. Контроль 1 (без удобрений)	–	–	–	–	–	–
2. Фон – навоз 40 т/га	Навоз 40 т/га	Последствие	Последствие	Последствие	Последствие	Последствие
3. Фон + NPK	Навоз 40 т/га + P ₂ O ₅	N ₃₀ рано весной + N ₃₀ в фазе колошения	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Последствие	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
4. Фон + 1,5NPK	Навоз 40 т/га + P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ до посева + N ₃₀ рано весной + N ₃₀ в фазе колошения	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Последствие	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
5. Фон + 2NPK	Навоз 40 т/га + P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₃₀ до посева + N ₃₀ рано весной + N ₃₀ в фазе колошения + N ₃₀ в фазе трубкования	N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₂₄₀	Последствие	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀
6. Фон + PK – по выносу, N – по легкоголизуемому азоту	Навоз 40 т/га	N ₃₀ в фазе трубкования + N ₃₀ в фазе колошения	N ₉₀ P ₃₀ K ₂₄₀	K ₂₅₀	N ₁₈ P ₁₈ K ₁₉₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀
7. Контроль 2 (без удобрений)	–	–	–	–	–	–
8. Фон + NPK – по нормативам затрат	Навоз 40 т/га + PK	По диагностике	N ₁₂₀ P ₂₀₀ K ₁₅₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₂₄₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ по диагностике	N ₃₀ P ₁₈ K ₁₈
9. Фон + NPK – по выносу под все культуры	Навоз 40 т/га	N ₃₀ в фазе колошения + N ₃₀ в фазе молочной спелости	N ₁₆₀ P ₃₀ K ₂₄₀	K ₂₅₀	N ₁₄₀ P ₁₁₀ K ₁₉₀	N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀
10. Фон + NPK + новые инсектициды	Навоз 40 т/га + P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ рано весной + N ₁₀ в фазе колошения	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Последствие	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀
11. Фон + оптимальная доза NPK	Навоз 40 т/га + PK	N ₃₀ рано весной + N ₁₀ в фазе колошения	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Последствие	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀
12. Система КАХОП	Навоз 40 т/га + дефекат 28 ц/га + P ₁₂₀ K ₁₂₀	По диагностике	N ₁₂₀ P ₂₀₀ K ₁₅₀	Последствие	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Последствие
13. Фон + дефекат	Навоз 40 т/га + дефекат 28 ц/га	Последствие	Последствие	Последствие	Последствие	Последствие
14. Фон + кальциевые мелиоранты	Навоз 40 т/га + кальциевый мелиорант 12 т/га	Последствие	Последствие	Последствие	Последствие	Последствие
15. Дефекат + NPK	Навоз 40 т/га + P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ рано весной + N ₁₀ в фазе колошения	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Последствие	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀

В опыте освоен шестипольный севооборот со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень. С 1987 по 2022 г. прошло шесть ротаций севооборота (табл. 2).

Таблица 2. Ротации севооборота стационарного опыта кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Воронежского ГАУ

Номер ротации севооборота	Годы
1	1987–1992
2	1993–1998
3	1999–2004
4	2005–2010
5	2011–2016
6	2017–2022

Повторность опыта – четырехкратная, размещение повторений – двухъярусное, делянок – систематическое шахматное.

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом выщелоченным среднесильным малогумусным тяжелосуглинистым на покровных суглинках.

Анализ основных климатических параметров места проведения исследований за период с 1987 по 2022 г. проводился на основе данных метеорологической станции г. Воронежа (широта – $51^{\circ}70'$, долгота – $39^{\circ}21'$, высота над уровнем моря – 149 м).

Для оценки количественных изменений климата изучаемого региона использовали индекс континентальности климата (К), предложенный Л. Горчинским, который учитывает амплитуды колебаний температуры воздуха, количество атмосферных осадков и широту места [4].

Изменение уровня влагообеспеченности территории проводили на основе расчета гидротермического коэффициента (ГТК), предложенного российским климатологом Г.Т. Селяниновым, который нашел широкое применение в агрономической практике [7].

Для анализа агрохимических показателей чернозема выщелоченного использованы данные многолетних исследований качественных и количественных характеристик почвенного плодородия в условиях стационарного опыта Воронежского ГАУ, представленные в работах профессора Н.Г. Мязина, профессора К.Е. Стекольников, доцентов О.М. Кольцовой, Т.М. Парахневич, П.Т. Брехова, Ю.И. Столповского, Л.П. Крутских [5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15].

За основу были взяты следующие варианты опыта:

- 1) без удобрений – контроль;
- 2) навоз – 40 т/га;
- 3) навоз – 40 т/га + NPK;
- 5) навоз – 40 т/га + 2NPK;
- 12) навоз – 40 т/га + NPK + дефекация по 1,0 Нг;
- 13) навоз – 40 т/га + дефекация по 1,0 Нг;
- 15) NPK + дефекация по 1,0 Нг.

Почвенные образцы отбирались с глубины от 0 до 100 см с интервалом в 20 см.

Физико-химический состав почвенных образцов определяли по стандартным методикам [9].

Результаты и их обсуждение

Одним из основных агрометеорологических показателей, отражающих благоприятные термические условия для процессов почвообразования, роста и развития сельскохозяйственных культур, является среднегодовая температура воздуха периода активной вегетации, так как изменение данного показателя непосредственно сказывается на сумме активных температур вегетационного периода.

Среднемноголетнее значение среднегодовой температуры воздуха за весь период истории метеонаблюдений составило 7,09 °С, за период 1987–2022 гг. – 7,40 °С (среднеквадратичное отклонение $\sigma = 1,08$; коэффициент вариации $C_v = 7,21$). Среднемноголетняя температура вегетационного периода за весь период метеонаблюдений составила 14,14 °С, за период 1987–2022 гг. – 14,96 °С (среднеквадратичное отклонение $\sigma = 1,13$; коэффициент вариации $C_v = 15,22$).

На рисунке 1 представлен ход среднемесячных температур вегетационного периода за изучаемые ротации севооборота.

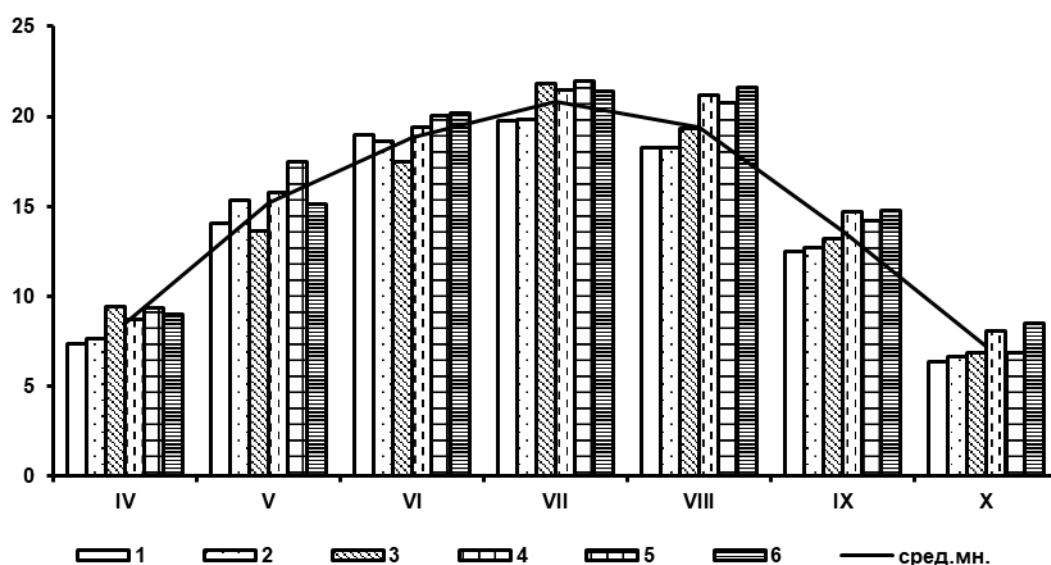


Рис. 1. Среднемесячная температура вегетационного периода (1987–2022 гг.), °С

Установлено, что средняя температура года и вегетационного периода имела тенденцию к повышению начиная с третьей ротации севооборота (1999–2005 гг.). К шестой ротации (2017–2022 гг.) отмечено превышение среднемноголетних значений температур на 10,5% за год и 16,4% за вегетационный период (рис. 2).

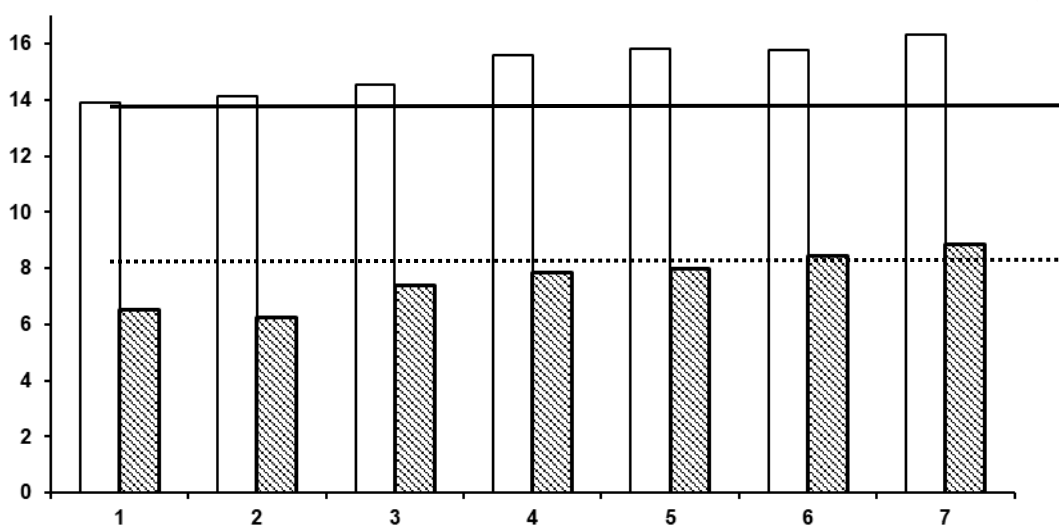


Рис. 2. Средняя температура за год и вегетационные периоды по ротациям севооборота, °С:
 □ – средняя температура за вегетационный период; ▨ – средняя температура за год;
 — — — — — среднемноголетняя температура вегетационного периода;
 – среднемноголетняя годовая температура

Как известно, потепление климата сопровождается увеличением испарения и, как следствие, повышением влажности климата, что должно сказаться на количестве выпадающих осадков. На рисунке 3 представлены данные по расчету количества осадков по изучаемым ротациям севооборота в течение вегетационного периода.

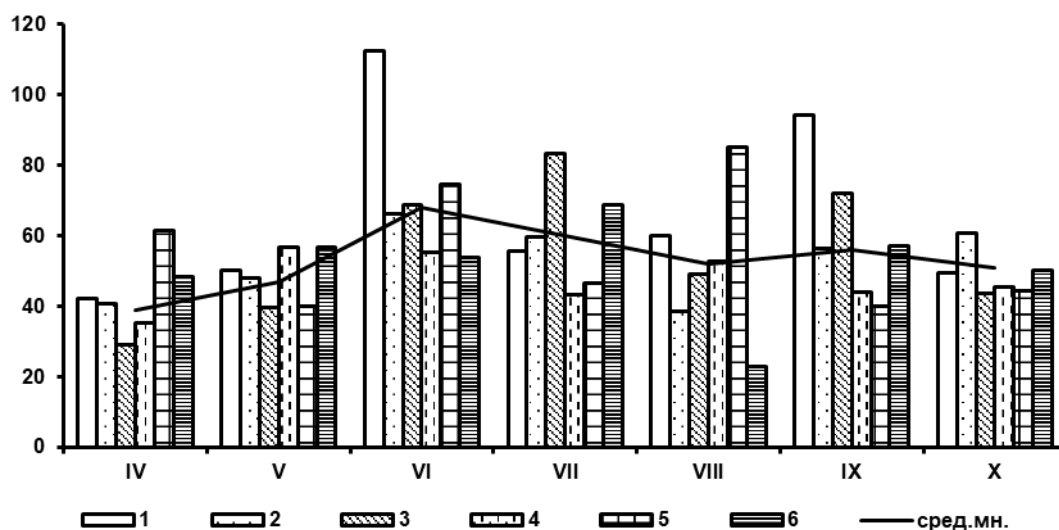


Рис. 3. Средние значения количества осадков вегетационного периода, по ротациям севооборота, мм

Среднемноголетнее значение количества осадков за весь период метеонаблюдений составило 579 мм за год, за период 1987–2022 гг. – 594 мм (среднеквадратичное отклонение $\sigma = 112,17$; коэффициент вариации $C_v = 18,87$). Среднемноголетнее количество осадков вегетационного периода за весь период метеонаблюдений составило 373 мм, за период 1987–2022 гг. – 383 мм (среднеквадратичное отклонение $\sigma = 93,3$; коэффициент вариации $C_v = 24,31$).

На рисунке 4 представлены данные о количестве осадков в среднем за анализируемые ротации севооборота. Установлено, что данный показатель является динамичным, при этом количество осадков превосходило среднемноголетние значения, за исключением периода 2005–2010 гг.

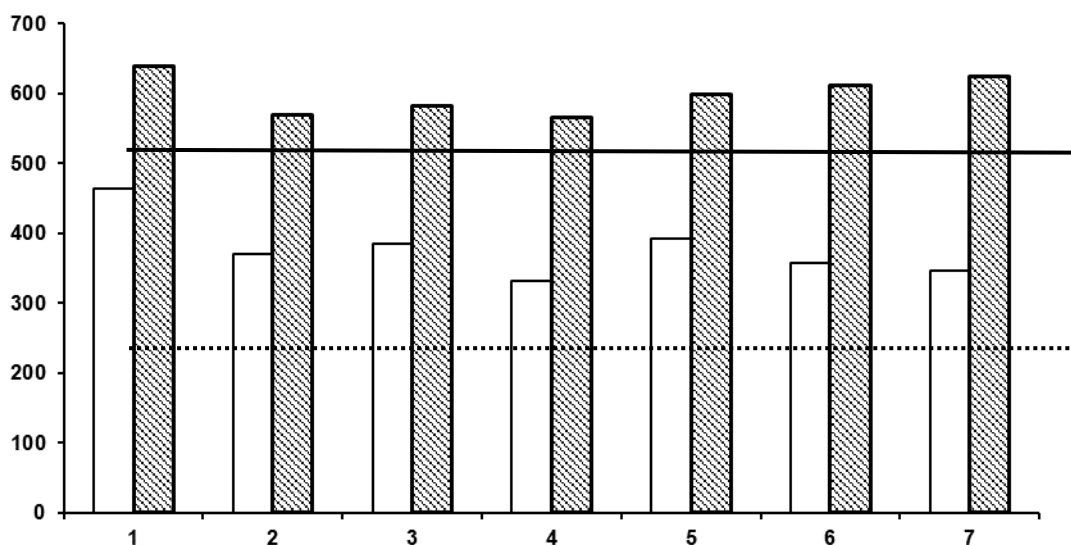


Рис. 4. Количество осадков за год и вегетационный период (в среднем по ротациям севооборота), мм:
 ■ – количество осадков за год; □ – количество осадков за вегетационный период;
 — — — — — среднемноголетнее количество осадков за год;
 — среднемноголетнее количество осадков за вегетационный период

Среднегодовое значение индекса континентальности климата изучаемой территории составляет 43,90, а среднее значение индекса континентальности за годы исследований – 43,09, что чуть ниже среднегодового значения. Рассчитанные показатели индекса континентальности колеблются около среднегодового значения и имеют незначительный тренд к увеличению, что наглядно свидетельствует о сохранении умеренно-континентального типа климата (рис. 5).

Данное явление связано с увеличением колебаний температуры в холодный и теплый периоды года. В годы с минимальными значениями индексов континентальности зимы были теплыми, а летние месяцы прохладными, что привело к уменьшению годовой амплитуды температуры и, следовательно, к снижению индекса континентальности. Годы с холодной зимой и теплым летом характеризовались высокими показателями индекса континентальности.

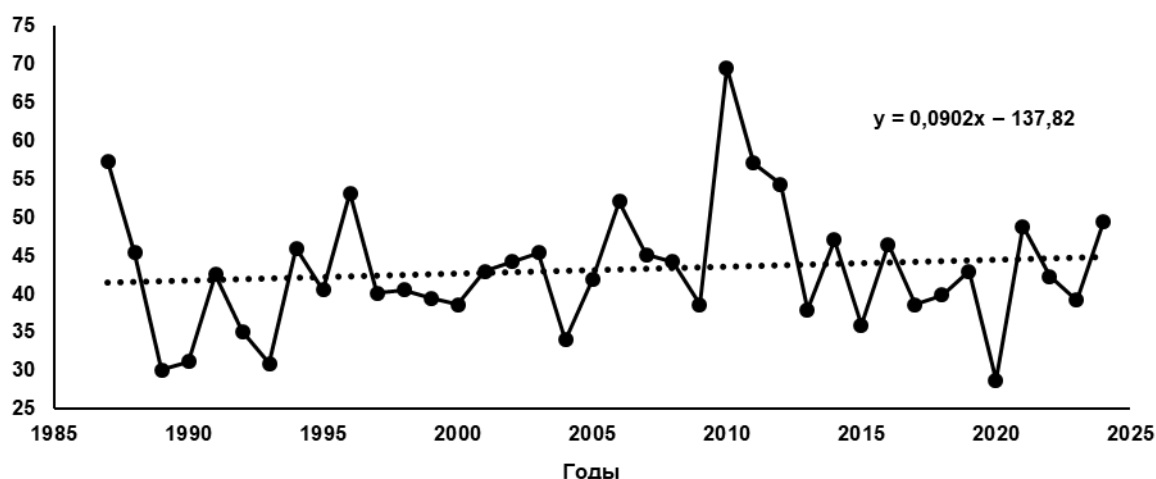


Рис. 5. Индекс континентальности климата

Гидротермический коэффициент, основанный на соотношении средней температуры и количества осадков периода активной вегетации, является важнейшим агрометеорологическим показателем, который позволяет оценить водный режим и термические условия в регионе, классифицировать климатические зоны и типы экосистем. Кроме того, он широко используется при прогнозировании природоохранной деятельности, при обосновании мероприятий, направленных на восстановление экосистем и управление водными ресурсами, что в конечном итоге способствует обеспечению устойчивого развития аграрного сектора и охране естественных экосистем.

Динамика ГТК в России и мире отражает изменения климатических условий и варьирует в зависимости от региона. По данным долгосрочных наблюдений, за последние десятилетия в некоторых регионах России наблюдалась тенденция роста значений ГТК, в то время как в других, наоборот, отмечено уменьшение увлажненности [16].

По гидротермическим условиям Г.Т. Селяниновым (1958 г.) выделяются семь природных зон, информация о которых представлена в таблице 3.

Таблица 3. Значения гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК) по природным зонам [16]

Природные зоны	Гидротермический коэффициент
Тайга	> 1,6
Тайга и лиственные леса	1,3–1,6
Лесостепь	1,3–1,0
Типичная степь	1,0–0,7
Степь на южных черноземных и каштановых почвах	0,7–0,4
Полупустыня	0,4–0,2
Пустыня	< 0,2

Динамика значений ГТК за временной интервал 1987–2022 гг. показана на рисунке 6.

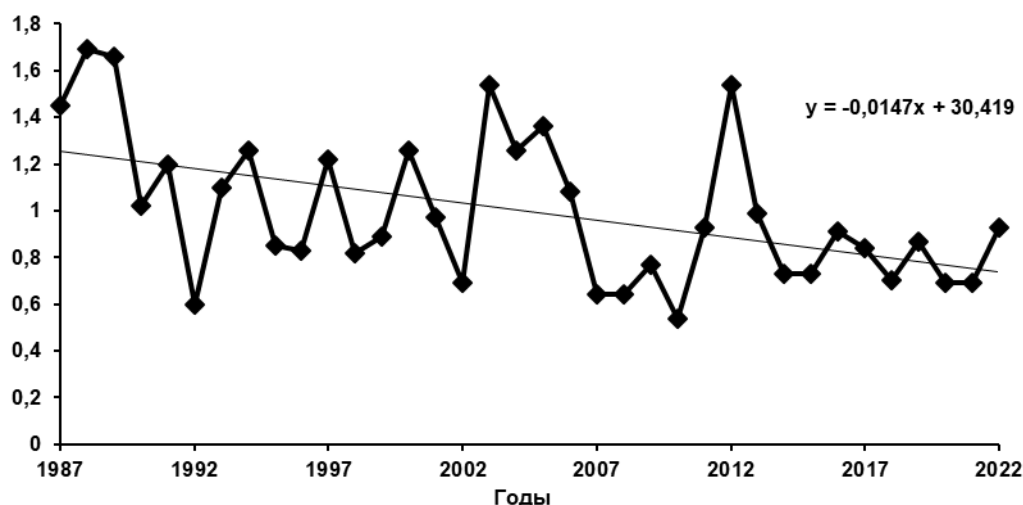


Рис. 6. Динамика гидротермического коэффициента по годам наблюдений

Среднегодовое значение гидротермического коэффициента составило 1,00 при диапазоне его изменения в пределах от 0,54 до 1,69 (среднеквадратическое отклонение $\sigma = 0,31$; коэффициент вариации $C_v = 31\%$). По данным таблицы 3 видно, что выявленный диапазон изменения гидротермического коэффициента за период 1987–2022 гг. соответствует природной зональности от степи на южных черноземных и каштановых почвах до таежной зоны.

За рассматриваемый временной интервал в двух случаях гидротермические условия территории соответствовали природной зоне тайги (1988, 1989), в четырех — зоне смешанных лесов (1987, 2003, 2005, 2012), в восьми — зоне лесостепей (1990, 1991, 1993, 1994, 1997, 2000, 2004, 2006), в пятнадцати — зоне типичной степи (1995, 1996, 1998, 1999, 2001, 2009, 2011, 2013–2019, 2022) и в семи случаях — зоне южной степи (1992, 2002, 2007, 2008, 2010, 2020, 2021). В межгодовом распределении гидротермического коэффициента прослеживается тенденция уменьшения его значений, что может свидетельствовать об увеличении степени аридности территории.

Анализ физико-химических показателей чернозема выщелоченного стационарного полевого опыта за изучаемый период наглядно показал, что актуальная кислотность, учитывающая активность ионов водорода в конкретный момент времени, весьма динамична. На вариантах контроля, фона и внесения разных доз минеральных удобрений значения актуальной кислотности снижались. Минимальные значения кислотности отмечены в пахотном слое варианта внесения двойной дозы минеральных удобрений на фоне навоза ($pH_{\text{вод}} = 5,57$, что на 0,45 ед. ниже, чем при закладке опыта в 1987 г.). Увеличение актуальной кислотности отмечено на известкованных вариантах. Максимальные значения характерны для варианта применения дефеката на фоне навоза ($pH_{\text{вод}} = 6,63$, что на 0,61 ед. ниже, чем в образцах 1987 г.).

По величине обменной кислотности почвенные образцы при закладке стационарного опыта относились к категории среднекислых почв. Систематическое внесение оптимальных доз минеральных удобрений и последствие навоза не изменило уровня обменной кислотности. Применение двойной дозы минеральных удобрений на фоне последствие навоза понизило значение обменной кислотности на 0,47 ед., почвенные образцы данного варианта характеризуются как сильнокислые. Внесение кальциевого мелиоранта способствовало поддержанию реакции на уровне слабокислых почв ($pH_{\text{KCl}} 5,13\text{--}5,43$), что свидетельствует о необходимости повторного известкования в начале следующей (седьмой) ротации (рис. 7).

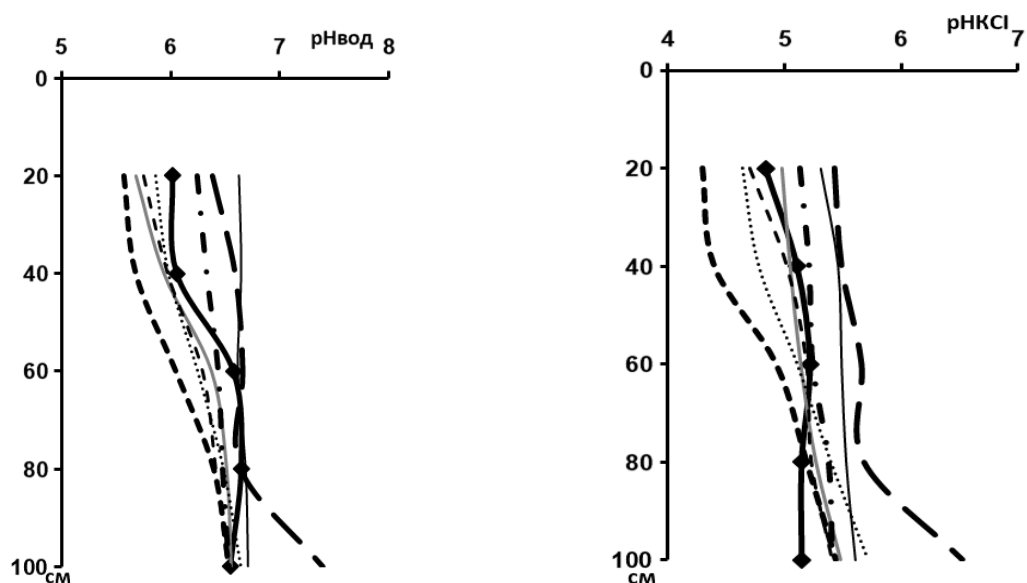


Рис. 7. Актуальная ($\text{pH}_{\text{вод}}$) и обменная кислотность (pH_{KCl}) чернозема выщелоченного по вариантам стационарного опыта с удобрениями и мелиорантом:

—◆— 1987 — 1 2 - - - 3 - - - 5 - . 12 — 13 — 15

Анализ значений гидролитической кислотности свидетельствуют о нейтрализующем воздействии применяемой схемы опыта, за исключением варианта применения двойной дозы минеральных удобрений на фоне последействия навоза, на котором отмечено увеличение значения гидролитической кислотности относительно 1987 г. на 0,34 мг-экв/100 г почвы.

Сумма обменных оснований имеет достаточно высокие значения, характерные для протекания дернового процесса. Однако за шесть ротаций севооборота данный показатель значительно уменьшился.

В пахотном слое убыль такого показателя, как сумма обменных оснований составляла от 3,59 до 11,33 мг-экв/100 г почвы соответственно на контроле и на варианте внесения двойной дозы минеральных удобрений на фоне последействия навоза (5-й вариант). Вниз по профилю значения данного показателя также уменьшались относительно года закладки опыта.

Последействие известкования на минеральном и органическом фоне не сдерживало процесс выщелачивания: эффективность внесения кальциевого мелиоранта уменьшалась к концу ротации севооборота.

Полученные результаты свидетельствуют о развитии процесса декальцирования, который является одним из важнейших пусковых механизмов развития деградации почв Центрального Черноземья (рис. 8).

Важнейшей характеристикой физико-химического состава почвы является содержание в ней гумуса. Почвы опытного участка при закладке опыта в 1987 г. относились к категории малогумусных. За шесть ротаций севооборота класс по содержанию гумуса не изменился, однако наблюдалась существенная дифференциация гумусированности в зависимости от применяемой системы удобрений.

Интенсивное снижение содержания гумуса в пахотном слое отмечено на вариантах внесения минеральных удобрений без известкования:

- на варианте с одинарной дозой минеральных удобрений на фоне последействия навоза – на 0,57%;
- на варианте с двойной дозой минеральных удобрений – на 0,25%.

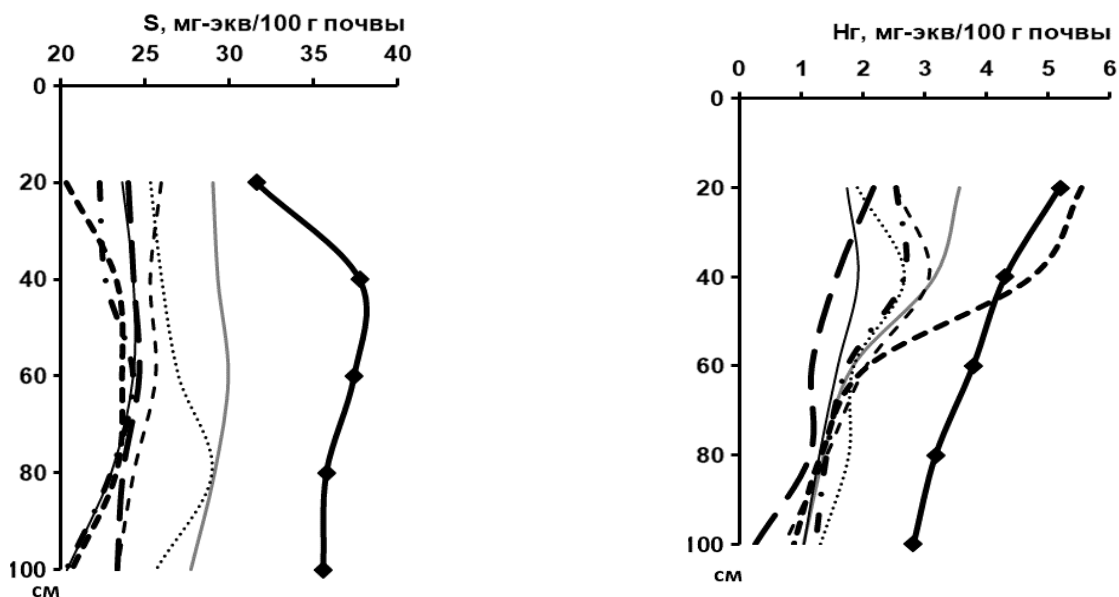


Рис. 8. Сумма обменных оснований (S) и гидролитическая кислотность (Hr) чернозема выщелоченного по вариантам стационарного опыта с удобрениями и мелиорантом, мг-экв/100 г почвы:

—●— 1987 — 1 2 - - - 3 - - - 5 - · - 12 — 13 — 15

Вариант внесения минеральных удобрений (NPK) на фоне последствия дефека-та (15-й вариант) характеризовался минимальным содержанием гумуса – 3,98%.

Следует отметить различный характер профильного распределения содержания гумуса (рис. 9).

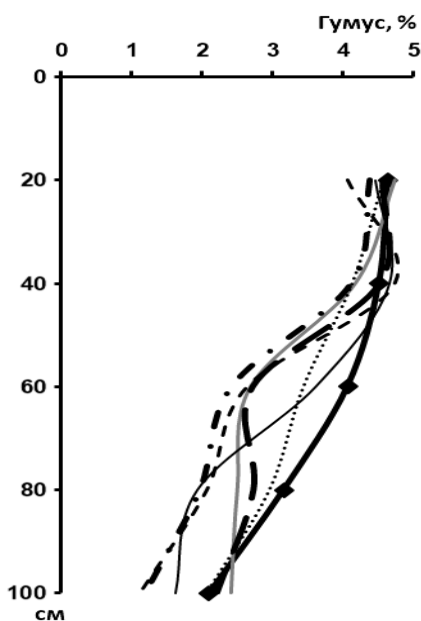


Рис. 9. Содержание гумуса в черноземе выщелоченном по вариантам стационарного опыта с удобрениями и мелиорантом, %:

—●— 1987 — 1 2 - - - 3 - - - 5 - · - 12 — 13 — 15

В результате проведенного анализа установлена устойчивая динамика повышения средней температуры воздуха вегетационного периода, что отражалось на условиях его увлажнения. Гидротермический коэффициент за изучаемый период имел ярко выраженный тренд к уменьшению, в то время как индекс континентальности климата – к увеличению.

Физико-химические свойства чернозема выщелоченного существенно изменились под воздействием органоминеральных систем удобрений и известкования. Варианты без известкования характеризовались развитием процессов подкисления, выщелачивания, дегумификации. Применение кальциевого мелиоранта ингибировало интенсивность данных процессов.

Таким образом, можно сделать вывод, что региональные мониторинговые наблюдения метеорологических условий в совокупности с почвенными исследованиями позволяют своевременно адаптировать современные агротехнологии к изменяющимся климатическим условиям без ощутимых потерь качества пахотных земель и урожайности возделываемых в регионах сельскохозяйственных культур.

Список источников

1. Брехов П.Т. Влияние удобрений и извести на плодородие, урожай и качество озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Современные проблемы сохранения плодородия черноземов: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.В. Докучаева (Воронеж, 21–22 апреля 2016 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. С. 46–50.
2. Буряк Ж.А., Крымская О.В., Крымская А.А. и др. Пространственно-временная изменчивость биоклиматического потенциала Центрального Черноземья // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2024. Т. 166, № 1. С. 126–144. DOI: 10.26907/2542-064X.2024.1.126-144.
3. Верятин В.Ю., Осетров А.В., Рябова Л.М. Гидрометеобеспечение отраслей экономики в условиях меняющегося климата // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2024. № 3(179). С. 50–55.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. Москва: Росгидромет, 2025. 104 с.
5. Киреева-Гененко И.А., Новикова Е.П., Чумейкина А.С. Анализ и оценка индекса континентальности климата в Центрально-Черноземном районе за последние 30 лет // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 76–80.
6. Кольцова О.М., Корчагин И.С. Биомониторинг чернозема выщелоченного в условиях длительного применения удобрений и мелиоранта // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 4(83). С. 47–54. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_47.
7. Крутских Л.П., Блеканов Д.В. Эффективное плодородие чернозема выщелоченного и урожайность зерна ячменя в зависимости от дозы минеральных удобрений и мелиорантов // Агротехнологии XXI века: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию Воронежского государственного аграрного университета (Воронеж, 25–27 апреля 2017 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 209–216.
8. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология: учебник. Москва: КолосС, 2001. 301 с.
9. Муха В.Д., Муха Д.В., Ачкасов А.Л. Практикум по агропочвоведению. Москва: КолосС, 2010. 368 с.
10. Мязин Н.Г., Кожокина А.Н., Столповский Ю.И. и др. Пищевой режим чернозема выщелоченного под свеклой сахарной в зависимости от доз минеральных удобрений // Аграрная наука. 2017. № 9-10. С. 14–16.
11. Мязин Н.Г., Парахневич Т.М. Влияние систематического применения удобрений и мелиорантов на гумусное состояние чернозема выщелоченного // Агрохимия. 2000. № 9. С. 75–77.
12. Рыбак Е.А. Исследование режима осадков на Черноморском побережье Краснодарского края // Системы контроля окружающей среды. 2023. № 1(51). С. 38–45. DOI: 10.33075/2220-5861-2023-1-38-45.
13. Стекольников К.Е., Горб И.С., Кольцова О.М. Влияние длительного применения удобрений и мелиоранта на кислотно-основной режим чернозема выщелоченного // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4(39). С. 22–31.
14. Столповский Ю.И. Влияние удобрений и кальцийсодержащих мелиорантов на изменение физико-химических показателей почвы и урожайность сахарной свеклы // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция: материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения основателя Воронежской школы почвоведов Прокопия Гавриловича Адерихина (Воронеж, 25–28 мая 2004 г.). Воронеж: Воронежский государственный университет, 2004. С. 496–501.
15. Шайтура С.В., Сумзина Л.В., Томашевская Н.Г. и др. Аграрный сектор в контексте глобального изменения климата // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 18–24.
16. Шумова Н.А. Количественные показатели климата в приложении к оценке гидротермических условий в Республике Калмыкия // Аридные экосистемы. 2021. Т. 27, № 4(89). С. 13–24. DOI: 10.24412/1993-3916-2021-4-13-24.

References

1. Brekhov P.T. Effect of the fertility of fertilizers and lime, yield and quality of winter wheat on leached chernozem. In: Modern problems of preserving the fertility of chernozems: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference dedicated to the 170th anniversary of V.V. Dokuchaev (Voronezh, April 21–22, 2016). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2016:46–50. (In Russ.).

2. Buryak Zh.A., Krymskaya O.V., Krymskaya A.A. et al. Spatiotemporal variability of bioclimatic potential in the Central Chernozem Region. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta Seriya Estestvennye Nauki*. 2024;166(1):126-144. DOI: 10.26907/2542-064X.2024.1.126-144. (In Russ.).
3. Veryatin V.Yu., Osipov A.V., Ryabova L.M. Hydrometeorological support for economic sectors under changing climate conditions. *Use and Protection of Natural Resources of Russia*. 2024;3(179):50-55. (In Russ.).
4. Report on Climatic Peculiarities in the Territory of the Russian Federation over 2024. Moscow: Rosgidromet Publishers; 2025. 104 p. (In Russ.).
5. Kireeva-Genenko I.A., Novikova E.P., Chumeykina A.S. Analysis and assessment of continentality index in the Central Chernozem Region during last 30 years. *Advances in Current Natural Sciences*. 2017;7:76-80. (In Russ.).
6. Koltsova O.M., Korchagin I.S. Biomonitoring of leached chernozem under conditions of long-term application of fertilizers and ameliorant. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(4):47-54. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_47. (In Russ.).
7. Krutskikh L.P., Blekanov D.V. Effective fertility of leached chernozem and yield of barley grain depending on application of fertilizers and meliorants. In: *Agrotechnologies of the XXI Century: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference dedicated to the 105th anniversary of Voronezh State Agrarian University (Voronezh, April 25-27, 2017)*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2017:209-216. (In Russ.).
8. Losev A.P., Zhurina L.L. Agrometeorology. Moscow: KolosS Publishers; 2003. 301 p. (In Russ.).
9. Mukha V.D., Mukha D.V., Achkasov A.L. Practical Course on Agronomic Soil Science. Moscow: KolosS Publishers; 2010. 368 p. (In Russ.).
10. Myazin N.G., Kozhokina A.N., Stolpovsky Yu.I. et al. Nutrient status of leached chernozem under sugar beet depending on doses of mineral fertilizers. *Agrarian Science*. 2017;9-10:14-16. (In Russ.).
11. Myazin N.G., Parakhnevich T.M. Impact of systematic application of fertilizers and ameliorants on humus status of leached chernozem. *Agrohimia*. 2000;9:75-77. (In Russ.).
12. Rybak E.A. Study of the precipitation regime on the Black Sea coast of Krasnodar Region. *Monitoring Systems of Environment*. 2023;1(51):38-45. DOI: 10.33075/2220-5861-2023-1-38-45. (In Russ.).
13. Stekolnikov K.E., Gorb I.S., Koltsova O.M. Influence of long-term fertilizer and ameliorant application on acid-base regime of leached chernozem. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2013;4(39):22-31. (In Russ.).
14. Stolpovsky Yu.I. Influence of fertilizers and calcium ameliorants on changes in physical & chemical characteristics of soil and sugar beet yields. In: *Chernozems of Central Russia: Genesis, Geography, Evolution: Proceedings of the International Conference dedicated to the centenary celebration of birth of the founder of Voronezh Soil Scientists School Prokopy Gavrillovich Aderikhin (Voronezh, May 25-28, 2004)*. Voronezh: Voronezh State University Publishers; 2004:496-501. (In Russ.).
15. Shaytura S.V., Sumzina L.V., Tomashevskaya N.G. et al. Agricultural sector in the context of global climate change. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021;4:18-24. (In Russ.).
16. Shumova N.A. Quantitative climate indicators applied to the assessment of hydrothermal conditions in the Republic of Kalmykia. *Arid Ecosystems*. 2021;27(4):13-24. DOI: 10.24412/1993-3916-2021-4-13-24. (In Russ.).

Информация об авторах

Е.С. Гасанова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», upravlenieopm@mail.ru.

Н.В. Стекольников – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», stekolnikova-nv@mail.ru.

К.Е. Стекольников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», soil@agrochem.vsau.ru.

Н.Г. Мязин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», agrohimia@agronomy.vsau.ru.

Information about the authors

E.S. Gasanova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, upravlenieopm@mail.ru.

N.V. Stekolnikova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, stekolnikova-nv@mail.ru.

K.E. Stekolnikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, soil@agrochem.vsau.ru.

N.G. Myazin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, agrohimia@agronomy.vsau.ru.

Статья поступила в редакцию 10.09.2025; одобрена после рецензирования 15.10.2025; принята к публикации 22.10.2025.

The article was submitted 10.09.2025; approved after reviewing 15.10.2025; accepted for publication 22.10.2025.

© Гасанова Е.С., Стекольников Н.В., Стекольников К.Е., Мязин Н.Г., 2025

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И
КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 632.951

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_48

EDN: RDWRZD

**Сравнительная токсичность инсектицидов для медоносной
пчелы при их раздельном и совместном применении**

**Александр Иванович Илларионов^{1✉}, Андрей Александрович Деркач²,
Оксана Александровна Илларионова³**

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

^{2, 3} Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Рамонский район,
Воронежская область, Россия

¹ Illarionov-Alexandr@yandex.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты токсикологических исследований, проведенных с целью выявления потенциальных эффектов воздействия отечественных препаратов Эсперо, КС (200 + 120 г/л) и Борей Нео, СК (125 + 100 + 50 г/л) на пчел-сборщиц при кишечном и контактном введении токсикантов в организм насекомых. Эксперименты проводили с медоносной пчелой карпатского подвида *Apis mellifera macedonica*. В исследованиях использовали отдельные инсектициды, а также комбинированные препараты. Показано, что двухкомпонентный инсектицид Эсперо, КС достоверно менее токсичен для насекомых, чем трехкомпонентный инсектицид Борей Нео, СК. Взаимодействие компонентов в составе комбинированных препаратов проявляется в форме синергизма, уровень которого зависит от количества компонентов в комбинированном препарате, метода введения токсиканта в организм насекомого и вида примененной дозы или концентрации. По показателям коэффициента совместного действия (КСД) наиболее сильно синергизм проявлялся при приеме насекомыми с кормом трехкомпонентного инсектицида Борей Нео, СК. При контактном действии уровень проявления синергизма комбинированных препаратов зависел от количества компонентов в препарате и места проникновения инсектицида через покровы в организм насекомых. При контакте насекомых с обработанной инсектицидом поверхностью в пределах всего интервала эффективных доз от СД₀ до СД₁₀₀ наибольшая степень проявления синергизма отмечалась при использовании двухкомпонентного инсектицида Эсперо, КС. Темпы роста показателей коэффициента совместного действия от предыдущей эффективной дозы к последующей оставались величиной постоянной, равной 1,7. В одинаковых экспериментальных условиях с применением трехкомпонентного инсектицида степень проявления синергизма в пределах эффективных доз была многократно ниже по сравнению с показателями двухкомпонентного инсектицида. Синергическое действие выявлено и в результате количественной оценки совместного действия компонентов с учетом их относительного содержания в комбинированных препаратах.

Ключевые слова: медоносная пчела, комбинированные инсектициды, коэффициент совместного действия (КСД), кишечное действие, контактное действие, синергизм

Для цитирования: Илларионов А.И., Деркач А.А., Илларионова О.А. Сравнительная токсичность инсектицидов для медоносной пчелы при их раздельном и совместном применении // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 48–57. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_48–57.

4.1.3. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,
PLANT PROTECTION AND QUARANTINE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Comparative toxicity of insecticides to honey bee
through their separate and combined application**

Aleksandr I. Illarionov^{1✉}, Andrey A. Derkach², Oksana A. Illarionova³

¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

^{2, 3} All-Russian Research Institute of Plant Protection, Ramonsky District, Voronezh Oblast, Russia

¹ Illarionov-Alexandr@yandex.ru[✉]

Abstract. The authors present the results of laboratory toxicological studies revealing the potential effects of the domestic insecticide Espero, CS (200 + 120 g/l) and preparation Borey Neo, SC (125 + 100 + 50 g/l) on fielder bees during intestinal and contact administration of toxicants into the insect body. The experiments were conducted with a honey bee of the Carpathian subspecies *Apis mellifera macedonica*. The studies used individual insecticides, as well as combined preparations. It has been shown that the two-component insecticide Espero, CS is significantly less toxic to insects than the three-component insecticide Borey Neo, SC. The interaction of the components in the composition of combined preparations manifests itself in the form of synergism, the level of

which depends on the number of components in the preparation, the method of administration of the toxicant into the body and the type of dose or concentration applied. According to the indicators of the coefficient of joint effect (CJE), the synergism was most strongly manifested when insects were fed the three-component insecticide Borey Neo, SC. In case of contact, the level of synergism of the combined preparations depended on the number of components in the preparation and the place of penetration of the insecticide into the insect body. When insects came into contact with an insecticide-treated surface within the entire range of effective doses from LD₀ to LD₁₀₀, the greatest degree of synergism was observed when the two-component insecticide Espero, CS was applied. The growth rate of the coefficient of joint effect from the previous effective dose to the next effective dose remained constant, equal to 1.7. Under the same experimental conditions with the use of a three-component insecticide, the degree of synergism within the effective doses was much lower than that of a two-component insecticide. The synergistic effect was also revealed as a result of a quantitative assessment of the joint effect of the components, taking into account their relative content in combined preparations.

Keywords: honey bee, combined insecticides, coefficient of joint effect (CJE), intestinal action, contact action, synergism

For citation: Illarionov A.I., Derkach A.A., Illarionova O.A. Comparative toxicity of insecticides to the honey bee through their separate and combined application. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):48-57. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_48-57.

Введение
Постоянное расширение ассортимента пестицидов осуществляется не только за счет регистрации новых химических соединений, но и разработки различных смесевых препаратов, отвечающих современным требованиям по биологической эффективности в отношении вредных организмов, показателям экономической эффективности и экологической безопасности.

Для ограничения плотности популяций вредных фитофагов в Российской Федерации зарегистрированы как однокомпонентные, так и комбинированные инсектициды [1]. Сущность комбинированных препаратов состоит в том, что в каждом таком препарате содержится два или даже три действующих вещества. При этом действующие вещества, входящие в состав комбинированных препаратов, могут относиться к одному или разным классам химических соединений. В Государственном каталоге наряду с двухкомпонентными зарегистрированы и трехкомпонентные препараты, причем шире представлены двухкомпонентные препараты, а количество трехкомпонентных препаратов существенно меньше [1].

Комбинация нескольких действующих веществ в одном препарате позволяет решать весьма важные задачи при их применении с целью оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов. Прежде всего комбинированные препараты обеспечивают, как правило, ограничение более широкого перечня видов вредных фитофагов по сравнению с применением отдельных инсектицидов за счет не только аддитивного, но и синергетического действия. Не менее важной является задача увеличения срока защитного действия препарата в отношении вредных организмов, так как позволяет снижать норму расхода препарата на единицу площади, сокращать кратность внесения токсиканта в агроценоз и, таким образом, уменьшать пестицидную нагрузку на защищаемую культуру и экосистему в целом.

Механизм токсического действия пестицидов на медоносную пчелу неизменно находился в центре внимания многих исследователей. Традиционно оценку экологического риска для медоносной пчелы инсектицидов, применяемых в агроценозах с целью ограничения плотности популяций фитофагов, проводят по отдельным активным ингредиентам. Однако уровень токсической активности действующих веществ в смесевых препаратах может не соответствовать параметрам, установленным при использовании отдельных токсикантов. Как известно, компоненты, входящие в состав комбинированных препаратов, способны взаимодействовать друг с другом различными способами в зависимости от природы самих соединений и их химических свойств, дозы и механизма действия и тем самым влиять на проявление токсических свойств комбинированного препарата [5, 11].

Некоторые исследователи считают, что стандартное тестирование смесей пестицидов в отношении медоносной пчелы не оправдано из-за низкой вероятности синергизма за исключением случаев, когда известные синергисты (азольные фунгициды) и пестициды с переменным потенциалом метаболизма, такие как некоторые пиретроиды, находятся в комбинации [6, 7]. При анализе данных 258 экспериментов по изучению воздействия комбинированных смесей пестицидов на медоносную пчелу в 34% случаев ожидаемая токсичность превышала наблюдаемую в 2 раза, в 12% – в 5 раз, а в некоторых исследованиях – даже в 100 раз, что свидетельствует о токсичности смесей, превышающей аддитивную [7].

В отечественной научной литературе не обнаружены сведения о токсичности комбинированных инсектицидов для медоносной пчелы. В иностранной литературе представлена информация о результатах изучения различных аспектов влияния смесевых пестицидов на медоносную пчелу, в том числе научные обзоры [9]. Изучается возможность прогнозирования взаимодействующих химических веществ в тройных смесях на основе данных о реакциях бинарных смесей [10]. Одним из важных вопросов является установление природы токсикантов, которые могут определять результат взаимодействия компонентов смеси [7, 11]. На основе применения широкого спектра химических веществ, анализа нормативных требований и методологий оцениваются риски и выявляются опасные смеси [13].

В ряде публикаций приводятся результаты исследований по влиянию композиционных смесей пестицидов на медоносную пчелу, при проведении которых использовались смесевые лабораторные комбинации инсектицидов, представленные веществами одного класса (фосфорорганические соединения) [14] или разных классов соединений (пиретроиды и неоникотиноиды) [12, 18], а также смеси инсектицидов с фунгицидами [8, 15, 16, 17].

С практической точки зрения изучение токсических свойств в отношении медоносной пчелы промышленных (заводских) комбинированных препаратов и их компонентов, рекомендованных для защиты растений, является наиболее целесообразным по сравнению с анализом лабораторных смесей токсикантов.

Методика эксперимента

Эксперименты проводили с медоносной пчелой карпатского подвида *Apis mellifera macedonica*.

В исследованиях использовали как отдельные инсектициды, так и комбинированные препараты, в состав которых входят следующие действующие вещества:

- альфа-циперметрин в форме препарата Фастак, КЭ (100 г/л), регистрант – БАСФ Агро Б.В.;
- имидаклоприд в форме препарата Танрек, ВРК (200 г/л), регистрант – АО Фирма «Август»;
- клотианидин в форме препарата Клотиамет, ВДГ (500 г/кг), регистрант – ООО «АГРУСХИМ»;
- двухкомпонентный инсектицид на основе представителя неоникотиноидов – имидаклоприда и синтетических пиретроидов – альфа-циперметрина в форме препарата Эсперо, КС при соотношении компонентов (200 + 120 г/л), регистрант – АО «Щелково Агрохим»;
- трехкомпонентный инсектицид, в состав которого входят альфа-циперметрин и два неоникотиноида – имидаклоприд и клотианидин в форме препарата Борей Нео, СК при соотношении компонентов (125 + 100 + 50 г/л), регистрант – АО Фирма «Август».

Изучение сравнительной токсической активности препаратов для медоносной пчелы при поступлении токсикантов в организм насекомых с кормом осуществляли методами индивидуальной (*per os constant*) и серийной оценки (*per os ad libitum*) токсичности инсектицидов.

Уровень сравнительной токсической активности инсектицидов при проникновении через покровы изучали методом аппликации токсиканта на тергиты груди насекомых (*topical*) и методом контакта насекомых с обработанной поверхностью (*deposit test*) [2].

Расчет эффективных доз и концентраций инсектицидов проводили вариационно-статистическим методом [4].

Коэффициент совместного действия (КСД) компонентов комбинированного препарата определяли по формуле, приведенной С.Я. Поповым с соавт. [5].

Показатели коэффициентов совместного действия оценивали по существующей шкале. При КСД = 1 наблюдается полная аддитивность, при КСД = 0,5–1 – неполная аддитивность, при КСД > 1 – синергизм; при КСД < 0,5 – антагонизм [5].

Для количественной оценки совместного действия компонентов с учетом их относительного содержания в смеси веществ использовали следующее уравнение [3]:

$$\frac{1}{\text{СД}_{50} (\text{СК}_{50}) \text{ смеси}} = \frac{A}{\text{СД}_{50} (\text{СК}_{50}) A} + \frac{B}{\text{СД}_{50} (\text{СК}_{50}) B} + \frac{C}{\text{СД}_{50} (\text{СК}_{50}) C},$$

где СД₅₀ (СК₅₀) – медианная эффективная токсодоза (концентрация) расчетная;

A, B, C – относительное содержание веществ A, B и C в смеси;

СД₅₀ (СК₅₀) A, B, C – медианные эффективные токсодозы веществ A, B и C.

Отношение расчетной СД₅₀ (СК₅₀) смеси к сумме экспериментальных значений СД₅₀ (СК₅₀) компонентов характеризует вид взаимного влияния веществ в смеси. Если это отношение равно 1,0, то имеет место аддитивное действие веществ, если больше 1,0, то это свидетельствует о синергизме, если меньше 1,0 – об антагонизме.

Результаты и их обсуждение

Полученные данные показывают, что инсектициды, действующие вещества которых входят в состав комбинированных препаратов, обладают высокой токсической активностью для медоносной пчелы при поступлении в организм с кормом (табл. 1). При этом уровень токсической активности препаратов для насекомых зависит от количества и темпов поступления токсикантов в желудочно-кишечный тракт. Введение корма с инсектицидом в организм насекомых методом *per os ad libitum* оказывает на них более сильное токсическое действие, чем методом *per os constant*. Закономерность проявляется в пределах всей зоны эффективных доз. Токсичность отдельно каждого токсиканта оценивается неоднозначно. Так, альфа-циперметрин достоверно менее токсичен для насекомых по сравнению с имидаклопридом и клотианидином. В то же время оба неоникотиноида – имидаклоприд и клотианидин – проявляли практически равную токсичность для насекомых как при однократном, так и свободном приеме корма с токсикантом.

Анализ токсичности комбинированных препаратов и их компонентов свидетельствует о том, что при введении насекомым корма с инсектицидом методом *per os constant* комбинированные препараты были достоверно более токсичными по сравнению с препаратом Фастак, КЭ (100 г/л) в пределах всей зоны эффективных доз. Токсикологические параметры препарата Эсперо, КС (200 + 120 г/л) по сравнению с препаратом Танрек, ВРК (200 г/л) представлены числовыми значениями одного порядка. Исключение отмечается только в зонах СД₁₆ и СД₅₀, где комбинированный препарат был достоверно менее токсичным для насекомых. Не выявлено существенных различий в уровнях токсичности для медоносной пчелы препарата Борея Нео, СК (125 + 100 + 50 г/л) в сравнении как с препаратом Танрек, ВРК (200 г/л), так и Клотиамет, ВДГ (500 г/кг) в пределах всей зоны эффективных доз.

При свободном приеме корма с инсектицидом уровень токсической активности комбинированных препаратов по сравнению с аналогичными показателями компонентов во многом повторяет уровень проявления их токсической активности для насекомых при однократном приеме.

Таблица 1. Токсичность комбинированных инсектицидов и их компонентов для медоносной пчелы при кишечном действии

Дозы, концентрации	Компоненты / препарат					Кoeffициент совместного действия (КСД)	
	Альфа-циперметрин / Фастак, КЭ (100 г/л)	Имидаклоприд / Танрек, ВРК (200 г/л)	Клотианидин / Клотиамет, ВДГ (500 г/кг)	Имидаклоприд + альфа-циперметрин / Эсперо, КС (200 + 120 г/л)	Альфа-циперметрин + имидаклоприд + клотианидин / Борей Нео, СК (125 + 100 + 50 г/л)		
Per os constant, мкг д. в./особь							
CD ₀	0,014 (0,008÷0,026)	0,0008 (0,0004÷0,0016)	–	0,0029 (0,0020÷0,0056)	–	2,55	
			0,00087 (0,00046÷0,00170)	–	0,0008 (0,0004÷0,0016)	9,79	
			–	0,0073 (0,0042÷0,0126)	–	2,19	
CD ₁₆	0,031 (0,019÷0,050)	0,0010 (0,0006÷0,0020)	0,0019 (0,0011÷0,0033)	–	0,0019 (0,0011÷0,0032)	8,92	
			–	0,0187 (0,0126÷0,0275)	–	1,84 1,30*	
			0,0043 (0,0030÷0,0060)	–	0,004 (0,003÷0,006)	9,16 1,40*	
CD ₅₀	0,066 (0,046÷0,094)	0,0030 (0,0020÷0,0047)	–	0,047 (0,027÷0,082)	–	1,60	
			0,0097 (0,0057÷0,0160)	–	0,0097 (0,0057÷0,0164)	8,26	
			–	0,121 (0,062÷0,237)	–	1,51	
CD ₁₀₀	0,303 (0,164÷0,558)	0,062 (0,031÷0,126)	0,022 (0,011÷0,041)	–	0,022 (0,011÷0,042)	8,79	
			Per os ad libitum, % д. в.				
			–	0,00004 (0,00003÷0,00007)	–	0,00004 (0,000002÷0,000008)	3,56
CK ₀	0,00028 (0,00020÷0,00030)	0,000005 (0,000003÷0,000010)	0,000004 (0,000001÷0,000010)	–	0,000004 (0,000002÷0,000008)	39,05	
			–	0,00008 (0,00005÷0,00010)	–	2,34	
			0,000010 (0,000007÷0,000022)	–	0,000010 (0,000005÷0,000019)	19,30	
CK ₁₆	0,0004 (0,00031÷0,00040)	0,00001 (0,000008÷0,000030)	–	0,00015 (0,0001÷0,0002)	–	1,73 1,28*	
			0,000040 (0,000023÷0,000054)	–	0,00003 (0,00002÷0,00004)	10,28 1,70*	
			–	0,0003 (0,0002÷0,0004)	–	1,27	
CK ₅₀	0,0006 (0,0005÷0,0007)	0,00010 (0,00007÷0,0002)	0,00010 (0,00005÷0,00020)	–	0,00007 (0,00004÷0,00010)	5,73	
			–	0,0005 (0,0003÷0,0009)	–	1,20	
			0,0003 (0,0001÷0,0006)	–	0,00020 (0,00009÷0,00050)	3,70	

Примечание: * – в колонке КСД числовые значения под чертой – это количественная оценка совместного действия компонентов с учетом их относительного содержания в смеси веществ.

Трехкомпонентный инсектицид в форме препарата Борей Нео, СК проявлял достоверно большую токсичность для насекомых, чем двухкомпонентный инсектицид в форме препарата Эсперо, КС. Комбинированный препарат Борей Нео, СК содержит в своем составе наряду с альфа-циперметрином и имидаклопридом третий компонент – клотианидин, присутствие которого повышает его токсичность для медоносной пчелы по сравнению с препаратом Эсперо, КС.

Исследованиями установлено [5, 13], что в составе комбинированных препаратов инсектициды в результате их совместного действия могут изменять уровень токсической активности в различных направлениях. Взаимодействия компонентов в смеси описываются либо как антагонизм, либо как аддитивность, либо как синергизм.

При анализе возможного негативного воздействия применяемых химических средств защиты растений на нецелевые компоненты агробиоценоза весьма актуальной является задача прогнозирования воздействия их на организм пчел в различных концентрациях и дозах. Результаты проведенных исследований показали, что в каждом комбинированном препарате в результате взаимодействия инсектицидов токсическая активность смеси изменяется по всему интервалу эффективных доз и концентраций.

Количественным критерием изменения токсической активности совместного действия компонентов в составе комбинированного препарата является величина коэффициента совместного действия (КСД). Как видно из данных таблицы 1, абсолютные значения этого показателя превышают единицу, что свидетельствует о синергическом действии компонентов препарата в отношении насекомых данного вида. Судя по абсолютным значениям КСД, синергизм комбинированных инсектицидов достаточно контрастный, так как зависит от количества компонентов в комбинированном препарате, метода введения токсиканта в организм, а также эффективной дозы или концентрации. Более активное проявление синергизма отмечается при приеме насекомыми с кормом трехкомпонентного инсектицида по сравнению с двухкомпонентным. Эти различия при однократном приеме корма с инсектицидом возрастают с ростом эффективных доз и варьируют от 3,84 раза в зоне минимально переносимых доз (СД₀) до 4,07, 4,98 и 5,16 раза на уровне соответственно СД₁₆, СД₅₀ и СД₈₄. Максимальные различия с величиной 5,82 отмечаются в зоне абсолютных смертельных доз (СД₁₀₀).

Коэффициенты совместного действия различаются и при свободном приеме корма с инсектицидом, при этом различия в величинах снижаются с ростом эффективных концентраций действующих веществ анализируемых препаратов. Так, в зоне минимально переносимых концентраций (СК₀) различия значений КСД максимальны и составляют 10,98 раза, несколько ниже – в зонах СК₁₆ и СК₅₀ – соответственно 8,25 и 5,94, а в зонах СК₈₄ и СК₁₀₀ наблюдается дальнейшее снижение различий – соответственно до 4,51 и 3,08. Количественная оценка совместного действия компонентов с учетом их относительного содержания в комбинированных препаратах показывает, что оно проявляется в форме синергизма.

Инсектициды отличались высокой токсичностью для медоносной пчелы и при контактном действии (табл. 2).

Рассчитанные коэффициенты совместного действия свидетельствуют о том, что уровень токсичности как двухкомпонентного, так и трехкомпонентного препарата превышает сумму $\frac{1}{2}$ уровней токсичности компонентов, что дает основание утверждать, что взаимодействие компонентов в препаратах при контактном действии проявляется в форме синергизма. Вместе с тем величина синергического эффекта комбинированных препаратов отличается в зависимости от места проникновения инсектицида через покровы в организм насекомых. При аппликации токсикантов на тергиты груди величины коэффициентов совместного действия компонентов в комбинированных препаратах достаточно близки в пределах всего интервала эффективных доз как двухкомпонентного, так и трехкомпонентного препаратов.

Таблица 2. Токсичность комбинированных инсектицидов и их компонентов для медоносной пчелы при контактном действии

Дозы	Компоненты / препарат					Коэффициент совместного действия (КСД)
	Альфа-циперметрин / Фастак, КЭ (100 г/л)	Имидаклоприд / Танрек, ВРК (200 г/л)	Клотианидин / Клотиамет, ВДГ (500 г/кг)	Имидаклоприд + альфа-циперметрин / Эсперо, КС (200 + 120 г/л)	Альфа-циперметрин + имидаклоприд + клотианидин / Борей Нео, СК (125 + 100 + 50 г/л)	
СД ₀	0,005 (0,004+0,008)	0,001 (0,0006+0,0025)	Аппликация инсектицидов на тергиты груди (<i>torical</i>), мкг д. в./особь			1,30
			–	0,0023 (0,0014+0,0039)	–	
			0,0017 (0,0008+0,0035)	–	0,002 (0,001+0,004)	
СД ₁₆	0,009 (0,007+0,010)	0,003 (0,002+0,006)	–	0,0045 (0,0003+0,0070)	–	1,33
			0,004 (0,002+0,007)	–	0,0050 (0,0028+0,008)	1,60
			–	0,009 (0,006+0,012)	–	1,39 3,90*
СД ₅₀	0,016 (0,012+0,020)	0,009 (0,008+0,013)	0,010 (0,007+0,015)	–	0,011 (0,007+0,016)	1,59 1,20*
			–	0,017 (0,011+0,026)	–	2,94
			0,024 (0,013+0,043)	0,032 (0,019+0,055)	0,024 (0,014+0,041)	1,54
СД ₈₄	0,027 (0,019 + 0,038)	0,023 (0,013+0,041)	–	0,058 (0,029+0,120)	0,055 (0,028+0,104)	1,69
			0,062 (0,031+0,126)	–	–	1,51
			Контакт насекомых с обработанной инсектицидом поверхностью (<i>deposit test</i>), мкг д. в./см ²			
СК ₀	0,0027 (0,0017+0,0043)	0,008 (0,003+0,019)	–	0,0008 (0,0004+0,0015)	–	1,5
			0,0073 (0,0038+0,0141)	–	0,0036 (0,0017+0,0075)	2,5
			–	0,0017 (0,0010+0,0027)	–	10,2
СК ₁₆	0,0048 (0,0033+0,0071)	0,030 (0,015+0,061)	0,0166 (0,0097+0,0281)	–	0,010 (0,005+0,018)	2,6
			–	0,0035 (0,0025+0,0050)	–	17,5 21,6*
			0,037 (0,026+0,054)	–	0,028 (0,018+0,043)	2,8 1,3*
СК ₅₀	0,0087 (0,0066+0,0113)	0,114 (0,069+0,188)	–	0,0075 (0,0046+0,0120)	–	29,6
			0,0841 (0,0490+0,1430)	–	0,079 (0,043+0,145)	3,3
			–	0,016 (0,0086+0,0280)	–	51,4
СК ₈₄	0,015 (0,011+0,023)	0,429 (0,212+0,871)	0,1897 (0,099+0,364)	–	0,223 (0,107+0,468)	4,1
			–	–	–	–
			–	–	–	–
СК ₁₀₀	0,028 (0,017+0,044)	1,618 (0,681+3,846)	–	–	–	–
			–	–	–	–
			–	–	–	–

Примечание: * – в колонке КСД числовые значения под чертой – это количественная оценка совместного действия компонентов с учетом их относительного содержания в смеси веществ.

Совершенно иная картина наблюдается при контакте насекомых с обработанной инсектицидом поверхностью. В пределах всего интервала эффективных доз от СД₀ до СД₁₀₀ наибольшая степень синергизма отмечается при использовании двухкомпонентного инсектицида в форме препарата Эсперо, КС (200 г/л имидаклоприда + 120 г/л альфа-циперметрина).

Следует отметить, что темпы роста показателей КСД от предыдущей эффективной дозы к последующей выражаются постоянной величиной, равной 1,7. При одинаковых условиях эксперимента с применением трехкомпонентного инсектицида степень синергизма в пределах эффективных доз была ниже по сравнению с показателями двухкомпонентного инсектицида. Тем не менее величина синергического эффекта возрасала от 2,5 до 4,1 ед. соответственно в зонах СД₀ и СД₁₀₀.

Синергическое действие выявлено и в результате количественной оценки совместного действия компонентов с учетом их относительного содержания в комбинированных препаратах.

Известно, что инсектициды, ингибирующие фермент ацетилхолинэстеразу (фосфорорганические соединения и N-метилкарбаматы), а также триазольные фунгициды, триазиновые гербициды и пиретроидные инсектициды наиболее часто представлены в выявленных синергетических смесях [7, 11]. Результаты исследований с комбинированными препаратами, в состав которых входит инсектицид из класса пиретроидов альфа-циперметрин, подтверждают данный научный факт.

Заключение

Лабораторными токсикологическими исследованиями выявлены закономерности проявления токсического действия комбинированных инсектицидов и их компонентов на медоносную пчелу при различных путях и темпах поступления препаратов в организм насекомых.

На основе полученных данных показано, что инсектициды при раздельном и совместном применении обладают высокой токсической активностью для медоносной пчелы как при поступлении в организм с кормом, так и при проникновении через покровы насекомых.

Установлено, что двухкомпонентный инсектицид Эсперо, КС (200 + 120 г/л) достоверно был менее токсичным для насекомых, чем трехкомпонентный инсектицид Борей Нео, СК (125 + 100 + 50 г/л).

Показано, что компоненты в составе комбинированных препаратов в результате их совместного действия изменяют уровень токсической активности, которая проявляется в форме синергизма в пределах всего интервала эффективных доз и концентраций (СД₀, СК₀ – СД₁₀₀, СК₁₀₀) как при поступлении инсектицидов в организм с кормом, так и при проникновении через покровы насекомых. При этом уровень синергизма инсектицидов в каждой зоне эффективных доз и концентраций при контактном и кишечном действии зависит от количества компонентов в комбинированном препарате и способа введения инсектицида в организм насекомых.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что крайне важно и с научной, и с практической точек зрения проводить комплексные исследования совместного влияния компонентов в составе комбинированных инсектицидов на медоносную пчелу, поскольку показатели токсичности отдельных соединений недостаточно информативны.

Список источников

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (по состоянию на 10 октября 2024 г.); в 2 ч. Ч. I. Пестициды [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Архив. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniyevodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industryinformation/infoarkhiv> (дата обращения: 19.11.2024).
2. Илларионов А.И. Токсическое действие некоторых инсектицидов на медоносную пчелу // Агрохимия. 1991. № 8. С. 121–125.
3. Лощадкин Н.А., Гладких В.Д., Голденков В.Е. и др. Пробит-метод в оценке эффектов физиологически активных веществ при низких уровнях воздействия // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). 2002. Т. XLVI, № 6. С. 63–67.
4. Павлов С.Д. Вариационно-статистический метод расчета эффективных и токсических доз пестицидов // Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина. 1981. № 5. С. 37–39.
5. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. Основы химической защиты растений; под ред. С.Я. Попова. Москва: Арт-Лион, 2003. 208 с.
6. Belden J.B., Brain R.A. Incorporating the joint toxicity of co-applied pesticides into the ecological risk assessment process // Integrated Environmental Assessment and Management. 2018. Vol. 14(1). Pp. 79–91. DOI: 10.1002/ieam.1957.
7. Belden J.B. The acute toxicity of pesticide mixtures to honeybees // Integrated Environmental Assessment and Management. 2022. Vol. 8(6). Pp. 1694–1704. DOI: 10.1002/ieam.4595.
8. Cang T., Lou Y., Zhu Y.C. et al. Mixture toxicities of tetrachlorantraniliprole and tebuconazole to honey bees (*Apis mellifera* L.) and the potential mechanism // Environment International. 2023. Vol. 172. Article No. 107764. DOI: 10.1016/j.envint.2023.107764.
9. Carnesecchi E., Svendsen C., Lasagni S. et al. Investigating combined toxicity of binary mixtures in bees: Meta-analysis of laboratory tests, modelling, mechanistic basis and implications for risk assessment // Environment International. 2019. Vol. 133(PtB). Article No.105256. DOI: 10.1016/j.envint.2019.105256.
10. Cedergreen N., Sorensen H., Svendsen C. Can the joint effect of ternary mixtures be predicted from binary mixture toxicity results? // Science of the Total Environment. 2012. Vol. 15. Pp. 427–428. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.03.086.
11. Hernández A.F., Gil F., Lacasaña M. Toxicological interactions of pesticide mixtures: an update // Archives of Toxicology. 2017. Vol. 91(10). Pp. 3211–3223. DOI: 10.1007/s00204-017-2043-5.
12. Johnson R.M., Pollock H.S., Berenbaum M.R. Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera* // Journal of Economic Entomology. 2009. Vol. 102(2). Pp. 474–479. DOI: 10.1603/029.102.0202.10.
13. Kienzler A., Bopp S.K., Linden S. et al. Worth regulatory assessment of chemical mixtures: Requirements, current approaches and future perspectives // Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2016. Vol. 80. Pp. 321–334. DOI: 10.1016/j.yrtph.2016.05.020.
14. Naggar Y.A., Wiseman S., Sun J. et al. Effects of environmentally-relevant mixtures of four common organophosphorus insecticides on the honey bee (*Apis mellifera* L.) // Journal of Insect Physiology. 2015. Vol. 82. Pp. 85–91. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2015.09.004.
15. Sgolastra F., Medrzycki P., Bortolotti L. et al. Synergistic mortality between a neonicotinoid insecticide and an ergosterol-biosynthesis-inhibiting fungicide in three bee species // Pest Management Science. 2017. Vol. 73(6). Pp. 1236–1243. DOI: 10.1002/ps.4449.
16. Wang D., Lv L., Gao Z. et al. Joint toxic effects of thiamethoxam and flusilazole on the adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.) // Environmental Pollution. 2023. Vol. 317. Article No. 120806. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120806.
17. Wang Y., Cheng Y.Z., Li W. Comparative examination on synergistic toxicities of chlorpyrifos, acephate, or tetraconazole mixed with pyrethroid insecticides to honey bees (*Apis mellifera* L.) // Environmental Science and Pollution Research. 2020. Vol. 27(7). Pp. 6971–6980. DOI: 10.1007/s11356-019-07214-3.
18. Yao J., Zhu Y.C., Adamczyk J. Responses of honey bees to lethal and sublethal doses of formulated clothianidin alone and mixtures // Journal of Economic Entomology. 2018. Vol. 111(4). Pp. 1517–1525. DOI: 10.1093/jee/toy140.

References

1. State Catalogue of pesticides and agrochemicals approved for use in the territory of the Russian Federation (as of October 10, 2024); in 2 parts. Part 1. Pesticides. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Archive. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniyevodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industryinformation/info-arkhiv/>. (In Russ.).
2. Illarionov A.I. Toxic effect of some insecticides on honey bee. *Agrohimia*. 1991;8:121-125. (In Russ.).
3. Loshadkin N.A., Gladkikh V.D., Goldenkov V.E. et al. Probit method in assessing the effects of physiologically active substances at low levels of exposure. *Ros. Khim. Zh.* 2002;46(6):63-67. (In Russ.).

4. Pavlov S.D. Variational-statistical method for calculating effective and toxic doses of pesticides. *Reports of the All-Union Academy of Agricultural Sciences named after V.I. Lenin*. 1981;5:37-39. (In Russ.).
5. Popov S.Ya., Dorozhkina L.A., Kalinin V.A. Fundamentals of chemical plant protection; under the general editorship of S.Ya. Popov. Moscow: Art-Lion Publishers; 2003. 208 p. (In Russ.).
6. Belden J.B., Brain R.A. Incorporating the joint toxicity of co-applied pesticides into the ecological risk assessment process. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2018;14(1):79-91. DOI: 10.1002/ieam.1957.
7. Belden J.B. The acute toxicity of pesticide mixtures to honeybees. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2022;8(6):1694-1704. DOI: 10.1002/ieam.4595.
8. Cang T., Lou Y., Zhu Y.C. et al. Mixture toxicities of tetrachlorantraniliprole and tebuconazole to honey bees (*Apis mellifera* L.) and the potential mechanism. *Environment International*. 2023;172:107764. DOI: 10.1016/j.envint.2023.107764.
9. Carnesecchi E., Svendsen C., Lasagni S. et al. Investigating combined toxicity of binary mixtures in bees: Meta-analysis of laboratory tests, modelling, mechanistic basis and implications for risk assessment. *Environment International*. 2019;133(PtB):105256. DOI: 10.1016/j.envint.2019.105256.
10. Cedergreen N., Sorensen H., Svendsen C. Can the joint effect of ternary mixtures be predicted from binary mixture toxicity results? *Science of the Total Environment*. 2012;15:427-428. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.03.086.
11. Hernández A.F., Gil F., Lacasaña M. Toxicological interactions of pesticide mixtures: an update. *Archives of Toxicology*. 2017;91(10):3211-3223. DOI: 10.1007/s00204-017-2043-5.
12. Johnson R.M., Pollock H.S., Berenbaum M.R. Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera* L. *Journal of Economic Entomology*. 2009;102(2):474-479. DOI: 10.1603/029.102.0202.10.
13. Kienzler A., Bopp S.K., Linden S. et al. Worth regulatory assessment of chemical mixtures: Requirements, current approaches and future perspectives. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016;80:321-334. DOI: 10.1016/j.yrtph.2016.05.020.
14. Naggar Y.A., Wiseman S., Sun J. et al. Effects of environmentally-relevant mixtures of four common organophosphorus insecticides on the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*. 2015;82:85-91. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2015.09.004.
15. Sgolastra F., Medrzycki P., Bortolotti L. et al. Synergistic mortality between a neonicotinoid insecticide and an ergosterol-biosynthesis-inhibiting fungicide in three bee species. *Pest Management Science*. 2017;73(6):1236-1243. DOI: 10.1002/ps.4449.
16. Wang D., Lv L., Gao Z. et al. Joint toxic effects of thiamethoxam and flusilazole on the adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Environmental Pollution*. 2023; 317:120806. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120806.
17. Wang Y., Cheng Y.Z., Li W. Comparative examination on synergistic toxicities of chlorpyrifos, acephate, or tetraconazole mixed with pyrethroid insecticides to honey bees (*Apis mellifera* L.). *Environmental Science and Pollution Research*. 2020;27(7):6971-6980. DOI: 10.1007/s11356-019-07214-3.
18. Yao J., Zhu Y.C., Adamczyk J. Responses of honey bees to lethal and sublethal doses of formulated clothianidin alone and mixtures. *Journal of Economic Entomology*. 2018;111(4):1517-1525. DOI: 10.1093/jee/toy140.

Сведения об авторах

А.И. Илларионов – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Illarionov-Alexandr@yandex.ru.

А.А. Деркач – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории «Биологическая защита растений» ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (Воронежская область), dercach.vrn.2010@mail.ru.

О.А. Илларионова – младший научный сотрудник лаборатории «Анализ пестицидов» ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (Воронежская область), illarionova-oxana@yandex.ru.

Information about the authors

A.I. Illarionov, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Illarionov-Alexandr@yandex.ru.

A.A. Derkach, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Biological Plant Protection Laboratory, All-Russian Research Institute of Plant Protection (Voronezh Oblast), dercach.vrn.2010@mail.ru.

O.A. Illarionova, Junior Research Scientist, Pesticide Analysis Laboratory, All-Russian Research Institute of Plant Protection (Voronezh Oblast), illarionova-oxana@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 20.08.2025; одобрена после рецензирования 26.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 20.08.2025; approved after reviewing 26.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Илларионов А.И., Деркач А.А., Илларионова О.А., 2025

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.853.494:632.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_58

EDN: RFCFPD

Нормативно-правовые аспекты использования агрохимических средств для сохранения и повышения почвенного плодородия

Ольга Владимировна Илюшкина¹, Николай Георгиевич Мязин², Елена Сергеевна Гасанова^{3✉}

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь,
Республика Крым, Россия

^{2, 3} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

³ upravlenieopm@mail.ru✉

Аннотация. Для прорывного развития агропромышленного комплекса Российской Федерации необходимо обеспечить реализацию мероприятий, направленных в первую очередь на эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения, модернизацию материально-технической базы и трансформацию кадрового потенциала. Представлен анализ действующей нормативно-правовой документации, основные положения которой регламентируют проведение агрохимических мероприятий, направленных на сохранение и восстановление показателей плодородия почв, соблюдение требований экологической безопасности производства сельскохозяйственной продукции в России. Приводится перечень обязанностей правообладателей земельных участков по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения, предусматривающих производство продукции способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель, а также исключаящими или ограничивающими неблагоприятное воздействие такой деятельности на окружающую среду, в том числе на почву. Анализируется порядок государственного учета основных показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения, включающий в себя сбор и обобщение результатов проводимых обследований почв (с указанием периодичности во времени): общие, физические и химические показатели, показатели загрязнения почв, показатели негативных процессов и др. Перечисляются основные критерии, по которым необходимо отслеживать изменения величин, влияющих на плодородие почв: снижение содержания органического вещества в пахотном горизонте на 15% и более, подвижного фосфора и обменного калия – на 25% и более, а также снижение кислотности или повышение щелочности – на 10% и более. Современная ситуация диктует необходимость принятия комплексных решений по сохранению и восстановлению плодородия почв. Это означает переход от традиционной практики земледелия к экологически ориентированным технологиям, сочетающим рациональное использование ресурсов и минимальное влияние на экосистемы.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, почвенное плодородие, критерии существенного снижения, сохранение и восстановление плодородия, нормативно-правовая документация, агрохимические мероприятия, экологически ориентированные технологии

Для цитирования: Илюшкина О.В., Мязин Н.Г., Гасанова Е.С. Нормативно-правовые аспекты использования агрохимических средств для сохранения и повышения почвенного плодородия // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 58–67. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_58-67.

4.1.3. AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Regulatory considerations of chemical products usage in soil fertility conservation and enrichment

Olga V. Ilyushkina¹, Nikolay G. Myazin², Elena S. Gasanova^{3✉}

¹ Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

² Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

³ upravlenieopm@mail.ru✉

Abstract. For the breakthrough results in the development of Russia's Agro-Industrial Complex, it is necessary to ensure the implementation of measures aimed primarily at the effective involvement of agricultural lands in the turnover, the modernization of the material and technical basis and the transformation of human resources. The analysis of the current regulatory documentation is presented, the main provisions of which regulate the implementation of agrochemical measures aimed at preserving and restoring soil fertility, compliance with environmental safety

requirements for agricultural production in Russia. The list of obligations of land proprietors to ensure the fertility of agricultural lands is provided, stipulating for the production of products in ways that ensure the reproduction of land fertility, as well as excluding or limiting the adverse effects of such activities on the environment, as well as having a negative impact on the soil. The authors consider the procedure for main indicators of fertility of agricultural lands status assessment, which includes the collection and generalization of the results of soil surveys (indicating the frequency over time): general, physical and chemical indicators, indicators of soil pollution, indicators of negative processes, etc. The main criteria are listed by which it is necessary to monitor changes in values affecting soil fertility: a decrease in the content of organic matter in the arable horizon by 15% or more, mobile phosphorus and exchangeable potassium by 25% or more, as well as a decrease in soil acidity or an increase in alkalinity by 10% or more. The current situation dictates the need for comprehensive solutions to preserve and restore soil fertility. This means a shift from traditional farming practices to environmentally determined technologies that combine rational use of resources and minimal impact on ecosystems.

Keywords: lands intended for agriculture, soil fertility, criteria of significant reduction, conservation and restoration of fertility, regulatory documentation, agrochemical measures, environmentally determined technologies

For citation: Ilyushkina O.V., Myazin N.G., Gasanova E.S. Regulatory considerations of chemical products usage in soil fertility conservation and enrichment. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):58-67. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_58-67.

Агропромышленный комплекс Российской Федерации в последние годы демонстрирует уверенный рост. Являясь одним из приоритетных секторов отечественной экономики, АПК оказывает непосредственное влияние на уровень продовольственной безопасности и устойчивое социально-экономическое развитие страны, обеспечение которого в долгосрочной перспективе является первостепенной задачей органов государственного управления. Для прорывного развития агропромышленного комплекса необходимо обеспечить реализацию системы мероприятий, направленных на эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения, модернизацию материально-технической базы (в том числе мелиоративного комплекса страны) и трансформацию кадрового потенциала, а также формирование единой цифровой базы, позволяющей агрегировать все необходимые данные о состоянии отраслей и подотраслей сельского хозяйства.

В настоящее время в большинстве субъектов Российской Федерации ухудшается состояние земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства, в частности продолжается снижение почвенного плодородия. Почвенный покров, особенно сельскохозяйственных угодий, подвержен деградации и загрязнению, теряет устойчивость к разрушению, способность к восстановлению свойств и воспроизводству плодородия.

В процессе сельскохозяйственного производства с каждым полученным урожаем из почвы выносятся определенное количество питательных веществ, поэтому важным для любого товаропроизводителя является регуляция агрохимических показателей плодородия почвы, прежде всего за счет возобновления необходимого запаса элементов питания, органического вещества через систему удобрений [9].

Для минимизации потерь элементов питания в пахотном горизонте, сдерживания процессов выщелачивания (например, потоками дождевых вод на чистых парах либо в осенне-весенний период, когда поверхность почвы оголена и на ней не возделываются культуры) необходимо стремиться к тому, чтобы с помощью применяемых систем удобрения все вносимые элементы были в доступной для растений и быстроусвояемой форме.

В почве обитает огромное количество микроорганизмов, которые так же нуждаются в питании, как и растения. Многие микроорганизмы являются полезными для культурных растений, при этом необходимо учитывать тот факт, что большая часть из них является гетеротрофами, а значит, для питания им требуется органическое вещество. В тех случаях, когда в почве содержится недостаточное количество органики, то

эти микроорганизмы начинают проявлять антагонистические свойства по отношению к выращиваемым растениям, поэтому очень важно вносить не только минеральные, но и органические удобрения.

В современных условиях сельскохозяйственный товаропроизводитель должен уделять пристальное внимание не только организации производства, но и иметь представление о федеральных законах, Указах Президента Российской Федерации, Постановлениях Правительства Российской Федерации, приказах и распоряжениях Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, которые устанавливают правовые основы государственного регулирования обеспечения воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Представлен анализ действующей нормативно-правовой документации, основные положения которой регламентируют проведение агрохимических мероприятий, направленных на сохранение и восстановление показателей плодородия почв, соблюдение требований экологической безопасности производства сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации.

Федеральный закон от 16.07.1998 № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (в различных редакциях федеральных законов, в том числе от 26.12.2024 № 499-ФЗ) определяет не только права, но и «обязанности правообладателей земельных участков по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения», предусматривающие:

- производство сельскохозяйственной продукции способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также исключающими или ограничивающими неблагоприятное воздействие такой деятельности на окружающую среду;

- ограничение негативного воздействия на окружающую среду, в том числе и на почву;

- регулярный контроль состояния плодородия почв, в том числе с помощью постоянного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения путем почвенного, геоботанического, агрохимического и иных видов обследования [16].

В приведенном федеральном законе используются следующие основные понятия:

- плодородие земель сельскохозяйственного назначения (способность почвы удовлетворять потребность сельскохозяйственных культурных растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде и обеспечивать урожай сельскохозяйственных культурных растений);

- государственное нормирование плодородия земель сельскохозяйственного назначения (разработка и утверждение норм и правил в области обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения);

- воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения (сохранение и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения посредством проведения мелиоративных и иных мероприятий);

- деградация земель (ухудшение свойств земель сельскохозяйственного назначения в результате природного и антропогенного воздействий);

- агрохимическое обслуживание (деятельность по обеспечению правообладателей земельных участков из состава земель сельскохозяйственного назначения агрохимикатами, технологиями, техникой, а также деятельность по проведению мероприятий по воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения и научных исследований в области обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения) [16].

С целью реализации Федерального закона № 101-ФЗ Министерством сельского хозяйства Российской Федерации приказом от 04.05.2010 № 150 был утвержден порядок государственного учета основных показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения, включающий в себя сбор и обобщение результатов

проводимых обследований почв (с указанием периодичности во времени) [12]. В данном приказе перечислены те показатели, которые необходимо учитывать при проведении обследований земель сельскохозяйственного назначения:

а) общие показатели (название типа почвы, включая почвообразующую породу; мощность гумусового горизонта; уклоны поверхности);

б) физические и химические показатели (содержание органического вещества в пахотном горизонте, кислотность-щелочность (рН), гидролитическая кислотность, содержание подвижного фосфора, обменного калия, минеральных форм азота, макро- и микроэлементов (Ca, Mg, Zn, Cu, Mo, S, B), обменного натрия (Na), степень насыщенности основаниями, гранулометрический состав и др.);

в) показатели загрязнения почв (содержание подвижных форм тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg, As), остаточных количеств пестицидов, нефти и нефтепродуктов и др.);

г) показатели негативных процессов (доля эродированных и засоленных почв, доля солонцов и солонцеватых почв, доля переувлажненных почв и др.);

д) дополнительные показатели для почв неиспользуемых земель (закустаренность, залесенность, зарастание сорняками) и др. (например, биологическая активность).

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 30.07.2010 № 1292-р [9] (в редакции от 30.05.2014 № 934-р) была разработана Концепция развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года. Утвержденная Концепция определяет цели, задачи и направления работ по осуществлению государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, данные которого являются основой формирования государственных информационных ресурсов о состоянии и использовании этих земель.

В Постановлении Правительства РФ от 22.07.2011 № 612 установлены основные критерии, по которым необходимо отслеживать изменения величин, влияющих на плодородие почв. Существенным снижением плодородия земель сельскохозяйственного назначения является изменение числовых значений не менее трех следующих критериев, причиной которого стало использование земель с нарушением установленных земельным законодательством Российской Федерации требований рационального использования земли:

- снижение содержания органического вещества в пахотном горизонте на 15% и более;

- снижение кислотности в кислых почвах (pH_{KCl}) на 10% или более;

- повышение щелочности в щелочных почвах ($pH_{водн}$) на 10% или более;

- снижение содержания подвижного фосфора на 25% или более;

- снижение содержания обменного калия на 25% или более [10].

Гумус – это стабильное органическое вещество, образующееся при разложении растительных и животных остатков, его содержание в верхнем плодородном слое почвы составляет 5–15%. Процесс формирования гумуса занимает десятилетия и зависит от биологической активности.

Как известно, роль гумуса велика, так как он определяет большинство физических, химических и биологических свойств почвы, в том числе ее плодородие. Гумус создает водопрочную структуру почвы, что необходимо для благоприятной циркуляции воздуха, воды, оптимальной температуры, роста корней в почве, придает связность легким почвам, разрыхляет глинистые (это физическая функция); является хранилищем элементов питания, так как в результате деятельности микроорганизмов гумус постепенно разлагается, освобождая содержащиеся в нем азот, фосфор, калий и другие элементы (это химическая функция); создает благоприятные условия для развития и дея-

тельности микроорганизмов (это биологическая функция). Кроме того, в гумусе ускоряется разрушение пестицидов, закрепляются загрязняющие вещества, снижая поступление их в растения (это санитарно-защитные функции).

Согласно ГОСТ 17.5.1.01-83 плодородным слоем почвы является верхняя гумусированная часть поверхности с благоприятными для роста и развития растений физическими, биологическими и химическими свойствами, поэтому при анализе потенциального плодородия почв учитывается мощность гумусового горизонта. Это важный показатель, который необходим не только для установления глубины обработки почвы, но и для создания более благоприятных условий в корнеобитаемом слое [3].

С целью мониторинга изменений содержания органического вещества в почве и определения необходимого объема дополнительного его поступления пользуются расчетом баланса гумуса. Согласно методическим указаниям, разработанным ЦИНАО, при расчете учитывают статьи прихода и расхода гумуса [20]. Приход гумуса рассчитывается по такому показателю, как гумификация пожнивных и корневых остатков, которая зависит от возделываемой культуры и ее урожайности в текущем году, а также, в случае внесения, учитывается и гумификация органических удобрений. Именно от данных показателей во многом зависят объемы новообразования органического вещества. Расходные параметры определяются степенью минерализации органического вещества, которая обязательно должна учитывать фактическое содержание гумуса в почве, глубину пахотного горизонта, плотность почвы, а также возможные потери за счет эрозии почв. По итогу расчета определяют содержание гумуса, в случае выявления отрицательного значения (дефицитного) принимают решения о дополнительном внесении органики в почву. Учитывая тот факт, что 1 тонна навоза возмещает 100 кг, а солома – до 150 кг органического вещества, рекомендуется применять сидеральные культуры, которые могут в своем составе содержать до 140 кг/т органического вещества, снижая при этом плотность почвы и улучшая ее структуру.

В Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» подчеркивается, что хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- обязательность проведения в соответствии с законодательством Российской Федерации проверки проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан и др.;
- учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;

- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших доступных технологий с учетом экономических и социальных факторов;
- сохранение биологического разнообразия;
- обеспечение сочетания общего и индивидуального подходов к установлению мер государственного регулирования в области охраны окружающей среды, применяемых к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность или планирующим осуществление такой деятельности [8].

При этом каждый руководитель предприятия сам решает, как ему поступать с побочными продуктами животноводства: либо согласно Федеральному закону от 24.06.1998 № 89-ФЗ – как с отходами 3-го или 4-го классов опасности [7], либо согласно Федеральному закону от 14.07.2023 № 248-ФЗ – как с ценнейшим удобрением [17]. Все, что необходимо, – это вовремя уведомить территориальные органы в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 07.10.2022 № 671 [13]. Хранение и переработка продуктов жизнедеятельности животных должны осуществляться согласно Постановлению Правительства РФ от 31.10.2022 № 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства», по которому необходимо создавать специализированные площадки для хранения и переработки побочных продуктов жизнедеятельности [14]. Во время хранения должно осуществляться биотермическое обеззараживание экскрементов, особенно при возникновении инфекционных заболеваний, с целью предотвращения их повсеместного распространения на окружающей территории. Необходимо соблюдать ветеринарно-санитарные правила подготовки к использованию в качестве органических удобрений навоза, помета и стоков, утвержденные 04.08.1997 под номером 13-7-2/1027 [1]. После обеззараживания органические удобрения необходимо проверить на содержание токсичных элементов, пестицидов, патогенных и болезнетворных микроорганизмов и паразитов, которое регламентируется нормативными показателями, указанными в Постановлении Правительства РФ от 31.10.2022 № 1940 [14].

Согласно Федеральному закону от 22.04.2024 № 86-ФЗ вводится административная ответственность за нарушения требований к обращению с побочными продуктами животноводства. Предусмотрены штрафы как за нарушения при хранении побочных продуктов, так и за порчу земель из-за неправильного обращения с соответствующими отходами, а деятельность индивидуальных предпринимателей и юридических лиц могут приостановить на срок до 90 дней [15].

Все мероприятия, направленные на изменение состояния плодородия почв, должны осуществляться только после проведения детального агрохимического обследования. Постановлением Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 325 были утверждены планы проведения почвенных, геоботанических и иных обследований земель сельскохозяйственного назначения [11]. В данном постановлении предусмотрено проведение агрохимических обследований «...с целью сбора информации об изменении агрохимических показателей плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» (редакция от 05.03.2021 № 325, раздел II, п. 15, с. 4) [11]. При проведении государственного мониторинга земель необходимо также руководствоваться положениями, сформулированными в Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», так как почва относится к основным элементам окружающей среды [8].

В Постановлении Правительства РФ от 05.03.2021 № 325 в разделе III установлен порядок проведения обследований, в пункте 22 установлены этапы и правила оформления результатов обследования в виде отчета [11]. Все полученные результаты необходимо обобщить и проанализировать, на основании чего можно принимать меры по изменению плодородия почв. Согласно Постановлению Правительства РФ от 22.07.2011 № 612 необходимо следить за изменением содержания элементов питания в почве. Зная величину их содержания в почве, можно рассчитать баланс питательных веществ [10].

При расчете баланса определяют приход питательных веществ (NPK) с минеральными и органическими удобрениями, семенами, азотфиксацией и осадками. Расходные статьи баланса питательных веществ учитывают их вынос сельскохозяйственными культурами, сорняками, за счет денитрификации, вымывания и эрозии. По результатам расчета делается вывод о необходимости применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры. Если баланс положительный, то, как правило, вносят стартовые дозы удобрения (минимальные) для поддержания плодородия, а если отрицательный – то рассчитываются дозы, необходимые для возделывания культур [20].

Все удобрения (микробиологические, минеральные, органические, органоминеральные, химические мелиоранты) относятся к агрохимикатам, которые используют для регулирования плодородия почв и питания растений. К категории агрохимикатов не относятся торф, побочные продукты животноводства, не прошедшие переработку, согласно Федеральному закону от 19.07.1997 № 109-ФЗ (с изменениями на 08.08.2024) «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» [5]. На основании данного закона Министерством сельского хозяйства России ежегодно обновляется и публикуется «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», в котором перечислены виды разрешенных к использованию на территории РФ агрохимикатов, а также их технические характеристики [4].

Особое внимание необходимо уделять безопасному использованию пестицидов и агрохимикатов. Применение средств химизации не должно приводить к накоплению их токсичных остатков и метаболитов в сельскохозяйственной продукции, почве, водных источниках и других объектах окружающей природной среды выше установленных безопасных уровней. Поэтому на организации и предприятия сельского хозяйства, занимающиеся вопросами химизации, возложена вся полнота ответственности за научно обоснованное использование минеральных и органических удобрений, мелиорантов, химических и биологических средств защиты, регуляторов роста растений, а также за выполнение других видов работ, направленных на повышение плодородия почв.

Важнейшие положения, касающиеся охраны отдельных элементов природной среды или отдельных сторон природоохранной деятельности, закреплены в фундаментальных правовых актах (Земельный кодекс Российской Федерации, Водный кодекс Российской Федерации, Закон о недрах Российской Федерации, Лесной кодекс Российской Федерации и др.). Природоохранные мероприятия могут быть реализованы только при наличии полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды, в том числе почвенного покрова.

Минеральные и органические удобрения должны применяться с учетом следующих критериев [2]:

- соблюдение сбалансированности элементов питания в почве в зависимости от биологических особенностей сельскохозяйственных культур;
- расстояние от складов для хранения минеральных удобрений и ядохимикатов до водоохраных зон, жилых и общественных зданий должно составлять не менее 500 м;
- строгое соблюдение мер безопасности при работе со средствами защиты растений и минеральными удобрениями, а также другими средствами химизации;
- максимальное использование имеющихся дорог при транспортировке средств химизации.

Ширина водоохранных зон для рек и ручьев определяется в зависимости от их протяженности от истока. Если протяженность реки составляет до 10 км, то ширина водоохранной зоны должна быть не менее 5 м, 10–50 км – 100 м, 50–100 км – 200 м. Ширина водоохранной зоны верховых болот, формирующих сток постоянных водотоков, с площадью акватории до 2 кв. км составляет 300 м. Данные параметры предусмотрены статьей 65 Водного кодекса, принятого 03.06.2003 № 74-ФЗ с поправками на 08.08.2024 № 232 [2].

В водоохранной зоне запрещается:

- хранение и применение средств химизации;
- сброс и использование сточных вод для удобрения полей и с целью восстановления плодородия почв;
- размещение складов ядохимикатов, кладбищ и скотомогильников, накопителей сточных вод, а также складирование побочных продуктов жизнедеятельности животных и мусора.

Водоохранные и прибрежные зоны должны быть залуженными с размещением на них древесно-кустарниковой растительности для предотвращения водной эрозии и образования котловин и оврагов. Также запрещается проводить распашку земель вдоль рек и болот, защитная полоса должна быть шириной от 15 до 55 м. Дополнительно запрещена организация летних лагерей для выпаса и содержания животных, а также создание ванн для купания животных согласно нормам, установленным в п. 17 ч. 15 ст. 65 Водного кодекса Российской Федерации [2].

Современная ситуация диктует необходимость принятия комплексных решений по сохранению и восстановлению плодородия почв. Это означает переход от традиционной практики земледелия к экологически ориентированным технологиям, сочетающим рациональное использование ресурсов и минимальное влияние на экосистемы [6, 19, 21]. Эффективное управление плодородием почв требует системного подхода, включающего грамотное планирование, контроль качества используемых материалов, разработку технологий снижения рисков загрязнения окружающей среды и своевременную коррекцию ошибок, допущенных ранее. Только при таком подходе можно сохранить ресурс плодородных земель для будущих поколений, одновременно обеспечив продовольственную безопасность и экономическую устойчивость отечественного АПК.

Список источников

1. Ветеринарно-санитарные правила подготовки к спользованию в качестве органических удобрений навоза, помета и стоков при инфекционных и инвазионных болезнях животных и птицы (утв. заместителем начальника департамента ветеринарии Минсельхозпрода России В.В.Селиверстовым от 04.08.1997 № 13-7-2/1027 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069860/titles> (дата обращения: 03.02.2025).
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 08.08.2024) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 03.02.2025).
3. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. 20 с.
4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (по состоянию на 10 октября 2024 г.); в 2 ч. Ч. I. Пестициды [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Архив. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-i-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industryinformation/infoarkhiv> (дата обращения: 19.11.2024).
5. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 19.06.1997 № 109-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/11900732> (дата обращения: 05.03.2025).
6. Об ограничении выбросов парниковых газов: Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/ (дата обращения: 05.03.2025).

7. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_355552 (дата обращения: 05.03.2025).

8. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102074303> (дата обращения: 06.02.2025).

9. Об утверждении Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.07.2010 № 1292-р (ред. от 30.05.2014) [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/73433/> (дата обращения: 07.02.2025).

10. Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения: Постановление Правительства Российской Федерации от 22.07.2011 № 612 (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12188226/> (дата обращения: 05.03.2025).

11. Об утверждении Положения о формировании планов проведения почвенных, геоботанических и других обследований земель сельскохозяйственного назначения, а также о проведении таких обследований: Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 325 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_378842/ (дата обращения: 05.03.2025).

12. Об утверждении Порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения: Приказ Минсельхоза Российской Федерации от 04.05.2010 № 150 (ред. от 24.05.2022) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102393955&backlink=1&nd=102140760> (дата обращения: 06.02.2025).

13. Об утверждении порядка, сроков и формы направления уведомления об отнесении веществ, образуемых при содержании сельскохозяйственных животных, к побочным продуктам животноводства: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 07.10.2022 № 671 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/405572771/> (дата обращения: 06.02.2025).

14. Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства: Постановление Правительства Российской Федерации от 31.10.2022 № 1940 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405503759/> (дата обращения: 05.03.2025).

15. О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 22.04.2024 № 86-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475041/ (дата обращения: 05.03.2025).

16. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения: Федеральный закон от 16.07.1998 № 101-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102054366> (дата обращения: 06.02.2025).

17. О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 14.07.2022 № 248-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404891791/> (дата обращения: 05.03.2025).

18. Орлов М.П., Пиксендеев К.В., Ровнов Ю.Е. и др. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад; под ред. А.Ю. Иванова, Н.Д. Дурманова. Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021. 120 с.

19. О сокращении выбросов парниковых газов: Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566191878> (дата обращения: 07.02.2025).

20. Сычев В.Г., Музыкантов П.Д., Панкова Н.К. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. Москва: Изд-во ЦИНАО, 2000. 40 с.

21. Сычев В.Г., Налиухин А.Н. Изменение климата и углеродная нейтральность: современные вызовы перед аграрной наукой // Плодородие. 2021. № 5. С. 3–7. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.01.

References

1. Veterinary and sanitary rules for the preparation of manure, poultry litter and sewage for infectious and invasive diseases of animals and poultry as organic fertilizers (approved by V.V.Seliverstov, Deputy Head of the Veterinary Department of the Ministry of Agriculture and Food of Russia, No. 13-7-2/1027 of 04.08.1997. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069860/titles>. (In Russ.).

2. Water Code of the Russian Federation of 03.06.2006 No. 74-FZ (as amended on 08.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/. (In Russ.).

3. GOST 17.5.1.01-83. Nature protection. Land reclamation. Terms and definitions. Moscow: Publishing House of Standards; 2002. 20 p. (In Russ.).

4. State Catalogue of pesticides and agrochemicals approved for use in the territory of the Russian Federation (as of October 10, 2024); in 2 parts. Part 1. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Archive. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniya/industry-information/info-arkhiv/>. (In Russ.).

5. Concerning Safe Handling of Pesticides and Agrochemicals (with amendments and additions): Federal Law No. 109-FZ of 19.06.1997. URL: <https://base.garant.ru/11900732/>. (In Russ.).

6. Concerning Limiting Greenhouse Gas Emissions: Federal Law No. 296-FZ of 02.07.2021 (in the latest revision). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/. (In Russ.).

7. Concerning Production and Consumption Waste: Federal Law No. 89-FZ of 24.06.1998. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_355552. (In Russ.).
8. Concerning Environmental Protection: Federal Law No. 7-FZ of 10.01.2002 (in the latest revision). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102074303>. (In Russ.).
9. On approval of the Concept for the Development of State Monitoring of Agricultural Lands and Lands Used or Provided for Agriculture as Part of Lands of Other Categories, and the Formation of State Information Resources on These Lands for the Period up to 2020: Decree of the Government of the Russian Federation of 30.07.2010 No. 1292-r (as amended on 30.05.2014). URL: <http://government.ru/docs/all/73433/>. (In Russ.).
10. On Approval of Criteria for a Significant Decrease in the Fertility of Agricultural Lands: Decree of the Government of the Russian Federation of 22.07.2011 No. 612 (with amendments and additions). URL: <https://base.garant.ru/12188226/>. (In Russ.).
11. On Approval of the Regulations on the Formation of Plans for Conducting Soil, Geobotanical and Other Surveys of Agricultural Lands, as well as on Conducting Such Surveys: Decree of the Government of the Russian Federation of 05.03.2021 No. 325. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_378842/. (In Russ.).
12. On Approval of the Procedure for State Assessment of Indicators of Fertility of Agricultural Lands Status: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 04.05.2010 No. 150 (as amended on 24.05.2022). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102393955 & backlink=1&&nd=102140760>. (In Russ.).
13. On Approval of the Procedure, Terms and Form of Sending a Notification on the Classification of Substances Formed During the Maintenance of Farm Animals as By-Products of Animal Husbandry: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 07.10.2022 No. 671. URL: <https://base.garant.ru/405572771/>. (In Russ.).
14. On Approval of Requirements for the Treatment of Animal By-Products: Decree of the Government of the Russian Federation of 31.10.2022 No. 1940. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405503759/>. (In Russ.).
15. On Amendments to the Code of Administrative Offences of the Russian Federation: Federal Law No. 86-FZ of 22.04.2024 (in the latest revision). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475041. (In Russ.).
16. On State Regulation of ensuring the Fertility of Agricultural Lands: Federal Law No. 101-FZ of 16.07.1998. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102054366>. (In Russ.).
17. On By-Products of Animal Husbandry and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law No. 248-FZ of 14.07.2022. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404891791/>. (In Russ.).
18. Orlov M.P., Piskundeev K.V., Rovnov Yu.E. et al. The Battle of Climate: Carbon Farming as Russia's Bet: expert report; edited by A.Yu. Ivanov, N.D. Durmanov. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics; 2021. 120 p. (In Russ.).
19. On Reducing Greenhouse Gas Emissions: Decree of the President of the Russian Federation of 04.11.2020 No. 666. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566191878>. (In Russ.).
20. Sychev V.G., Muzykantov P.D., Pankova N.K. Methodological guidelines for determining the balance of nutrients nitrogen, phosphorus, potassium, humus, and calcium. Moscow: Central Scientific Research Institute of Agrochemical Services for Agriculture Publishing House; 2000. 40 p. (In Russ.).
21. Sychev V.G., Naliukhin A.N. Climate change and carbon neutrality: modern challenges for agriculture. 2021;5:3-7. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.01. (In Russ.).

Информация об авторах

О.В. Илюшкина – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», olga-cheboha@mail.ru.

Н.Г. Мязин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», agroхими@agronomy.vsau.ru.

Е.С. Гасанова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», upravlenieopm@mail.ru.

Information about the authors

O.V. Ilyushkina, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Research Institute of Agriculture of Crimea, olga-cheboha@mail.ru.

N.G. Myazin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, agroхими@agronomy.vsau.ru.

E.S. Gasanova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, upravlenieopm@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 10.08.2025; одобрена после рецензирования 25.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 10.08.2025; approved after reviewing 25.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Илюшкина О.В., Мязин Н.Г., Гасанова Е.С., 2025

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.82/46:634.74

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_68

EDN: RJEJKQ

Влияние цеолитсодержащего минерального комплекса на состав микробиоты субстрата и эффективность доращивания растений клюквы и актинидии, полученных в культуре ткани

Марина Витальевна Маслова^{1✉}, Роман Валериевич Папихин²,
Екатерина Владимировна Грошева³, Светлана Александровна Муратова⁴

^{1, 2, 3, 4} Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

¹ marinamaslova2009@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты изучения реакции микробиоты субстрата, а также растений клюквы и актинидии при внесении минеральных удобрений в виде растворов и с цеолитом в качестве носителя питательных элементов. Изменение химических свойств субстрата регистрировали на основе динамики водородного показателя (рН). Состав микробиоты торфяной смеси определяли путем посева ее суспензий на питательные среды. Состояние растений оценивали по их высоте, количеству листьев и побегов. Выявлены особенности реакции микробиоты в ризосфере горшечных растений (актинидии, клюквы) на наличие и количество добавленных в субстрат минеральных элементов питания, а также на способ их внесения (в растворенном виде и на цеолите в качестве носителя). Анализ вариантов субстрата по значению кислотности показал, что образцы, содержащие цеолит, насыщенный минеральными удобрениями и без них, на протяжении всего периода исследования имели более высокие значения рН (>6,2). У образцов с добавлением растворенных удобрений показатель рН был ниже 6,2. В торфяной смеси с добавлением цеолита, насыщенного минеральными удобрениями, отмечалось повышение бактериальной обсемененности на 29,1% и понижение количества патогенных грибов на 30,5%. Внесение растворенных питательных элементов в субстрат снизило численность бактерий на 19,4% по сравнению с контролем, при этом количество патогенных грибов увеличилось на 31,8%. Использование цеолита в качестве носителя минеральных удобрений способствовало увеличению длины побегов и количества листьев у горшечных растений клюквы и актинидии. Стабилизация кислотности субстрата при использовании цеолита обеспечивает пролонгированный характер высвобождения элементов питания. Наличие питательных веществ в доступной форме стимулирует микробную активность почв, что положительно влияет на мобилизацию элементов минерального питания и, как следствие, повышает продуктивность растений. Подбор компонентов субстратов позволяет получать высококачественный посадочный материал ягодных культур.

Ключевые слова: минеральные удобрения, цеолит, торфяной субстрат, питательные элементы, кислотность, микробиота, ягодные культуры, клюква, актинидия

Финансирование: исследования выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания № 1023050500002-6-4.4.1 «Разработка инновационных биотехнологий получения высококачественного посадочного материала перспективных ягодных и декоративных культур».

Для цитирования: Маслова М.В., Папихин Р.В., Грошева Е.В., Муратова С.А. Влияние цеолитсодержащего минерального комплекса на состав микробиоты субстрата и эффективность доращивания растений клюквы и актинидии, полученных в культуре ткани // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 68–85. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_68–85.

4.1.3. AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Zeolite-containing mineral complex impact on the substrate microbiota content and the effectiveness of finishing growing of cranberry and actinidia plants by using tissue culturing method

Marina V. Maslova^{1✉}, Roman V. Papikhin², Ekaterina V. Grosheva³, Svetlana A. Muratova⁴

^{1, 2, 3, 4} Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

¹ marinamaslova2009@mail.ru✉

Abstract. The authors present the results of studies on the reaction of the microbiota of the substrate, as well as cranberry and actinidia plants, when mineral fertilizers were applied in the form of solutions and with zeolite as a carrier of available plant nutrients. Changes in the chemical properties of the substrate were recorded based on

the dynamics of the index of acidity (pH). The composition of the peat mixture microbiota was determined by inoculation of media. The condition of the plants was assessed by their height, number of leaves and shoots. An analysis of the substrate variants by acidity value showed that the samples containing zeolite saturated with and without mineral fertilizers had higher pH values (> 6.2). The pH of the samples with the addition of dissolved fertilizers was less than 6.2. In the peat mixture with the addition of zeolite soaked with mineral fertilizers, there was an increase in bacterial contamination by 29.1% and a decrease in the number of fungi by 30.5%. The introduction of dissolved nutrients into the substrate reduced the number of bacteria by 19.4% compared with the control, while the number of pathogenic fungi increased by 31.8%. The use of zeolite as a carrier of mineral fertilizers contributed to an increase in the length of shoots and the number of leaves in cranberry and actinidia potted plants. Stabilization of the acidity of the substrate when using zeolite ensures a prolonged release of nutrients. The availability of nutrients in an accessible form stimulates microbial activity in soils, which positively affects the mobilization of mineral nutrition elements and, as a result, increases plant productivity. The selection of substrate components makes it possible to obtain high-quality planting material for berry crops.

Keywords: mineral fertilizers, zeolite, microbiota, turfy substrate, available plant nutrient, acidity, berry crops, cranberry, actinidia

Funding: the paper was prepared based on the results of research carried out within the framework of federally funded state assignment No. 1023050500002-6-4.4.1 "Development of innovative biotechnologies for obtaining high-quality planting material for promising berry and ornamental crops" supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation: Maslova M.V., Papikhin R.V., Grosheva E.V., Muratova S.A. Zeolite-containing mineral complex impact on the substrate microbiota content and the effectiveness of finishing growing of cranberry and actinidia plants by using tissue culturing method. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):68-85. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_68-85.

Введение
Для получения высококачественного посадочного материала ягодных культур важной задачей является обеспечение их необходимыми элементами питания. При внесении минеральных удобрений питательные вещества сразу становятся доступными для растений, что способствует их активному росту, развитию и повышению биологической продуктивности. Однако, как известно, длительное внесение удобрений может привести к неблагоприятной экологической ситуации: загрязнению почв, водной среды и атмосферы, ухудшению качества сельскохозяйственной продукции, что негативно влияет на здоровье населения.

Минеральные удобрения провоцируют выщелачивание кальция, магния, цинка, меди, марганца и других полезных для растений элементов, что отрицательно сказывается на их физиологическом состоянии. Бесконтрольное применение минеральных удобрений приводит к уплотнению почвы, снижению пористости [3], кроме того, повышается ее кислотность [15]. Известно, что подкисление почв, как правило, наблюдается при применении азотных удобрений [13], что повышает риски возникновения осмотического токсического эффекта, который может привести к полной гибели семян и молодых корней [16].

Дополнительное внесение минеральных удобрений в субстрат смещает баланс между компонентами почвенного биоценоза, так как питательными элементами обеспечиваются не только растения, но и микроорганизмы. При наличии в ризосфере доступных питательных веществ и меньшей конкуренции за них патогенные грибы развиваются как сапротрофы, с минимальной колонизацией корней [11]. Длительное внесение удобрений приводит к накоплению грибов-токсикообразователей, что, в свою очередь, способствует развитию токсикоза почв, вызывающего резкое угнетение роста и развития растений и, как следствие, снижение урожайности [7]. Особым проявлением токсикоза почв является фунгистазис, который выражается в задержке прорастания спор некоторых грибов и снижении микробного разнообразия [10].

Природный цеолит, являясь комплексным мелиорантом, повышает плодородие почв, качество растениеводческой продукции, а также способствует активизации микробного метаболизма в почвах [9, 23]. Внесение цеолита приводит к перераспределению иммобилизованных микроорганизмов в почве, которые располагаются преимуще-

ственно на поверхности твердой фазы. Способность цеолитов адсорбировать микробные клетки позволяет использовать его в качестве носителя микроорганизмов [12, 14], поэтому внесение цеолита влияет на состояние почв и параметры биоразнообразия.

Проблемы, связанные с негативными последствиями внесения минеральных удобрений, можно решить за счет использования их форм пролонгированного действия, что является альтернативой обычным удобрениям благодаря постепенному высвобождению элементов питания, которые активнее потребляются растениями, при этом потери от вымывания становятся меньше [8, 31]. Такие удобрения способны оказывать влияние на почвенное плодородие в течение нескольких лет после внесения. Применение удобрений пролонгированного действия позволяет управлять ростом растений за счет дозированного растворения питательных компонентов в почве [18].

Перспективность использования пролонгированных форм удобрений обусловлена целым рядом преимуществ, из которых ключевым является значительное снижение потерь элементов питания. В большей мере это касается азота, потери которого из удобрений за счет вымывания и денитрификации достигают значительных масштабов. Использование удобрений пролонгированного действия ослабляет или полностью исключает этот эффект. Более того, применение пролонгированных форм азотных удобрений улучшает качество растительной продукции, снижая в них содержание нитратов [13]. Низкая скорость растворения удобрения усиливает мобилизацию элементов питания из почвы за счет отсутствия избытка питательных веществ [4].

Эффективное использование растениями одних питательных веществ повышает их способность потреблять другие элементы питания. Применение удобрений с контролируемым высвобождением также уменьшает затраты на сельскохозяйственное производство за счет снижения количества удобрений, а также затрат на рабочую силу и топливо, связанных с их повторным внесением [26].

Индустрия удобрений пролонгированного действия существует на протяжении почти ста лет. Она решает три задачи, возникавшие последовательно по мере развития агрохимической науки: повышение коэффициента использования удобрений, синхронизация во времени высвобождения питательных элементов с потребностями растений и создание экологических ресурсосберегающих технологий производства. Разрабатываются различные способы, обеспечивающие эффект пролонгации действия удобрений [13]. Так, покрытие гранул с удобрениями монокальцийфосфатом позволяет регулировать скорость высвобождения азота из них. Лабораторные испытания показали, что применение монокальцийфосфата в качестве материала оболочки способно пролонгировать период действия удобрения по сравнению с непокрытыми образцами [17]. Также с этой целью используют капсулы низкой проницаемости для водных растворов, изготавливаемые из различных полимерных материалов, парафинов, смол [2]. За счет применения полимермодифицированного удобрения азофоски, содержащего поливиниловый спирт с медленно растворяющимся удобрением, достигалась высокая эффективность [4]. Нанесение на гранулы оболочки с нанопористой структурой с добавлением диатомита продлевает действие азотной составляющей гранулы. Это способствует длительному действию сердцевины гранул карбамида и накоплению влаги в почве. За счет добавления кремнийсодержащих соединений в оболочку удобрений повышается устойчивость растений к стрессу [21].

Подобными диатомиту свойствами обладают цеолиты – природные, широко распространенные компоненты окружающей среды, состоящие в основном из алюминия, кремния и кислорода. Они были обнаружены в горных породах разных эпох во многих геологических системах. В качестве кинетики процесса ионного обмена в цеолитах были выявлены два основных процесса: диффузия частиц и диффузия пленки. Цеолиты являются одними из лучших катионных обменников, и их способность к ка-

тионному обмену в два-три раза выше, чем у других типов минералов, встречающихся в почве. Цеолиты являются потенциальными адсорбентами благодаря микропористой структуре. Их полезным свойством также является избирательность в отношении катионов аммония и калия. Цеолиты можно использовать как в качестве носителей питательных веществ, так и в качестве среды для их высвобождения [25, 30].

Цель работы состояла в изучении реакции микробиоты субстрата, а также растений клюквы и актинидии при внесении минеральных удобрений как в виде растворов, так и с цеолитом в качестве носителя элементов питания.

Методика исследований

В экспериментах использовали торфяной субстрат Агробалт-С (производитель – ООО «Пиндstrup», Россия).

Состав смеси:

- верховой сфагновый торф низкой степени разложения;
- известняковая (доломитовая) мука;
- комплексное минеральное удобрение с полным набором макро- и микроэлементов.

Основные агротехнические характеристики: влажность – не более 65%; показатель актуальной кислотности $pH_{\text{водн}}$ – 5,5–6,6; показатель обменной кислотности pH_{KCl} – 5,0–6,2; содержание органического вещества – не менее 80%.

Питательные элементы (не менее мг/л):

- Нобщ. – 150;
- Ca – 120;
- Mg – 30;
- K_2O – 250;
- P_2O_5 – 150.

В качестве минерального компонента, регулирующего гидрологические характеристики субстрата, применяли цеолитсодержащий минеральный комплекс (ЦМК) «Доктор грунт» в концентрации 10% по объему (в дальнейшем в работе он упоминается под термином цеолит), состоящий из равнопропорциональной смеси цеолитов (трепел и опока, месторождение – Калужская область, г. Жиздра).

Минеральные удобрения вносили в виде растворов и в составе базового носителя, в качестве которого выступал природный цеолит. Его насыщение раствором удобрений проводили путем опрыскивания с помощью пульверизатора в 3 этапа с перемешиванием и подсушиванием после каждого в течение 30 минут. Таким образом, добивались получения комбинированного препарата с равномерным насыщением различными минеральными компонентами. Торфяной субстрат инкубировали в контейнерах объемом 1 л, которые помещали в поддоны. Насыщение образцов водой осуществляли путем заполнения поддонов.

Оценку изменения свойств субстрата после внесения минеральных удобрений различными способами проводили на основе изучения динамики водородного показателя на протяжении 109 суток. Его измеряли с помощью pH-метра Checker H198103 (Hanna Instruments Inc., USA). Водородный показатель воды не изменялся в течение всего опыта ($pH = 7,0$). В каждом варианте использовали от 8 до 9 контейнеров. Опыт имел трехкратную повторность.

Параллельно изучали микробиологические свойства субстрата. Для этого отбирали объединенную навеску, состоящую из 3 проб по 1 г (5 мл) из каждого исследуемого образца. Готовили суспензию объемом 300 мл, добавляя стерильную дистиллированную воду, выдерживали на шейкере при 140 об/мин в течение 40 мин. Полученную суспензию фильтровали с использованием марлевого фильтра, после чего готовили

разведение 1:10 и высевали на агаризированные питательные среды по 100 мкл в 5 параллельных чашек Петри. В качестве питательной среды использовали картофельно-глюкозный агар (КГА). Суспензию равномерно распределяли по поверхности среды шпателем Дригальского. Культивировали микроорганизмы при температуре 25 °С. По мере роста колоний бактерий и грибов проводили подсчет колониеобразующих единиц (КОЕ) и идентификацию с последующим пересчетом на 1 г субстрата [22].

В другой серии экспериментов растения актинидии коломикта мужской формы (*Actinidia kolomikta*) и клюквы (*Oxycoccus*) сорта Стивенс выращивали в виде горшечной культуры в условиях пленочной теплицы в течение 3 месяцев.

Включенные в исследования растения предварительно были размножены методом клонального микроразмножения для обеспечения генетической и морфологической однородности. Далее микрорастения высаживали для адаптации в минипарники в касеты (54 ячеек по 80 мл) в торфяной субстрат. Период доращивания составлял 70 дней, после чего проводили морфометрические исследования растений по следующим признакам: высота растений, количество листьев и побегов.

Коэффициент сгущения листьев (Ксл) рассчитывали по методике Н.А. Гашевой (2009) [5].

В каждый вариант опыта было включено по 31 растению. Опыт проводили в четырехкратной повторности.

В процессе вегетации растений в субстрате формировался определенный микробный комплекс под влиянием того или иного состава торфяной смеси и вторичных метаболитов, выделяемых корнями растений. Микробиологический анализ субстрата проводили по той же методике, что и в предыдущем эксперименте.

Состав минеральных удобрений, использованных для насыщения цеолита, приведен в таблице 1. Варианты опытов описаны в таблице 2.

Статистическую обработку данных осуществляли в программной среде Microsoft Excel. Дисперсионный анализ проводили на уровне значимости 5%, 1% и 0,1%.

Таблица 1. Состав вносимых минеральных удобрений

Варианты	Состав минеральных удобрений	Содержание на 1 л цеолита**
1	N : P : K 13 : 41 : 13 + микроэлементы (Fe (ДТПА) – 0,054%; Zn (ЭДТА) – 0,014%; Cu (ЭДТА) – 0,01%; Mn (ЭДТА) – 0,042%; Mo – 0,004%; B – 0,02%) (Акварин-13*)	20 г
2	N : P : K 13 : 41 : 13 + микроэлементы (Fe (ДТПА) – 0,054%; Zn (ЭДТА) – 0,014%; Cu (ЭДТА) – 0,01%; Mn (ЭДТА) – 0,042%; Mo – 0,004%; B – 0,02%) (Акварин-13*)	30 г
3	N : P : K 13 : 5 : 25 + 2MgO + 8S (Акварин «Для цветов»*)	20 г
4	N : P : K 13 : 5 : 25 + 2MgO + 8S (Акварин «Для цветов»*)	30 г
5	N : P : K 18 : 18 : 18 + MgO – 2%; S – 1,5%; Fe (ДТПА) – 0,054%; Zn (ЭДТА) – 0,014%; Cu (ЭДТА) – 0,01%; Mn (ЭДТА) – 0,042%; Mo – 0,004%; B – 0,02% (Акварин «Универсальный»*)	20 г
6	N : P : K 18 : 18 : 18 + MgO – 2%; S – 1,5%; Fe (ДТПА) – 0,054%; Zn (ЭДТА) – 0,014%; Cu (ЭДТА) – 0,01%; Mn (ЭДТА) – 0,042%; Mo – 0,004%; B – 0,02% (Акварин «Универсальный»*)	30 г
7	N : P : K 20 : 5 : 10	20 г
8	N : P : K 20 : 5 : 10	30 г

Примечание: * – производитель – ОАО «Буйский химический завод», Россия; ** – производитель – ООО «Доктор Грунт», Россия.

Таблица 2. Варианты экспериментов

Варианты опытов	Состав субстрата
К – контроль	Агробалт-С
Ц	Агробалт-С + цеолит
ЦМ1	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 1
ЦМ2	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 2
М1	Агробалт-С + минеральные удобрения – вариант 1
М2	Агробалт-С + минеральные удобрения – вариант 2
ЦМ3	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 3
ЦМ4	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 4
М3	Агробалт-С + минеральные удобрения – вариант 3
М4	Агробалт-С + минеральные удобрения – вариант 4
ЦМ5	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 5
ЦМ6	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 6
М5	Агробалт-С + минеральные удобрения – вариант 5
М6	Агробалт-С + минеральные удобрения – вариант 6
ЦМ7	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 7
ЦМ8	Агробалт-С + цеолит + минеральные удобрения – вариант 8

Результаты исследований

При внесении минеральных удобрений уже на 3-е сутки в исследуемых субстратах были зафиксированы различия по кислотности в зависимости от вариантов опыта. Водородный показатель (рН) служит объективным критерием оценки протекания химических процессов в средах, поэтому можно предположить, что в торфяной смеси на данном этапе происходит активное растворение минеральных удобрений в образцах М3, М4, М5 и М6, а также ее взаимодействие с насыщенным цеолитом по вариантам Ц, ЦМ3, ЦМ4, ЦМ5 и ЦМ6.

На протяжении эксперимента наблюдали цикличность в изменении рН. В большей степени она была выражена в субстратах с добавлением растворов удобрений без цеолита. Вероятно, это связано с активностью высвобождения минеральных компонентов в субстрат, что влечет смену состава микробиоты, которая при своем развитии претерпевает смену циклов и в процессе метаболизма, в свою очередь, регулирует кислотность среды обитания. При измерении рН в образцах субстрата на 3-е сутки после постановки эксперимента все варианты разделились на две группы: первая – со значениями водородного показателя в пределах 6,5–7,0; вторая – в пределах 5,5–6,3 (рис. 1).

В первую группу вошли варианты, содержащие цеолит как насыщенный минеральными удобрениями, так и без них, а также контрольный субстрат без цеолита. Вторая группа сформировалась из образцов с добавлением растворов удобрений без цеолита. Кроме того, на этапе первого измерения после постановки опыта статистически между вариантами, входящими во вторую группу, различий не наблюдалось, но наметилась тенденция возникновения отличий вариантов М3 и М4 от М5 и М6. Очевидно, что это связано с разным химическим составом, в первую очередь с содержанием макроэлементов. Соотношение N : P : K в образцах М5 и М6 составило 18 : 18 : 18 в количестве соответственно 20 и 30 г/л, что по азоту и фосфору значительно выше, чем в образцах М3 и М4, где соотношение N : P : K составило 13 : 5 : 25 при таком же количестве удобрений.

Снижение рН часто связывают с наличием азота, который в большей степени повышает кислотность по сравнению с фосфором или калием [11, 13]. Это и определило более высокую кислотность субстрата на вариантах М5 и М6. В дальнейшем показатели кислотности имели тенденцию к снижению, этот процесс был более выражен примерно до 45-х суток, после чего наблюдали корректировку. Так, на 65-е сутки значения рН повышались в большинстве вариантов до исходных, но в образцах М5 и М6 в эти же сроки кислотность субстрата была низкой и составляла соответственно 5,54 и 4,88.

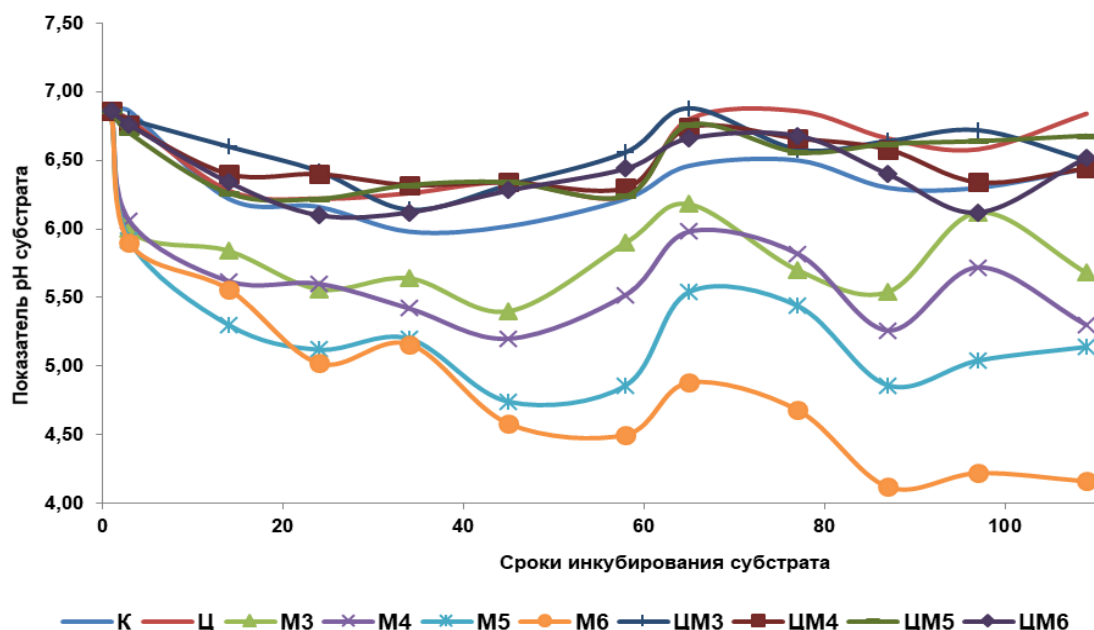


Рис. 1. Динамика кислотности торфяного субстрата в зависимости от состава и способов внесения минеральных удобрений

Минимальные значения рН зафиксированы на вариантах М5 и М6 на 87-е сутки и составляли соответственно 4,86 и 4,12. Вероятно, это связано с максимальным растворением удобрений в торфяном субстрате, после чего происходит понижение кислотности. На 121-е сутки в группе образцов, где использовали цеолит, отмечено восстановление значений исследуемого показателя до исходного уровня.

Изменение кислотности показывает характер высвобождения элементов минеральных удобрений. Повышение данного показателя за счет быстрого растворения и взаимодействия с торфяным субстратом при прямом внесении удобрений способствует понижению рН (рис. 1 и табл. 3).

Таблица 3. Водородный показатель (рН) торфяного субстрата при внесении минеральных удобрений в виде раствора

Сроки учета, кол-во суток	К	М3	М4	М5	М6
3	6,86 ± 0,09	6,00 ± 0,04	6,06 ± 0,09	5,92 ± 0,12*	5,90 ± 0,05*
14	6,22 ± 0,12	5,84 ± 0,007	5,62 ± 0,06**	5,3 ± 0,08**	5,56 ± 0,04**
24	6,16 ± 0,07	5,56 ± 0,09*	5,60 ± 0,12*	5,12 ± 0,08**	5,02 ± 0,09**
34	5,98 ± 0,07	5,64 ± 0,10**	5,42 ± 0,07***	5,20 ± 0,05***	5,16 ± 0,12***
45	6,02 ± 0,08	5,40 ± 0,04***	5,20 ± 0,09***	4,74 ± 0,14***	4,58 ± 0,13***
58	6,22 ± 0,14	5,9 ± 0,11	5,52 ± 0,11**	4,86 ± 0,15***	4,50 ± 0,12***
65	6,46 ± 0,11	6,18 ± 0,09	5,98 ± 0,09*	5,54 ± 0,10***	4,88 ± 0,14***
77	6,50 ± 0,10	5,70 ± 0,11***	5,82 ± 0,11**	5,44 ± 0,14***	4,68 ± 0,11***
87	6,30 ± 0,09	5,54 ± 0,13***	5,26 ± 0,13***	4,86 ± 0,06***	4,12 ± 0,13***
97	6,30 ± 0,10	6,12 ± 0,06	5,72 ± 0,06**	5,04 ± 0,03***	4,22 ± 0,09***
109	6,44 ± 0,07	5,68 ± 0,11**	5,30 ± 0,12***	5,14 ± 0,14***	4,16 ± 0,11***
121	6,78 ± 0,04	5,8 ± 0,07***	5,58 ± 0,04***	5,38 ± 0,04***	4,64 ± 0,05***

Примечание: достоверность различий с контролем здесь и далее подтверждена по *t*-критерию Стьюдента: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$.

Повышение концентрации удобрений приводит к более низким значениям кислотности. Важно отметить, что применение цеолита, насыщенного водорастворимыми удобрениями, стабилизирует кислотность субстрата. Значительных статистических различий с контролем по водородному показателю у этих образцов не зафиксировано (табл. 4).

Таблица 4. Водородный показатель (pH) торфяного субстрата при внесении минеральных удобрений с использованием цеолита в качестве носителя

Сроки учета, кол-во суток	К	Ц	ЦМ3	ЦМ4	ЦМ5	ЦМ6
3	6,86 ± 0,09	6,80 ± 0,05	6,80 ± 0,02	6,76 ± 0,09	6,70	6,76 ± 0,05
14	6,22 ± 0,12	6,28 ± 0,04	6,6 ± 0,11	6,4 ± 0,08	6,26 ± 0,07	6,34 ± 0,13
24	6,16 ± 0,07	6,22 ± 0,07	6,42 ± 0,11	6,40 ± 0,13	6,22 ± 0,09	6,10 ± 0,09
34	5,98 ± 0,07	6,26 ± 0,09	6,14 ± 0,14	6,32 ± 0,13	6,32 ± 0,09	6,12 ± 0,09
45	6,02 ± 0,08	6,34 ± 0,12	6,32 ± 0,11	6,34 ± 0,13	6,34 ± 0,10	6,28 ± 0,09
58	6,22 ± 0,14	6,24 ± 0,10	6,56 ± 0,11	6,3 ± 0,15	6,24 ± 0,010	6,44 ± 0,09
65	6,46 ± 0,11	6,80 ± 0,10	6,88 ± 0,14*	6,74 ± 0,05	6,76 ± 0,09	6,66 ± 0,12
77	6,50 ± 0,10	6,86 ± 0,11*	6,58 ± 0,13	6,66 ± 0,11	6,56 ± 0,08	6,68 ± 0,12
87	6,30 ± 0,09	6,66 ± 0,12	6,64 ± 0,09	6,58 ± 0,09	6,62 ± 0,09*	6,40 ± 0,12
97	6,30 ± 0,10	6,58 ± 0,03	6,72 ± 0,009*	6,34 ± 0,09	6,64 ± 0,02	6,12 ± 0,02
109	6,44 ± 0,07	6,84 ± 0,07*	6,5 ± 0,14	6,44 ± 0,10	6,68 ± 0,06*	6,52 ± 0,04
121	6,78 ± 0,04	7,00 ± 0,05	6,66 ± 0,04	6,68 ± 0,05	6,7 ± 0,03	6,7 ± 0,05

Известно, что внесение цеолита в почву приводит к ее раскислению [9]. Однако при насыщении его минеральными удобрениями, как в нашем случае, происходит их адсорбция в мелкопористых гранулах, что способствует постепенному высвобождению минеральных веществ. Таким образом, обеспечивается стабилизация pH и пролонгированный характер действия синтетического комплекса, состоящего из гранулированного цеолита и минеральных удобрений (табл. 4). Эффективность действия данного комплекса нами была показана ранее на различных культурах. Его добавление в субстрат способствовало активной вегетации растений в течение длительного периода [19]. Так как в основном повышенную кислотность обеспечивают быстрый гидролиз и нитрификация азота, то для снижения потерь азота из удобрений разрабатываются различные методы, снижающие скорость растворения удобрений и увеличивающие их усвоение растениями. С этой целью гранулы удобрений обогащаются биоактивными веществами, ингибиторами нитрификации или другими материалами, снижающими растворимость гранул в почве [26]. Использование гранулированного цеолита предотвращает передозировку питательных веществ, продлевая период, в течение которого удобрения высвобождаются в субстрат, а также закрепляют их на месте, что помогает предотвратить возникновение локально высоких концентраций питательных элементов из-за миграции их после внесения [31].

На 45-е сутки микробиологический анализ образцов субстрата после внесения удобрений в виде растворов и с использованием в качестве носителя цеолита показал зависимость состава микробиоты от компонентов, входящих в торфяную смесь и способов внесения минеральных веществ. В лабораторных условиях проводили изучение состава микроорганизмов в инкубируемых без растений образцах субстрата (К, Ц, ЦМ3, ЦМ4, М3, М4, ЦМ5, ЦМ6, М5, М6).

Выявлены различные экологические группы микроорганизмов:

- с выраженным патогенным действием (*Fusarium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Phoma*, *Pythium*);
- токсинообразователи (*Penicillium* и *Aspergillus*);
- осуществляющие биоконтроль патогенов (гриб *Trichoderma* и бактерии).

Среди выделившихся бактерий доминировали колонии двух морфотипов: бежевого цвета морщинистые и желтопигментные мукоидные, присутствие которых в субстрате не оказывало негативного воздействия на растения. Кроме того, они обладали выраженным фунгицидным действием в условиях культивирования совместно с пато-

генными грибами *Verticillium* и *Fusarium*. При инкубировании торфяной смеси, содержащей цеолит и минеральные удобрения, на различных вариантах опыта и контроле общее микробное число (ОМЧ) в среднем по грибам составило $7,84 \times 10^4$ КОЕ/г, при этом доминировали грибы *Penicillium* и *Pythium*. Бактерий на 1 г исследуемых образцов насчитывалось $7,07 \times 10^6$ КОЕ/г.

Отмечены различия в показателях развития микробиоты в зависимости от наличия в субстрате цеолита, минеральных элементов питания, а также от способа их внесения (растворенные в воде или с цеолитом в качестве носителя). Воздействие внешних факторов, в том числе внесение удобрений, приводит к смене видов в субстрате (сукцессии). Одни микроорганизмы уступают место другим, более приспособленным к новым условиям. Добавление цеолита в торфяную смесь способствовало более интенсивному развитию бактериальной микробиоты ($7,86 \times 10^6$ КОЕ/г), что на 17,4% превышало показатель контроля ($6,69 \times 10^6$ КОЕ/г). Данное обстоятельство привело к снижению обсемененности исследуемого субстрата грибами на 30,5%, т.е. с $7,67 \times 10^4$ КОЕ/г на контроле до $5,33 \times 10^4$ КОЕ/г, в основном за счет снижения численности *Penicillium* и *Pythium* (рис. 2). При этом количество *Trichoderma*, осуществляющей биоконтроль патогенов, увеличилось с $0,18 \times 10^4$ до $0,53 \times 10^4$ КОЕ/г.

Внесение растворенных минеральных удобрений в торфяную смесь снизило ее общую бактериальную обсемененность до $5,39 \times 10^6$ КОЕ/г, в среднем на 19,4% по сравнению с контролем. ОМЧ по грибам оказалось выше, чем у контрольного образца на 31,8% и составило $10,11 \times 10^4$ КОЕ/г. Это произошло в связи с резким повышением кислотности субстрата после одноразового поступления большой дозы минеральных веществ. В свою очередь, варианты М5 и М6 отличались более активным развитием грибов (соответственно $10,10 \times 10^4$ и $11,37 \times 10^4$ КОЕ/г). Данные образцы характеризовались наиболее высоким содержанием азота и фосфора, а также самыми низкими показателями pH. Этот факт стал причиной активного роста мицелиальных микроорганизмов, присутствие которых в субстрате для растений является нежелательным.

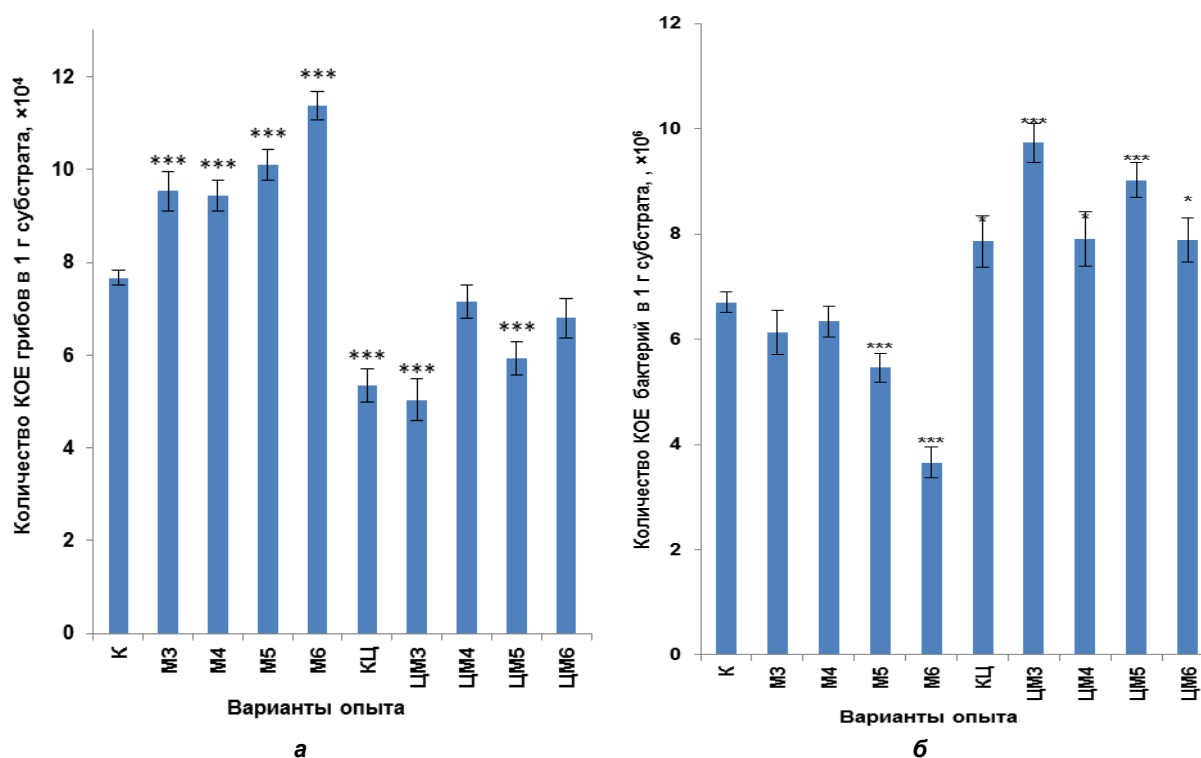


Рис. 2. Обсемененность субстрата патогенными и условно-патогенными грибами (а) и бактериями (б) при внесении минеральных удобрений в виде раствора (М3, М4, М5, М6) и с использованием цеолита в качестве носителя (ЦМ3, ЦМ4, ЦМ5, ЦМ6)

Использование гранул цеолита в качестве носителя минеральных удобрений позволяет постепенно высвобождать питательные вещества небольшими дозами, что способствует лучшему их усваиванию различными организмами без резкого изменения условий обитания. В связи с этим в образцах торфяной смеси с добавлением цеолита, насыщенного минеральными удобрениями, отмечалось повышение бактериальной обсемененности до $8,64 \times 10^6$ КОЕ/г, т.е. на 29,1% по сравнению с контролем и на 60,3% по сравнению с вариантами, где применяли минеральные удобрения в виде растворов. Это обстоятельство обусловлено наличием доступных для бактерий питательных веществ в удобной форме, которые постепенно высвобождаются из гранул цеолита, не приводя к резкому изменению химического состава субстрата и его кислотности.

Следует отметить, что данный вариант эксперимента характеризовался меньшей численностью грибов ($6,23 \times 10^4$ КОЕ/г) и по сравнению с контролем (на 18,8%), и по сравнению с вариантами, где удобрения вносили в виде растворов (на 38,4%). Это явилось следствием сложившихся благоприятных условий для роста и развития бактерий, которые проявляли антифунгальные свойства. Такой состав микробиоты исследуемых образцов торфяной смеси сложился благодаря особому химическому составу и пористости структуры гранул цеолита, что способствовало их колонизации бактериями и формированию в сложных структурах биопленок. Наличие питательных веществ в доступной и удобной форме еще в большей степени способствовало активизации бактерий. В процессе жизнедеятельности они высвобождают ряд метаболитов в окружающую среду, контролируя состав ризосферных микроорганизмов.

Основной целью определения оптимального состава субстрата является повышение биологической продуктивности растений, которая является комплексным признаком, контролируемым сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды. Одним из основных компонентов биологической продуктивности растений является величина ассимиляционной поверхности [6], так как от общей площади поверхности листьев и их пространственной структуры зависят количество поглощаемой растением энергии и биологическая продуктивность [32].

Проведение оценки морфометрических показателей растений, культивируемых на субстратах с различным минеральным составом, имеет важное значение. В эксперимент были включены горшечные растения актинидии. В качестве исследуемых вариантов в данном эксперименте выступали следующие смеси: К, Ц, ЦМ1, ЦМ2, ЦМ3, ЦМ4, ЦМ5, ЦМ6.

Анализ морфометрических характеристик растений показал, что при использовании цеолита значения длины прироста варьируют от 85,9 до 107,0 см. Наибольшая длина побега отмечена на вариантах ЦМ1 и ЦМ6, где данный показатель превышал контрольный вариант без цеолита (93,5 см) соответственно на 9,5 и 14,4%. На остальных вариантах различий с контролем не наблюдали, показатели прироста колебались в пределах ошибки среднего значения (рис. 3, а).

При подсчете количества листьев, формирующихся на побегах, было отмечено увеличение этого показателя на вариантах ЦМ1 и ЦМ6 по сравнению с контролем (21,5 шт.) соответственно на 12,6 и 13,5% (рис. 3, б).

Если на контроле без цеолита и с ненасыщенным цеолитом показатели не различались, то можно предположить, что именно минеральный состав и содержание цеолита в данных субстратах стимулируют развитие листового аппарата. Увеличение количества листьев, в свою очередь, является показателем высокой биологической продуктивности, что в целом говорит о хорошей реализации трофических возможностей конкретного питательного субстрата.

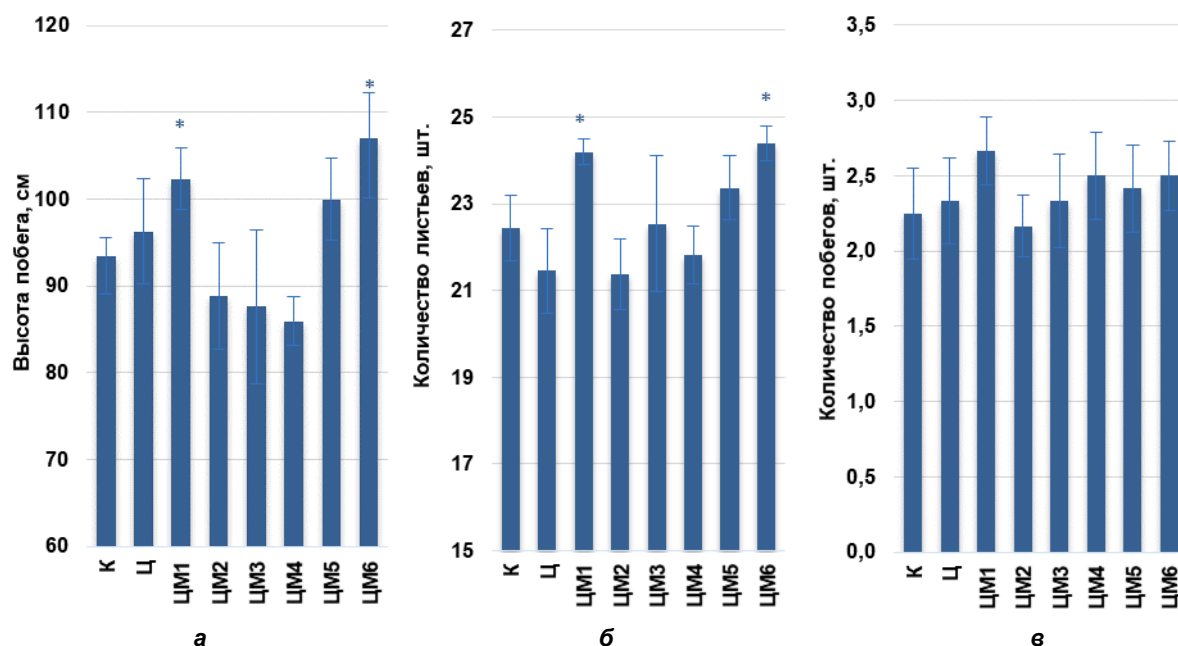


Рис. 3. Морфометрические характеристики актинидии коломыкта мужской формы при дорастивании на субстратах с разным цеолитминеральным комплексом: а – высота побегов; б – количество листьев; в – количество побегов

Как правило, растения, полученные методом клонального микроразмножения, по характеру формирования надземной части, а именно по характеру «кроны», отличаются от растений, полученных традиционными способами вегетативного размножения, что может быть связано с культивированием эксплантов на определенном этапе в среде с физиологически активными веществами, индуцирующими пролиферацию и/или ризогенез [27]. Однако в нашем эксперименте с растениями актинидии данное явление не было обнаружено. Средние показатели количества формируемых побегов на растениях на всех вариантах субстрата, включая контрольный, колебались в пределах ошибки среднего значения. Наметилась тенденция увеличения числа побегов у опытных растений (рис. 3, в).

Неоднозначность трактовки полученных результатов обусловлена тем, что мы имеем дело со сложной, многокомпонентной системой, в которой основную роль играют взаимоотношения «среда – хозяин – паразит». В связи с этим важно учитывать, что высокое содержание питательных элементов в субстрате способствует развитию не только растений, но и микроорганизмов различных систематических и трофических групп, в том числе патогенных и токсинообразующих. Поэтому для повышения продуктивности растений необходимо подобрать такой состав субстрата, в котором для растений складывались бы благоприятные условия, способствующие росту биомассы и развитию устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам.

Проводили оценку микробиологического состава торфяной смеси, содержащей цеолит с различными комбинациями минеральных удобрений, в которой культивировали горшечные растения актинидии. При ее выращивании в торфяной смеси, содержащей цеолит и минеральные удобрения, на различных вариантах опыта и контроле ОМЧ по грибам составило $44,41 \times 10^4$ КОЕ/г. В среднем в 1 г субстрата были выявлены следующие количества грибов по родам:

- *Penicillium* – $17,63 \times 10^4$ КОЕ;
- *Trichoderma* – $15,80 \times 10^4$ КОЕ;
- *Pythium* – $9,20 \times 10^4$ КОЕ;
- *Phoma* – $1,73 \times 10^4$ КОЕ;
- *Aspergillus* – $0,05 \times 10^4$ КОЕ (рис. 4, а).

Общая обсемененность бактериями составила $9,81 \times 10^6$ КОЕ/г (рис. 4, б).

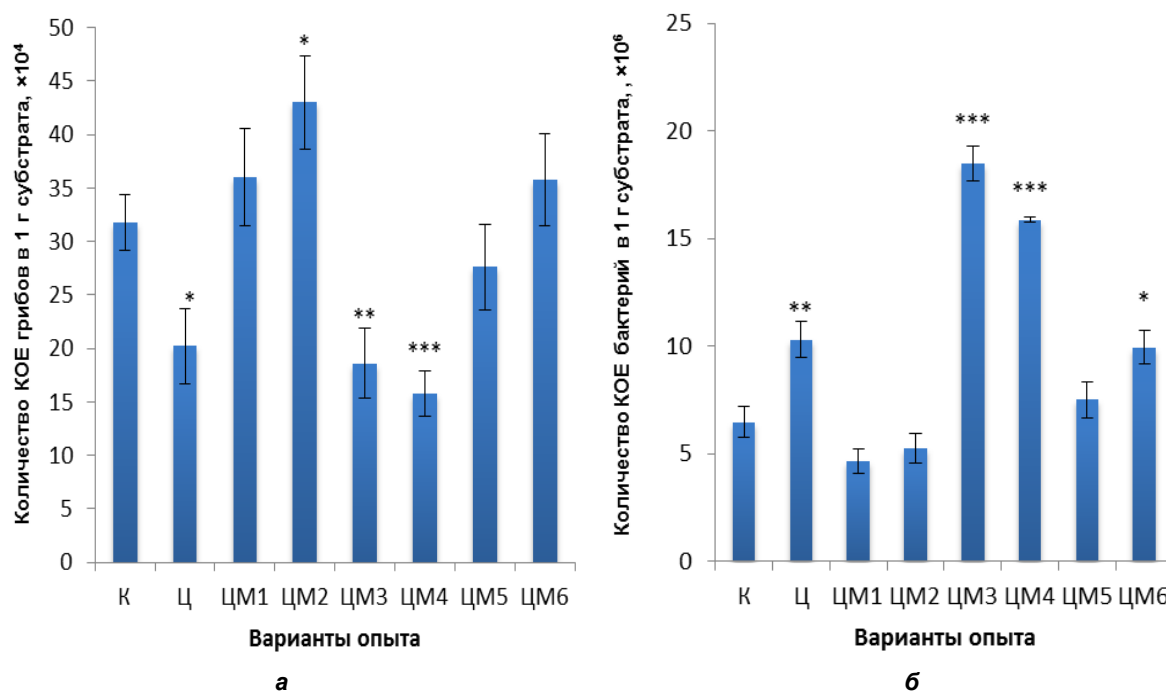


Рис. 4. Обсемененность образцов субстрата патогенными и условно-патогенными грибами (а), а также бактериями (б) при выращивании актинидии

При выращивании актинидии в торфяной смеси с цеолитом, насыщенным минеральными удобрениями, развитие грибной микробиоты в большей степени зависело от количества вносимого фосфора. Важно отметить, что именно по данному элементу питания применяемые композиции минеральных удобрений различались в большей степени. Согласно литературным данным, после внесения фосфора биомасса почвенных грибов увеличивается быстрее, чем у бактерий, что указывает на более чувствительную реакцию микромицетов на внесение данного элемента питания [29]. В лабораторных условиях фосфор, добавленный в картофельно-декстрозный агар, способствовал росту численности таких фитопатогенных грибов, как *Alternaria solani* и *Penicillium digitatum* [28]. К тому же грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium* и *Trichoderma* проявляют фосфатазную активность, тем самым делая фосфор более доступным как для растений, так и для микроорганизмов [1].

В сравнении с субстратом Ц на вариантах ЦМ1 и ЦМ2, где использовали удобрения в концентрации 20 и 30 г/л, содержащих 41% фосфора, мицелиальных организмов было почти вдвое больше. Та же тенденция отмечена на варианте ЦМ6, где использовали удобрения в концентрации 30 г/л с содержанием 18% фосфора. Анализ морфометрических характеристик растений актинидии показал, что на вариантах ЦМ1 и ЦМ6 отмечено увеличение длины прироста и количества листьев на побег. Применение удобрений в концентрации 20 и 30 г/л с низким содержанием фосфора – 5% (ЦМ3 и ЦМ4), а также в концентрации 20 г/л с содержанием фосфора 18% (ЦМ5), различия с вариантом Ц были незначительными. Высокое содержание питательных веществ в доступной форме в субстратах на вариантах ЦМ1 и ЦМ6 способствовало активному росту растений даже при высоком уровне развития грибного комплекса с доминированием токсинообразующего гриба *Penicillium*.

Развитие гриба рода *Trichoderma*, проявляющего защитные свойства по отношению к растениям, отличалось от других микромицетов. Активный рост наблюдался на всех вариантах с цеолитом, где обсемененность субстрата данным микроорганизмом в среднем составила $17,4 \times 10^4$ КОЕ/г, в то время как на контроле этот показатель был почти в 4 раза ниже и составил $4,6 \times 10^4$ КОЕ/г.

При добавлении минеральных удобрений, содержащих азот в количестве 13–18%, повышается кислотность субстрата, а также стимулируется активность почвенно-патогенных грибов. Цеолит нейтрализует закисленную торфяную смесь, возвращая показатели развития микромицетов либо к контрольным значениям, либо понижая их, что создает условия, способствующие развитию бактерий. Достоверность данного факта подтверждена статистически по t -критерию Стьюдента (рис 4, б). В результате этого в ризосфере формируется наиболее благоприятный для растений микробиоценоз. Регуляция численности бактериальной микробиоты также осуществляется грибами, в нашем случае представителями рода *Penicillium*, доминирующими среди всех выделенных мицелиальных организмов. Количество КОЕ бактерий находилось в обратной зависимости от численности грибов ($r = -0,91$), увеличение биомассы которых в ризосфере актинидии обуславливало снижение активности бактерий в связи с накоплением антибиотических веществ.

Следует отметить, что в образцах с растениями актинидии по сравнению с вариантом, где субстрат инкубировали без растений, грибов насчитывалось почти в 4 раза больше, а бактерий – только в 1,5 раза. Можно предположить, что количество вносимых элементов питания влияет на развитие микробиоты опосредовано через растение-хозяина. В корневых выделениях растений обнаружены разнообразные органические вещества: фосфатиды, аминокислоты, тиамин, биотин, парааминобензойная кислота, углеводы, танины и алкалоиды, которые стимулируют биологическую активность микроорганизмов в прикорневой зоне растений. С одной стороны, изменение физиологического состояния растения-хозяина и, как следствие, состава его корневых выделений, приводит к созданию особых условий обитания микроорганизмов в ризосфере. С другой стороны, почвенные микроорганизмы также влияют на рост растений и их устойчивость к болезням [11].

В экспериментах с растениями клюквы оценивали их морфометрические показатели и микробиологический состав ризосферы. Данная культура является ацидофильной, в связи с этим опытные варианты минеральных удобрений отличались от композиций, используемых в предыдущем эксперименте, высоким содержанием азота. При этом использовали следующие образцы субстрата: К, Ц, ЦМ7, ЦМ8. На основании показателей развития растений клюквы выявлена их реакция на изменения химического состава субстрата при внесении предложенных вариантов композиций минеральных элементов питания. Клюква оказалась отзывчивой на присутствие цеолита, содержащего биологически активный кремний и способного стабилизировать кислотность субстрата.

На основе анализа морфометрических изменений растений клюквы в опыте с высокой достоверностью можно констатировать увеличение по сравнению с контролем прироста побегов при использовании цеолита, присутствие которого в субстрате обусловило увеличение длины побегов с 31,4 (К) до 51,6 см (Ц), или на 35,7%. Насыщение цеолита дополнительно минеральными удобрениями не приводило к увеличению длины побегов, показатели не имели существенных различий, но достоверно превышали контрольные (рис. 5, а). Этот факт показывает значительное влияние цеолита на развитие растений клюквы. Выдвинутый тезис согласуется с данными других исследователей. Так, Т.А. Строт и В.А. Руденок [20] отмечают положительное влияние предпосевной обработки семян клюквы нанокремнием на их прорастание.

При увеличении длины побегов у образцов Ц, ЦМ7 и ЦМ8 увеличивалось и количество листьев – в среднем в 1,5 раза по сравнению с контролем (К) (рис. 5, б). Коэффициенты сгущения листьев ($K_{сл}$) во всех вариантах опыта с цеолитом не различались между собой и варьировали в пределах 1,4–1,6, что говорит об отсутствии удлинения междоузлий под действием минеральных компонентов. Подобное явление при их высоких дозах возникает регулярно и свидетельствует о невызревании стеблей [24].

Количество побегов в опыте практически не отличалось от контрольных образцов. Данный признак по различным вариантам опыта варьировал в пределах ошибки среднего значения (рис. 5, в).

Таким образом, можно говорить об эффективности применения цеолита и его минерализованных вариантов при выращивании клюквы. С коммерческой точки зрения растения, выращенные на субстрате с цеолитом, более презентабельны за счет длины побегов, что подразумевает потенциально большую урожайность в первый год плодоношения. В целом добавление цеолита даже без насыщения минеральными удобрениями способствует более эффективному развитию растений клюквы за счет увеличения длины побегов и, как следствие, количества листьев.

В данной серии экспериментов из субстрата были выделены представители грибов родов *Penicillium*, *Pythium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* и бактериальная микробиота. Обсемененность мицелиальными микроорганизмами образцов субстрата из ризосферы клюквы составила $20,51 \times 10^4$ КОЕ/г. Наибольшее количество КОЕ приходилось на долю *Penicillium* ($11,25 \times 10^4$ КОЕ/г) и *Pythium* ($6,42 \times 10^4$ КОЕ/г). Значительно меньше было грибов рода *Trichoderma* ($2,65 \times 10^4$ КОЕ/г). В единичных случаях выделялись грибы рода *Aspergillus* ($0,19 \times 10^4$ КОЕ/г). Бактерии росли очень активно и в большинстве случаев на чашке Петри занимали весь газон. В пересчете на 1 г субстрата их насчитывалось более $20,00 \times 10^6$ КОЕ/г. При этом значимых различий по вариантам не наблюдалось.

Следует отметить, что (как и в случае с показателями развития растений клюквы) наиболее значимые изменения в составе грибной микробиоты субстрата фиксировались в связи с внесением цеолита. Наличие цеолита вызывало снижение обсемененности торфяной смеси микромицетами и грибоподобными микроорганизмами на 75,9%. Добавление к нему минеральных компонентов привело к увеличению исследуемого показателя на 118,1% на варианте ЦМ8 по сравнению с вариантом Ц в связи с высокой концентрацией вносимых удобрений, основным компонентом которых был азот. Но при этом численность микромицетов оставалась на значительно более низком уровне, чем на контроле (рис. 5, г).

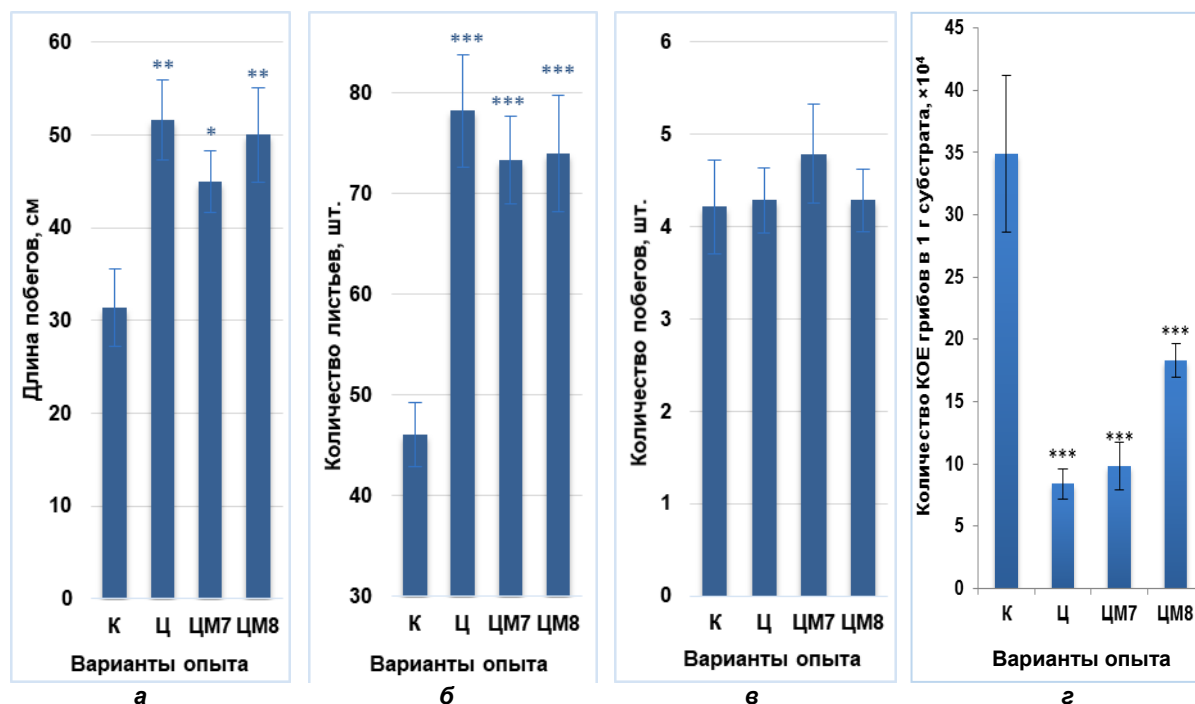


Рис. 5. Морфометрические характеристики клюквы сорта Стивенс на субстратах с минерализованным цеолитом (а – длина побегов; б – количество листьев, в – количество побегов) и обсемененность грибами образцов субстрата при ее выращивании (г)

Заключение

Исследования выявили особенности реакции микробиоты в ризосфере горшечных растений (актинидии, клюквы) на наличие и количество добавленных в субстрат минеральных элементов питания, а также на способ их внесения (в растворенном виде и на цеолите в качестве носителя). Внесение удобрений в виде раствора непосредственно в субстрат вызывает повышение кислотности, что влечет за собой снижение количества бактерий и увеличение числа КОЕ грибов. Использование цеолита в качестве носителя удобрений позволяет увеличить число бактерий и снизить уровень грибной инфекции за счет постепенного высвобождения минеральных компонентов без резкого снижения pH среды.

Благодаря особенностям химического состава и пористости гранул цеолита, его присутствие в субстрате способствует активному размножению ризосферных бактерий. Они формируют в сложных структурах гранул биопленки, выделяя в процессе жизнедеятельности метаболиты, подавляющие рост патогенных и токсинообразующих грибов, что улучшает рост и развитие растений. Также цеолит способен адсорбировать на поверхности микромицеты, лишая их возможности контактировать с питающим растением. Напитанный минеральными компонентами цеолит постепенно высвобождает питательные вещества в субстрат, улучшая их усвояемость растениями, способствуя накоплению растениями биомассы.

Наличие питательных веществ в доступной и удобной форме повышает микробную активность почв, что положительно влияет на мобилизацию элементов минерального питания для растений. Изменение их состояния и, как следствие, состава корневых выделений, в свою очередь, приводит к созданию особых условий обитания микроорганизмов в ризосфере. Хорошо развитые растения в сложившихся условиях способны противостоять воздействию неблагоприятных биотических факторов даже на высоком инфекционном фоне. Кроме того, при наличии питательных веществ многие патогенные грибы снижают агрессивность в отношении хозяина. Особенности реакции ризосферной микробиоты на изменение состава минеральных компонентов в торфяной смеси позволяют использовать микроорганизмы как биоиндикаторы, реагирующие на смену физических и химических свойств субстрата.

В такой сложной многокомпонентной системе взаимоотношений «среда – хозяин – паразит» ответная реакция растений на внесение минеральных удобрений может быть неоднозначной. Поэтому для повышения продуктивности растений необходимо подобрать такой состав субстрата, в котором для растений складывались бы благоприятные условия, способствующие росту биомассы и проявлению устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорным факторам.

Исследование всех необходимых компонентов субстратов и их сочетаний призвано служить развитию современного отечественного питомниководства, уходу от западных технологий и переходу на экологизированную систему производства высококачественного посадочного материала.

Список источников

1. Белясова Н.А., Игнатовец О.С., Сергиевич Д.С. и др. Выделение и характеристика почвенных фосфатомобилизующих микроорганизмов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 93–97.
2. Борисова А.А., Коновалов С.Н., Помякшева Л.В. и др. Эффективность регуляторов роста растений и удобрения пролонгированного действия Osmosote при выращивании клоновых подвоев яблони высших категорий качества в защищенном грунте // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 51–58. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-010.
3. Бузетти К.Д., Иванов М.В. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека // Аграрная наука. 2020. № 5. С. 80–84. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84.

4. Васильева Н.А., Абасов Ш.М., Владимиров А.А. и др. Влияние минерального удобрения пролонгированного действия на интенсивность мобилизации почвенного фосфора и калия // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2024. № 120. С. 231–264. DOI: 10.19047/0136-1694-2024-120-231-264.
5. Гашева Н.А. Классификация элементарных побегов *Salix myrtilloides* L. по морфометрическим показателям // Вестник Тюменского государственного университета. 2009. № 3. С. 215–222.
6. Громова С.Н., Костылев П.И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4. С. 32–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-32-34.
7. Зинченко М.К., Селицкая О.В. Биологическая токсичность серой лесной почвы в зависимости от систем удобрений // Агрохимический вестник. 2011. № 5. С. 38–40.
8. Кирейчева Л.В., Яшин В.М., Нефедов А.В. и др. Исследования пролонгированного действия органо-минерального удобрения «Сапросил» и его влияние на урожай овса // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: сборник трудов II международной научно-практической Интернет-конференции (Соленое Займище, 28 февраля 2017 г.). Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2017. С. 1070–1075.
9. Козлов А.В., Куликова А.Х., Уромова И.П. Подвижность силикатов, показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, биоаккумуляция кремния и продуктивность сельскохозяйственных культур под действием цеолита // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 1. С. 183–198. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.183rus.
10. Коробова Л.Н., Косьянова Т.А., Кизимова Т.А. Фунгистазис почвы к возбудителю корневой гнили при внесении азотных удобрений по стерновому фону // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник VII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием (Новосибирск, 20 декабря 2022 г.). Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. С. 26–30.
11. Кравченко Л.В., Шапошников А.И., Макарова Н.М. и др. Видовые особенности состава корневых выделений растений и его изменение в ризосфере под влиянием почвенной микрофлоры // Сельскохозяйственная биология. 2011. Т. 46, № 3. С. 71–75.
12. Кулагина Е.М. Активированный цеолит как компонент органо-минерального удобрения // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23, № 11. С. 9–12.
13. Макаров В.И. Влияние азотных удобрений на кислотность дерново-подзолистой супесчаной почвы и химический состав лизиметрических вод // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 4(138). С. 89–94.
14. Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Болонев Л.Н. и др. Фосфатмобилизующие микроорганизмы как биологические активаторы удобрений из агроруд // Плодородие. 2008. № 1. С. 23–24.
15. Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф., Морачевская Е.В. Влияние длительного применения удобрений и известкования на биологические свойства почвы // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 1. С. 3–9.
16. Мухина М.Т., Боровик Р.А., Коршунов А.А. Удобрения пролонгированного действия: основные этапы и направления развития // Плодородие. 2021. № 4(121). С. 77–82. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.23.
17. Норов А.М., Соколов В.В., Рыбин Е.А. и др. Получение NPK- и NP(S)-удобрений пролонгированного действия путем нанесения неорганического усвояемого покрытия и исследование их свойств // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2025. Т. 68, № 5. С. 39–48. DOI: 10.6060/ivkkt.20256805.7f.
18. Овчинников Л.Н. Исследование процесса получения комплексных гранулированных органо-минеральных удобрений пролонгированного действия на основе торфа // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2017. Т. 60, № 9. С. 100–104. DOI:10.6060/tcct.2017609.5600.
19. Пат. 2828840 Российская Федерация. Кремниевый минеральный комплекс с физиологически активным компонентом для выращивания растений / Папихин Р.В., Виноградова А.Д., Трущенко Е.В. и др. № 2023135338; заявл. 26.12.2023; опубл. 21.10.2024, Бюл. № 30. 7 с.
20. Строт Т.А., Руденок В.А. Влияние предпосевной обработки семян клюквы препаратом нанокремния на их прорастание // Актуальные проблемы природообустройства: геодезия, землеустройство, кадастр и мониторинг земель: материалы международной научно-практической конференции (Ижевск, 02–03 ноября 2017 г.). Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. С. 150–151.
21. Таран Ю.А., Фуфаева В.М., Разин С.А. Повышение эффективности применения минеральных удобрений методом капсулирования с целью достижения пролонгированного действия // Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности (ISTS “EESTE-2021”): сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума, посвященного 110-летию А.Н. Плановского, в рамках Третьего Международного Косыгинского форума «Современные задачи инженерных наук» (Москва, 20–21 ноября 2021 г.). Москва: Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2021. Т. 1. С. 300–302. DOI: 10.37816/eeste-2021-1-300-302.
22. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. Под ред. В.К. Шильниковой. 5-е изд. Москва: Дрофа, 2004. 256 с.
23. Шабаетов В.П., Бочарникова Е.А., Остроумов В.Е. Ремедиация загрязненной кадмием почвы при применении стимулирующих рост растений ризобактерий и природного цеолита // Почвоведение. 2020. № 6. С. 738–750. DOI: 10.31857/s0032180x20060118.
24. Alp Y., Şensoy S. The Effects of Different Fertilizer Applications on Some Morphological Traits in Fresh Bean // Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences. 2023. Vol. 33(1). Pp. 100–110. DOI: 10.29133/yyutbd.1209177.
25. Carvalho I.J., Fungaro D.A., Cataldo E. Zeolites synthesized from agro-industrial residues applied in agriculture: A review and future prospects // Soil Use and Management. 2024. Vol. 40(1). Article No. e13003. DOI: 10.1111/sum.13003.
26. Davidson D., Gu F.X. Materials for sustained and controlled release of nutrients and molecules to support plant growth // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. Vol. 60(4). Pp. 870–876. DOI: 10.1021/jf204092h.

27. Diaz-Gabutti M.S., Magallanes-Noguera C., Cecati F.M. Plant growth regulator-free propagation of *He-deoma multiflora* Benth: comparison of morphological and volatile metabolomic aspects of *in vitro* vs *in vivo* plants // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2023. Vol. 153. Pp. 587–598. DOI: 10.1007/s11240-023-02496-5.
28. Habash S., Bess A., Bess M. et al. Effect of phosphonate fertilizers on the growth of soil fungi // *Journal of Life Sciences*. 2014. Vol. 10. Pp. 835–840. DOI: 10.17265/1934-7391/2014.10.007.
29. Li J., Li Z., Wang F. et al. Effects of nitrogen and phosphorus addition on soil microbial community in a secondary tropical forest of China // *Biology and Fertility of Soils*. 2015. Vol. 51. Pp. 207–215. DOI: 10.1007/s00374-014-0964-1.
30. Mondal M., Biswas B., Garai S. et al. Zeolites enhance soil health, crop productivity and environmental safety // *Agronomy*. 2021. Vol. 11(3). Article No. 448. DOI: 10.3390/agronomy11030448.
31. Prasad R. Efficient fertilizer use: The key to food security and better environment // *Journal of Tropical Agriculture*. 2009. Vol. 47(1-2). Pp. 1–17.
32. Tang Z., Guo J., Xiang Y. et al. Estimation of leaf area index and above-ground biomass of winter wheat based on optimal spectral index // *Agronomy*. 2022. Vol. 12(7). Pp. 1729. DOI: 10.3390/agronomy12071729.

References

1. Belyasova N.A., Ignatovets O.S., Sergievich D.S. et al. Isolation and characteristics of soil phosphate-mobilizing microorganisms. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2018;2:93-97. (In Russ.).
2. Borisova A.A., Kononov S.N., Pomyakshova L.V. et al. Efficiency of plant growth regulators and prolonged action fertilizer Osmocote for growing of virus-free clonal apple rootstocks in sheltered ground. *Agrochemical Herald*. 2022;1:51-58. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-010. (In Russ.).
3. Buzetti K.D., Ivanov M.V. The impact of mineral and organic fertilizers on the ecosystem, the quality of agricultural products and human health. *Agrarian Science*. 2020;338(5):80-84. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84. (In Russ.).
4. Vasilyeva N.A., Abasov Sh.M., Vladimirov A.A. et al. Effect of slow-release mineral fertilizer on the intensity of phosphorus and potassium mobilization in soil. *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2024;120:231-264. DOI: 10.19047/0136-1694-2024-120-231-264. (In Russ.).
5. Gasheva N.A. The classification of elementary sprouts *Salix myrtilloides* L. in accordance with morphometric indicators. *Tyumen State University Herald*. 2009;3:215-222. (In Russ.).
6. Gromova S.N., Kostylev P.I. The role of flag leaves and awns in the formation of winter wheat productivity (review). *Grain Economy of Russia*. 2018;4:32-34. (In Russ.).
7. Zinchenko M.K., Selitskaya O.V. Biological toxicity of grey forest soil depending on the fertilizers system. *Agrochemical Herald*. 2011;5:38-40. (In Russ.).
8. Kireicheva L.V., Yashin V.M., Nefedov A.V. et al. Studies of the prolonged action of organic mineral fertilizer Saprozil and its effect on the oat harvest. In: Current ecological status of the natural environment and research & practical aspects of rational nature management: Proceedings of the II International Research-to-Practice Internet Conference (Solyenoe Zaymishche, February 28, 2017). Solyenoe Zaymishche: Precaspian Scientific Research Institute of Arid Agriculture Publishers; 2017:1070-1075. (In Russ.).
9. Kozlov A.V., Kulikova A.Kh., Uromova I.P. Mobility of silicon, fertility of sod-podzolic soil, bioaccumulation of silicon and yields of agricultural crops under the influence of zeolite. *Agricultural Biology*. 2021;56(1):183-198. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.183rus. (In Russ.).
10. Korobova L.N., Kosyanova T.A., Kizimova T.A. Soil fungistasis to the root rot pathogen when applying nitrogen fertilizers against a stubble background. In: Agricultural science role in the sustainable development of rural areas. Proceedings of the VII All-Russian (National) Scientific Conference with International Participation (Novosibirsk, December 20, 2022). Novosibirsk: Zolotoi Kolos Information Centre of Novosibirsk State Agrarian University Publishers; 2022:26-30. (In Russ.).
11. Kravchenko L.V., Shaposhnikov A.I., Makarova N.M. et al. Specific features of the composition of root secretions of plants and its change in the rhizosphere under the influence of soil microorganisms. *Agricultural Biology*. 2011;46(3):71-75. (In Russ.).
12. Kulagina E.M. Activated zeolite as a component of organomineral fertilizer. *Herald of Technological University*. 2020;23(11):9-12. (In Russ.).
13. Makarov V.I. The effect of nitrogen fertilizers on the acidity of sod-podzolic sandy loam soil and lysimetric water chemical composition. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2016;4(138):89-94. (In Russ.).
14. Merkusheva M.G., Ubugunov L.L., Boloneva L.N. et al. Phosphate-mobilizing microorganisms as biological activators of fertilizers from agricultural ores. *Plodorodie*. 2008;1:23-24. (In Russ.).
15. Mineev V.G., Gomonova N.F., Morachevskaya E.V. The influence of long-term fertilizers application and liming on the soil biological activity. *Agrochemistry and Ecology Problems*. 2014;1:3-9. (In Russ.).
16. Mukhina M.T., Borovik R.A., Korshunov A.A. Slow- and control-release fertilizers: brief history and development trends. *Plodorodie*. 2021;4(121):77-82. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.23. (In Russ.).
17. Norov A.M., Sokolov V.V., Rybin E.A. et al. Obtaining NPK and NP(S) fertilizers with long-release by applying an inorganic digestible coating and studying their properties. *ChemChemTech*. 2025;68(5):39-48. DOI: 10.6060/ivkkt.20256805.7f. (In Russ.).
18. Ovchinnikov L.N. Investigation of process of obtaining complex granulated organo-mineral fertilizers of prolonged action based on peat. *ChemChemTech*. 2017;60(9):100-104. DOI: 10.6060/tcct.2017609.5600. (In Russ.).
19. Patent 2828840 Russian Federation. Silicon mineral complex with physiologically active component for plant treatment / Papikhin R.V., Vinogradov A.D., Trushchenkova E.V. et al. No. 2023135338; claimed 26.12.2023; published 21.10.2024, Bulletin 30. 7 p. (In Russ.).

20. Strot T.A., Rudenok V.A. Effect of pre-sowing treatment of cranberry seeds with a nanosilicon preparation on their germination. In: Actual problems of environmental management: geodesy, land management, cadastre and land monitoring: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Izhevsk, November 02-03, 2017). Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy Publishers; 2017:150-151. (In Russ.).
21. Taran Yu.A., Fufaeva V.M., Razin S.A. The efficiency of application of mineral fertilizers by the method of capsulation with the purpose of achieving the longer action. In: Improving energy and resource efficiency and environmental safety of processes and equipment in the chemical and related industries (ISTS "EESTE-2021"): Proceedings of the International Research and Technical Symposium dedicated to the 110th anniversary of A.N. Planovsky, within the framework of the Third International Kosygin Forum "Current Problems of Engineering Sciences" (Moscow, November 20-21, 2021). Moscow: The Kosygin State University of Russia Publishers; 2021;1:300-302. DOI: 10.37816/eeste-2021-1-300-302. (In Russ.).
22. Tepper E.Z., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.I. Practical training in microbiology. Edited by V.K. Shilnikova. 5th edition. Moscow: Drofa Publishers; 2004. 256 p. (In Russ.).
23. Shabaev V.P., Bocharnikova E.A., Ostroumov V.E. Remediation of cadmium-polluted soil using plant growth-promoting rhizobacteria and natural zeolite. *Eurasian Soil Science*. 2020;6:738-750. DOI: 10.31857/s0032180x20060118. (In Russ.).
24. Alp Y., Şensoy S. The Effects of Different Fertilizer Applications on Some Morphological Traits in Fresh Bean. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. 2023;33(1):100-110. DOI: 10.29133/yyutbd.1209177.
25. Carvalho I.J., Fungaro D.A., Cataldo E. Zeolites synthesized from agro-industrial residues applied in agriculture: A review and future prospects. *Soil Use and Management*. 2024;40(1):e13003. DOI: 10.1111/sum.13003.
26. Davidson D., Gu F.X. Materials for sustained and controlled release of nutrients and molecules to support plant growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(4):870-876. DOI: 10.1021/jf204092h.
27. Diaz-Gabutti M.S., Magallanes-Noguera C., Cecati F.M. Plant growth regulator-free propagation of *Hedeoma multiflora* Benth: comparison of morphological and volatile metabolomic aspects of *in vitro* vs *in vivo* plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2023;153:587-598. DOI: 10.1007/s11240-023-02496-5.
28. Habash S., Bess A., Bess M. et al. Effect of phosphonate fertilizers on the growth of soil fungi. *Journal of Life Sciences*. 2014;10:835-840. DOI: 10.17265/1934-7391/2014.10.007.
29. Li J., Li Z., Wang F. et al. Effects of nitrogen and phosphorus addition on soil microbial community in a secondary tropical forest of China. *Biology and Fertility of Soils*. 2015;51:207-215. DOI: 10.1007/s00374-014-0964-1.
30. Mondal M., Biswas B., Garai S. et al. Zeolites enhance soil health, crop productivity and environmental safety. *Agronomy*. 2021;11(3):448. DOI: 10.3390/agronomy11030448.
31. Prasad R. Efficient fertilizer use: The key to food security and better environment. *Journal of Tropical Agriculture*. 2009;47(1-2):1-17.
32. Tang Z., Guo J., Xiang Y. et al. Estimation of leaf area index and above-ground biomass of winter wheat based on optimal spectral index. *Agronomy*. 2022;12(7):1729. DOI: 10.3390/agronomy12071729.

Информация об авторах

М.В. Маслова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетического анализа плодовых растений ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», marinamaslova2009@mail.ru.

Р.В. Папихин – кандидат сельскохозяйственных наук, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», parom10@mail.ru.

Е.В. Грошева – научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетического анализа плодовых растений ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ekaterina2687@mail.ru.

С.А. Муратова – кандидат биологических наук, зав. лабораторией биотехнологии ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», smuratova@yandex.ru.

Information about the authors

M.V. Maslova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, Laboratory of Molecular Genetic Analysis of Fruit Plants, Michurinsk State Agrarian University, marinamaslova2009@mail.ru.

R.V. Papikhin, Candidate of Agricultural Sciences, Vice-Rector for Research and Innovative Activities, Michurinsk State Agrarian University, parom10@mail.ru.

E.V. Grosheva, Research Scientist, Laboratory of Molecular Genetic Analysis of Fruit Plants, Michurinsk State Agrarian University, ekaterina2687@mail.ru.

S.A. Muratova, Candidate of Biological Sciences, Head of Biotechnology Laboratory, Michurinsk State Agrarian University, smuratova@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 23.08.2025; одобрена после рецензирования 28.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 23.08.2025; approved after reviewing 28.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Маслова М.В., Папихин Р.В., Грошева Е.В., Муратова С.А., 2025

4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 635.9: 635.92

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_86

EDN: RJZYVA

Продуктивность и устойчивость к вредителям форм смородины золотистой в условиях регионов с резко континентальным климатом

Евгения Владимировна Аминова^{1✉}

¹ Оренбургская опытная станция садоводства и виноградарства – филиал Федерального научного селекционно-технологического центра садоводства и питомниководства, Оренбург, Россия

¹ aminowa.eugenia2015@yandex.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследований, проведенных в 2020–2024 гг. с целью определения продуктивности и устойчивости к вредителям форм смородины золотистой в условиях регионов с резко континентальным климатом. Растения (45 форм) культивировали на опытном участке, в богарных условиях, схема посадки 3 × 2 м. Фенологические наблюдения, определение продуктивности осуществляли в соответствии с утвержденной методикой, устойчивость к тле изучали визуально в полевых условиях на естественном фоне в ходе ежегодного фитосанитарного мониторинга. Исследуемые формы отличались по продуктивности и ее компонентам, степени повреждения вредителями, имели разные сроки прохождения фенологических фаз. За годы выполнения программы исследований на селекционном участке были выявлены крыжовниковая тля (*Aphis grossulariae* Kalt.) и листовая галловая тля (*Cryptomyzus ribis* L.). Установлено, что образцы 1-2, 1-17, 1-20, 1-18, 2-2, 2-3, 2-6 и 2-20 обладали высокой устойчивостью к вредителям и превосходили по этому признаку контрольный сорт Ляйсан. В 2022 и 2024 гг. степень повреждения листьев крыжовниковой тлей в баллах варьировала от 0,5 до 3,0. Образцы 1-2, 1-3, 1-6, 2-1, 2-2 и 2-6 ежегодно превышали контрольный сорт по средней массе плода на 0,14–0,47 г. Максимальное количество ягод отмечено у сорта Ляйсан (6,4 шт. в среднем) и форм 1-2, 1-6, 2-2, 2-6 (6,2 шт.). Выделены высокоурожайные формы 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 и 2-6, продуктивность которых была в диапазоне 4,9–5,3 кг ягод с куста (выше контроля на 4–17%). Полученные результаты позволяют рекомендовать формы смородины золотистой 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 и 2-6 для использования в селекции на высокую продуктивность и устойчивость к тле, а также для выращивания в условиях Южного Урала в хозяйствах различных категорий.

Ключевые слова: смородина золотистая *Ribes aureum* Pursh., вегетационный период, активные температуры, форма, продуктивность, устойчивость к вредителям, крыжовниковая тля (*Aphis grossulariae* Kalt.), листовая галловая тля (*Cryptomyzus ribis* L.)

Финансирование: исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства по теме «Генетические и биотехнологические подходы управления селекционным процессом, совершенствование существующих методов селекции для конструирования новых генетических модификаций плодовых, ягодных, овощных и полевых культур, отвечающих современным требованиям сельскохозяйственного производства» (FGUW-2021-0001).

Для цитирования: Аминова Е.В. Продуктивность и устойчивость к вредителям форм смородины золотистой в условиях регионов с резко континентальным климатом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 86–94. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_86.

4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Productivity and pest resistance of golden currant forms in the conditions of the regions with a sharply continental climate

Evgeniya V. Aminova^{1✉}

¹ Orenburg Experimental Station of Horticulture and Viticulture – Branch of Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Orenburg, Russia

¹ aminowa.eugenia2015@yandex.ru[✉]

Abstract. The results of a study conducted in 2020–2024 to determine the productivity of golden currant forms and pest resistance in the regions with a sharply continental climate are presented. The plants (45 forms) were cultivated on a pilot plot, under dryland management, planting scheme was 3 × 2 m. Phenological observations and productivity determination were carried out in accordance with the approved methodology, and insect pest resistance was studied visually in the field against natural background during annual phytosanitary monitoring. The studied forms differed in productivity and its components, the degree of pest damage, and had different

timing of phenological phases. Over the years, gooseberry aphid (*Aphis grossulariae* Kalt.) and currant aphid (*Cryptomyzus ribis* L.) have been identified at the selection breeding plot. It was defined that samples 1-2, 1-17, 1-20, 1-18, 2-2, 2-3, 2-6 and 2-20 were highly resistant to pests and were superior in this respect to the control variety Laysan. In 2022 and 2024, the degree of leaf damage by gooseberry aphid ranged from 0.5 to 3.0 points. Samples 1-2, 1-3, 1-6, 2-1, 2-2 and 2-6 annually exceeded the control variety in terms of average fruit weight by 0.14-0.47 g. The maximum number of berries was noted in the Laysan variety (6.4 pcs. on average) and forms 1-2, 1-6, 2-2, 2-6 (6.2 pcs.). High-yielding forms 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 and 2-6 were identified, the productivity of which was in the range of 4.9-5.3 kg of berries per bush (higher than the control by 4-17%). The results obtained make it possible to recommend the forms of golden currant 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 and 2-6 for use in breeding for high productivity and resistance to aphids, as well as for cultivation in the conditions of Southern Urals in farms of various categories.

Keywords: golden currant (*Ribes aureum* Pursh.), growing season, active temperatures, shape, productivity, pest resistance, gooseberry aphid (*Aphis grossulariae* Kalt.), currant aphid (*Cryptomyzus ribis* L.)

Funding: the research was carried out within the framework of state assignment FGUW-2021-0001 granted to Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (Orenburg, Russia) "Genetic and biotechnological approaches to selection process management and improvement of existing selection methods for creating new genetic modifications of fruit, berry, vegetable, and field crops meeting modern requirements for agricultural production".

For citation: Aminova E.V. Productivity and pest resistance of golden currant forms in the conditions of the regions with a sharply continental climate. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):86-94. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_86-94.

Введение

Смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.) занимает важное место в садоводстве регионов с резко континентальным климатом, в том числе в условиях Южного Урала [1, 2]. Смородина золотистая неприхотлива, пластична (легко приспосабливается к различным почвенным условиям), морозостойка (выдерживает суровые зимние температуры до -30°C и ниже), засухо- и жаростойка (листья выдерживают температуру $+39...+42^{\circ}\text{C}$ без образования ожогов), характеризуется такими качествами, как высокая продуктивность, полезный биохимический состав плодов, десертный вкус которых обусловлен тем, что в них больше сахаров, чем кислоты, много витаминов, органических кислот, йода, микроэлементов [4, 6, 7, 8, 9].

В ряде научных учреждений Российской Федерации ведется селекционная работа по созданию сортов смородины золотистой, которые сочетают в одном генотипе высокий уровень продуктивности и способность адаптации к неблагоприятным стрессорам, а также имеют различные сроки созревания, пищевую ценность плодов, пряморослый габитус и др. [4, 7–10].

Наиболее значимые селекционные достижения получены сотрудниками таких учреждений, как:

- ФГБНУ Уфимский федеральный исследовательский центр РАН (сорта Ляйсан, Фатима, Находка, Венера, Зарина, Шафак);
- ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (сорта Оливия, Юбилей Алтая);
- АО «Новосибирская зональная станция садоводства» (сорта Ермак, Изабелла, Мускат);
- ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина» (сорта Августовская Ночь, Знойный Мираж).

Высокий полиморфизм *Ribes aureum* Pursh. позволяет в ходе селекционной работы создавать разнообразный материал с целью совершенствования сортимента, в том числе для экстремальных условий Южного Урала, характеризующихся недостаточным увлажнением, высокими температурами в вегетационный период и низкими в период покоя.

Цель проведенных исследований заключалась в определении продуктивности и устойчивости к вредителям форм смородины золотистой.

Полевые эксперименты выполняли на селекционном участке Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства в 2020–2024 гг.

За 5-летний период были изучены 45 форм смородины золотистой в сравнении с районированным сортом Ляйсан (К). Общее количество растений составляло 135 шт., год закладки опыта – 2017.

Растения культивировали на опытном участке в богарных условиях, схема посадки – 3×2 м.

В ходе реализации программы исследований ранней весной проводили фитосанитарную обрезку кустов, в течение вегетационного периода – трехкратную междурядную обработку почвы.

Ежегодно выполняли фенологические наблюдения и учет повреждаемости вредителями 45 образцов, также отбирали 20 форм, показавших наибольшую продуктивность.

Устойчивость растений к тле определяли визуально в полевых условиях на естественном фоне в ходе ежегодного фитосанитарного мониторинга.

Фенологические наблюдения, определение продуктивности осуществляли в соответствии с основными положениями «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [5].

Статистическую обработку данных выполняли по методике, описанной Б.А. Доспеховым [3], с применением программы «Excel».

Климат степной зоны Оренбуржья резко континентальный и экстремальный для культивирования многих ягодных культур. Смородина золотистая выделяется на их фоне высокой зимостойкостью, продуктивностью, засухоустойчивостью и другими хозяйственно ценными признаками.

Погодные условия в годы проведения исследований были разнообразными, что позволило полнее оценить генотипы, в том числе при абиотических стрессорах.

По данным Центральной гидрометеорологической станции г. Оренбург, количество атмосферных осадков за год составляло 363 мм, средняя продолжительность периода с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ – 140–150 дней, сумма положительных температур – в пределах 3000°C , эффективных – 2348–2710 $^{\circ}\text{C}$, активных – 2887–3265 $^{\circ}\text{C}$.

Особенности погодных условий в годы выполнения исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Метеоусловия в годы проведения исследований, ЦГМС г. Оренбург

Годы	Показатели					
	Среднегодовая температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Max t воздуха на поверхности почвы, $^{\circ}\text{C}$ / min t воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Осадки, мм / высота снежного покрова, см	Относительная влажность воздуха, % / число дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$	Сумма положительных температур (> 0), $^{\circ}\text{C}$	Сумма эффективных температур (> 5), $^{\circ}\text{C}$ / сумма активных температур (> 10), $^{\circ}\text{C}$
2020	7,8	64,0 / –25	264 / 38	53,0 / 109	3555	2419 / 3050
2021	6,3	66,0 / –31	255 / 34	48,0 / 153	3820	2705 / 3265
2022	5,7	60,0 / –27	372 / 36	56,6 / 82	3458	2386 / 2935
2023	9,5	62,0 / –35	384 / 33	56,4 / 95	3695	2531 / 3246
2024	5,6	59,6 / –26	360 / 31	55,2 / 81	3163	2348 / 2887

В 2020 г. температура воздуха была выше среднемноголетней на 3,5 °С (июль). Погодные условия вегетационного периода 2021 г. были аномально жаркими и самыми засушливыми за период с 2013 по 2024 г., температура была выше среднемноголетней на 5° (в мае и июне). Относительная влажность воздуха на 30% ниже среднемноголетней отмечалась 153 суток.

Холодной и дождливой весной выделился 2022 г.: среднемесячная температура воздуха в мае была ниже обычной на 4,8 °С, в июне составила +19,8 °С, в июле – +22,6 °С, в августе – +24,1°С. Отмечена дифференциация осадков по месяцам: май – 106 мм, июнь – 43, июль – 30, август – 22 мм.

В 2023 г. температура воздуха с мая по август была на уровне среднемноголетней. В 2024 г. среднемесячную температуру воздуха и количество осадков в целом можно охарактеризовать как удовлетворительные: в мае эти значения составили +12,3 °С и 52 мм, в июне – +22,3 °С и 59 мм, в июле – +22,1 °С и 54 мм, в августе – +18,9 °С и 151 мм, но из-за весенних заморозков продуктивность культуры была низкой.

Результаты и их обсуждение

В почвенно-климатических условиях Оренбургской области растения смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh.) в целом были устойчивы к болезням и вредителям этой культуры.

За годы исследований на селекционном участке были выявлены два вида тли, которые причиняли вред растениям:

- крыжовниковая тля (*Aphis grossulariae* Kalt.);
- листовая галловая тля (*Cryptomyzus ribis* L.).

На рисунке 1 представлены данные проведенной оценки повреждений растений этими вредителями. В 2022 и 2024 гг. погодные условия мая и летних месяцев оказались достаточно благоприятными для развития и распространения вредных насекомых. Степень повреждения листьев крыжовниковой тлей в баллах варьировала от 0,5 до 3,0. Слабая степень (до 2 баллов) была выявлена у образцов 1-1, 1-4, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-14, 2-1, 2-4, 2-15, 2-16, 2-18, 2-8, 2-9, 2-10, 2-11, средняя (до 3 баллов) – у образцов 1-12, 1-13, 1-19, 1-15, 2-7. За все годы наблюдений сорт Ляйсан (К) и образцы 1-2, 1-3, 1-17, 1-20, 1-18, 2-2, 2-3, 2-5, 2-6, 2-20 не имели повреждений.

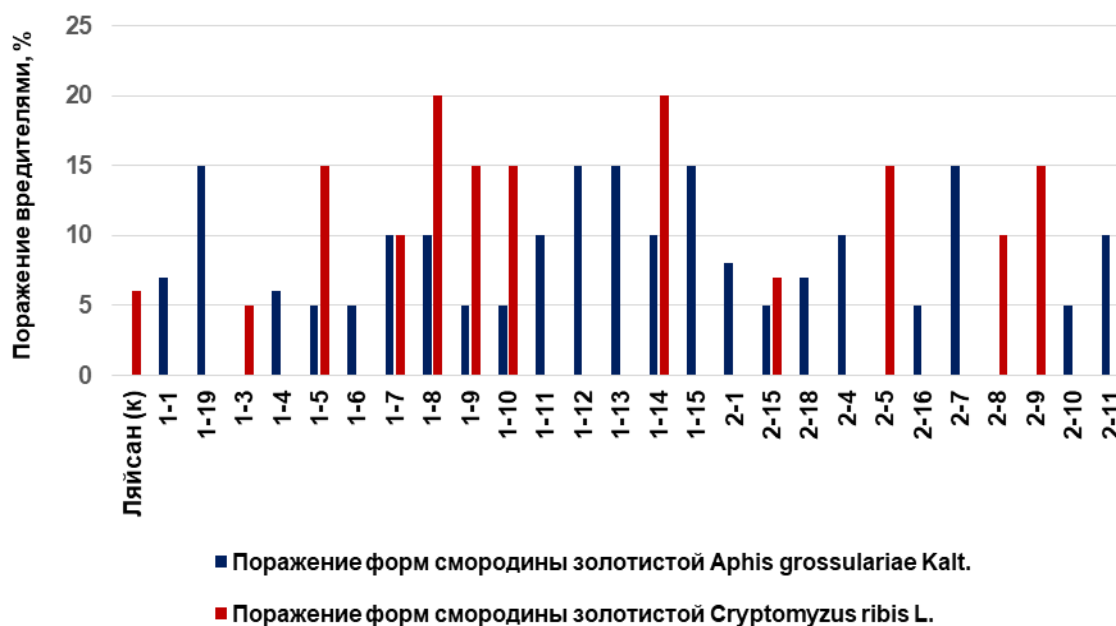


Рис. 1. Повреждение форм смородины золотистой крыжовниковой тлей (*Aphis grossulariae* Kalt.) и листовой галловой тлей (*Cryptomyzus ribis* L.) (2020–2024 гг.)

Вариационный анализ выявил, что изменчивость повреждаемости листьев крыжовниковой тлей (*Aphis grossulariae* Kalt.) среди форм смородины золотистой средняя – 3,74–13,2%.

Характерные признаки повреждений изучаемых растений опытного участка двумя видами тли приведены на рисунке 2.



Рис. 2. Повреждения форм 1-19 и 1-8 смородины золотистой:
а – крыжовниковой тлей (*Aphis grossulariae* Kalt.),
б – листовой галловой тлей (*Cryptomyzus ribis* L.)

При визуальном осмотре растений смородины золотистой в полевых условиях была выявлена средняя повреждаемость листовой галловой тлей (от 15 до 20%) образцов 1-15, 1-8, 1-9, 1-10, 1-14, 2-5, 2-9, слабое повреждение (до 10%) – у сорта Ляйсан (К) и форм 1-3, 1-7, 2-15, 2-8. Формы, показавшие высокую устойчивость к вредителям (степень поражения до 1 балла), представляют интерес для дальнейшего изучения и возможного использования в селекции в качестве источников устойчивости к крыжовниковой и листовой галловой тле.

По результатам проведенных фенологических наблюдений в условиях Оренбургской области начало вегетации растений *Ribes aureum* Pursh. приходится на третью декаду апреля. Распускание почек в 2020 и 2021 г. началось 21–24 апреля при сумме активных температур 25,8–36,3 °С. Начало цветения наблюдалось с 30 апреля и длилось по 13 мая (Σакт. t 164,2–213,1 °С). Таким образом, продолжительность фенологической фазы «цветение» составила 13–15 дней (в зависимости от образца). Фаза созревания ягод у образцов длилась с 23 июля (у ранних форм) по 9 августа (у поздних) (Σакт. t 2374,0–2646,0 °С). Ежегодно цветение у всех образцов было обильным и оценивалось в 4–5 балла.

В условиях 2022 и 2024 гг. фаза распускания почек проходила в обычные сроки, а фаза цветения – с опозданием на 4–6 дней, была продолжительной и при неблагоприятных погодных условиях: в 2022 г. в 1-й и 2-й декадах мая выпало 106 мм осадков, температура воздуха опускалась до +1...+10 °С. В 2024 г. отмечено понижение температуры воздуха до –3,3 °С (5 мая) и до –1,3 °С (10 мая), 4 мая выпали осадки в виде снега (высота достигала 3 мм). Из-за майских заморозков большая часть цветков (около 70%) была повреждена (потемнели пестики и пыльники), и, несмотря на обильное цветение, урожайность в этот год была низкой. Начало и полное созревание ягод в 2022 и 2024 гг. проходили в одни и те же сроки – с 24 июля по 10 августа (Σакт. t 2198,0–2370,0 °С).

В 2023 г. фаза распускания почек наступила 24–27 апреля, фаза цветения длилась с 30 апреля по 7 мая, а полное созревание ягод растянулось на период с 23 июля по 10 августа.

Среднее количество плодов в кисти варьировало от 2,8 (2-15 и 1-10) до 6,2 шт. (Ляйсан (К), 1-2 и 1-6), а в 2022 г. – от 3,3 (2-10, 2-11, 2-13, 2-15) до 6,4 шт. (1-2, 1-6, 2-2, 2-6). В 2020 и 2021 гг. у изучаемых образцов 2-15, 1-10, 1-4, 2-9, 2-8, 2-10, 2-11 и 2-13 отмечено наименьшее число плодов в кисти – от 2,1 до 3,6 шт., а наибольшее – 5,0–5,6 шт. – у сорта Ляйсан (К) и форм 1-1, 1-2, 1-3, 1-6, 2-6 и 2-2.

При учете компонентов продуктивности выявлено, что у всех 20 высокопродуктивных форм были наиболее крупные плоды и их максимальное количество в кисти. Различными исследователями доказано, что масса плодов обуславливается на генетическом уровне и существенно зависит от условий выращивания [2, 7, 8, 11].

На рисунке 3 представлены данные, характеризующие среднюю массу плодов исследуемых форм за 5 лет. Установлено варьирование по данному показателю от 0,92 до 2,27 г в зависимости от формы смородины золотистой и года наблюдений.

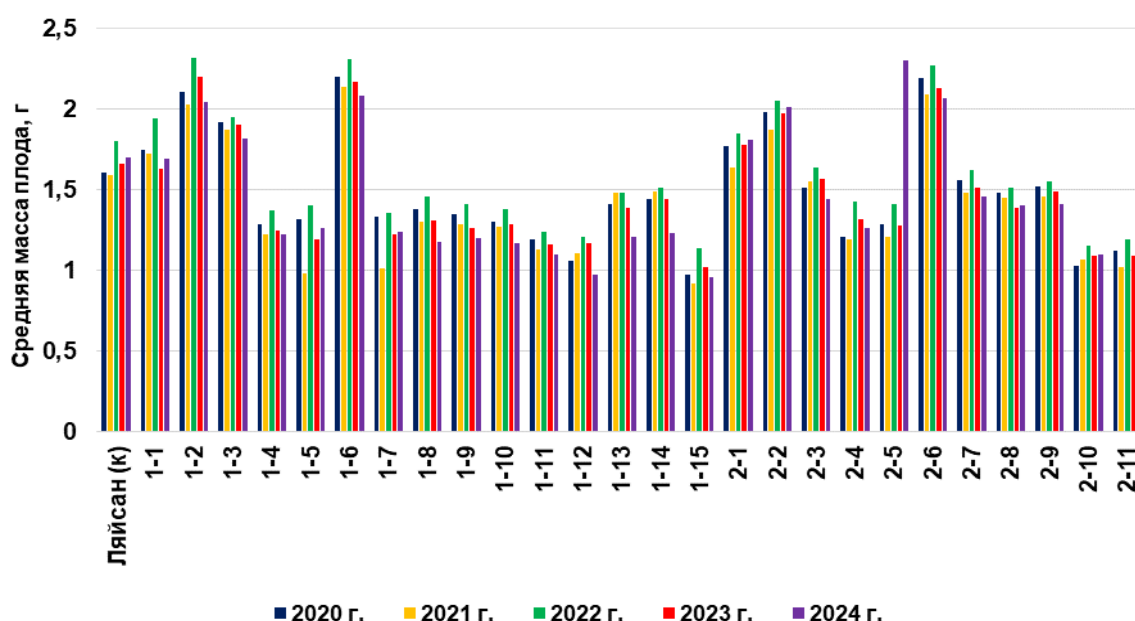


Рис. 3. Средняя масса плода форм смородины золотистой (2020–2024 гг.)

Как следует из данных, приведенных на рисунке 3, в 2020 г. средняя масса ягоды составила 0,97–2,19 г, в 2021 г. – 0,92–2,12 г, в 2022 г. и 2023 г. – соответственно 1,14–2,27 г и 1,02–2,16 г, в 2024 г. – от 0,96 г (1-15) до 2,08 ± 0,06 г (1-6 и 2-6). Показатели образцов 1-2, 1-3, 1-6, 2-1, 2-2 и 2-6 во все годы превышали контрольный сорт Ляйсан на 0,14–0,47 г, а образцов 2-3, 2-7 и 2-9 находились на уровне стандарта – 1,55–1,80 г.

Основные селекционные задачи и требования к новым и создаваемым сортам смородины золотистой акцентируют внимание на следующих признаках:

- крупноплодность (масса плода более 2 г);
- продуктивность – свыше 5 кг с куста;
- одновременное созревание плодов;
- компактная форма куста [2].

В проведенных исследованиях на продуктивность образцов существенно влияли погодные условия, наиболее благоприятными они были в 2022 и 2023 гг., что позволило генотипам реализовать свой потенциал и показать максимальную продуктивность, диапазон значений которой составил от 2,3 до 5,8 кг с куста (рис. 4).

Морфобиологические признаки форм, выделенных по высокому уровню плодоношения, представлены на рисунке 5.

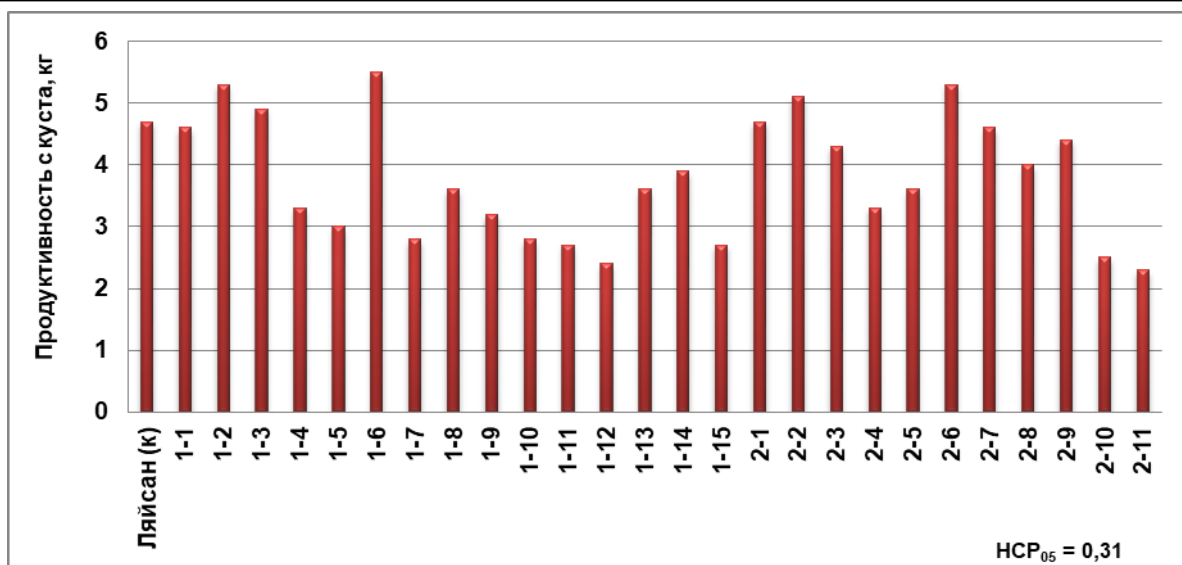


Рис. 4. Средняя продуктивность форм смородины золотистой, кг/куст (2020–2024 гг.)



Образец 1-2



Образец 1-6



Рис. 5. Морфобиологические признаки форм смородины золотистой, выделенных по результатам многолетнего изучения (2020–2024 г.)

В 2024 г. вследствие весенних заморозков у всех форм смородины золотистой отмечена низкая продуктивность – от 0,87 до 2,36 кг с куста, при этом коэффициент вариации (V, %) по годам составил 7,93–21,2%. За период проведения исследований наиболее продуктивными оказались формы 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 и 2-6 (показатель составил соответственно 5,3; 4,9; 5,5; 5,1 и 5,3 кг с куста), которые ежегодно превышали контрольный сорт Ляйсан на 4,25–17,02% (рис. 4). Образцы 1-7, 1-10, 1-11, 1-12, 1-15, 2-10 и 2-11 показали наименьшую продуктивность – 2,4–2,8 кг с куста, что ниже контроля на 40–49%. Формы 1-1, 2-1 и 2-7 по продуктивности были на уровне контрольного сорта – 4,6–4,7 кг с куста.

Из литературных источников известно, что у растений *Ribes aureum* Pursh. имеется такой существенный недостаток, как неодновременное созревание плодов в кистях, когда верхние ягоды созревают гораздо раньше нижних [4]. У подавляющего большинства изученных нами форм (80%) отмечено практически одновременное созревание ягод, которые в стадии полной спелости не осыпались, что позволило организовать сбор ягод в один этап.

Заключение

По итогам многолетнего изучения форм смородины золотистой высокую полевую устойчивость к таким наиболее распространенным вредителям, как крыжовниковая тля (*Aphis grossulariae* Kalt.) и листовая галловая тля (*Cryptomyzus ribis* L.), проявили образцы 1-2, 1-6, 2-2 и 2-6.

Максимальный уровень продуктивности, на 4–17% превысивший значение контрольного сорта, показали формы 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 и 2-6.

Формы 1-2, 1-3, 1-6, 2-2 и 2-6 по ряду хозяйственно ценных признаков превосходят стандартный сорт и могут представлять интерес для селекции на крупноплодность, высокую продуктивность, а также устойчивость к вредителям.

Список источников

1. Аминова Е.В., Мережко О.Е. Оценка хозяйственно-биологических признаков форм *Ribes aureum* Pursh. в условиях Оренбургской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 4–9. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp4-9.
2. Аминова Е.В., Мушинский А. А., Фещенко Е.М. Перспективные сорта и формы смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh.) в условиях степной зоны Южного Урала // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 62. С. 9–15. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-62-9-15.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Нигматзянов Р.А., Сорокопудов В.Н. Оценка сортимента смородины золотистой по устойчивости к галловой тле в условиях Башкирии // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7. С. 96–102. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-96-102.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под общ. ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 608 с.
6. Родюкова О.С. Особенности качественных показателей плодов у сортов смородины золотистой // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVIII международной научной конференции (Брянск, 24–25 мая 2021 г.). Ч. III. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. С. 184–188.
7. Салыкова В.С., Штиль Л.В. Сортоизучение отборных форм смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh.) селекции НИИСС в условиях Алтайского Приобья // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 53–59. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-53-59.

8. Сорокопудов В.Н., Нигматзянов Р.А., Сорокопудова О.А. Итоги отбора сортообразцов смородины золотистой по комплексу признаков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 9. С. 87–93.

9. Сучкова С.А., Михайлова С.И. Перспективные сорта смородины золотистой в условиях Томской области // Современные направления развития садоводства в Сибири: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения академика РАН И.П. Калинина (Барнаул, 21 октября 2021 г.). Барнаул: Азбука, 2022. С. 123–128.

10. Чеботок Е.М. Хозяйственно-биологическая оценка интродуцированных сортов и отборных форм селекции Свердловской ССС в условиях Среднего Урала // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 2(63). С. 54–62. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-54-62.

11. Sorokopudov V., Kuklina A., Nigmatzyanov R. et al. Correlations of polyphenol substances in *Ribes aureum* Pursh. (Grossulariaceae) fruits // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 40. Article No. 02010. DOI: 10.1051/bioconf/20214002010.

References

1. Aminova E.V., Merezko O.E. Assessment of economic and biological signs of *Ribes aureum* Pursh. forms in the conditions of the Orenburg region. *Agrarian Scientific Journal*. 2022;12:4-9. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp4-9. (In Russ.).

2. Aminova E.V., Mushinskiy A.A., Feshchenko E.M. Promising varieties and forms of golden currant (*Ribes aureum* Pursh.) in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2020;62:9-15. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-62-9-15. (In Russ.).

3. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351 p. (In Russ.).

4. Nigmatzyanov R.A., Sorokopudov V.N. Golden currant assortment evaluation on resistance to gallic aphid in the conditions of Bashkiria. *Bulliten KrasSAU*. 2023;7:96-102. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-96-102. (In Russ.).

5. Program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops; under the general editorship of Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Orel: All-Russian Research Institute of Horticultural Plant Breeding Publishers; 1999. 608 p. (In Russ.).

6. Rodyukova O.S. Characteristics of quality indicators of the fruit from cultivars golden currant. In: Agroecological aspects of the sustainable development of agriculture: Proceedings of the XVIII International Research Conference (Bryansk, May 24-25, 2021). Part III. Bryansk: Bryansk State Agrarian University Publishers; 2021:184-188. (In Russ.).

7. Salykova V.S., Shtil L.V. Variety study of selected forms of golden currant (*Ribes aureum* Pursh.) in the Altai Region's Ob River area. *Bulliten KrasSAU*. 2023;9:53-59. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-53-59. (In Russ.).

8. Sorokopudov V.N., Nigmatzyanov R.A., Sorokopudova O.A. Results of selection of varieties of golden currant according to a complex of characteristics. *Bulliten of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021;9:87-93. (In Russ.).

9. Suchkova S.A., Mikhailova S.I. Promising varieties of golden currant in the conditions of Tomsk region. In: Modern directions of development of horticulture in Siberia: Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Academician of the Russian Academy of Sciences I.P. Kalinina (Barnaul, October 21, 2021). Barnaul: Azbuka Publishers; 2022:123-128. (In Russ.).

10. Chebotok E.M. Economic and biological estimation of introduced varieties of black currant and selected forms of Sverdlovsk horticulture breeding station in the conditions of the Middle Urals. *Izvestiya of Saint Petersburg State Agrarian University*. 2021;63(2):54-62. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-2-54-62. (In Russ.).

11. Sorokopudov V., Kuklina A., Nigmatzyanov R. et al. Correlations of polyphenol substances in *Ribes aureum* Pursh. (Grossulariaceae) fruits. In: BIO Web of Conferences. 2021;40:02010. DOI: 10.1051/bioconf/20214002010.

Информация об авторе

Е.В. Аминова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Оренбургская опытная станция садоводства и виноградарства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», aminowa.eugenia2015@yandex.ru.

Information about the author

E.V. Aminova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, Orenburg Experimental Station of Horticulture and Viticulture – Branch of Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, aminowa.eugenia2015@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 26.08.2025; одобрена после рецензирования 28.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 26.08.2025; approved after reviewing 28.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Аминова Е.В., 2025

4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И
ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.43; 634.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_95

EDN: RLTGDP

**Сроки прохождения фенологических фаз развития земляники садовой
в маточном питомнике в условиях Центрального Черноземья****Ольга Игоревна Гончарова¹, Раиса Григорьевна Ноздрачева^{2✉}**^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия² r.nozdracheva@mail.ru✉

Аннотация. В агроклиматических условиях ЦЧР проведены исследования, направленные на определение сроков прохождения фенологических фаз роста и развития трех сортов земляники садовой – Наше Подмосковье, Царица (среднего срока созревания) и Елизавета 2 (ремонтантный), произрастающих в маточнике плодового питомника. Такие мероприятия, как защита растений от вредителей и болезней, применение капельного полива совместно с фертигацией, обработка почвы, удаление сорных растений и внесение удобрений эффективно производить с учетом фенофаз развития маточных насаждений и укорененной рассады, что актуально для повышения выхода и качества посадочного материала земляники садовой. По результатам наблюдений проведен анализ влияния природно-климатических факторов региона на сроки прохождения фенофаз изучаемых сортов. Календарные даты прохождения фенологических фаз в большей степени зависели от хода среднесуточных температур воздуха в годы проведения исследований. Выявлена дифференциация сроков прохождения фенологических фаз в зависимости от биологических особенностей сортов (среднее отклонение составляло 5–7 дней). Количество дней между началом периода вегетации и началом выдвижения усов существенным образом связано с температурным режимом, в то время как продолжительность прохождения фенологической фазы «образование усов» связано с генотипическими особенностями конкретного сорта. Высокая степень устойчивости земляники изучаемых сортов к аномальным природным явлениям установлена по данным выживаемости растений после весенних возвратных заморозков, пришедших на смену высоким положительным температурам, спровоцировавшим раннюю вегетацию земляники в условиях Центрального Черноземья. Понимание закономерностей наступления сроков фенологических фаз развития у земляники является важным направлением исследований для обеспечения качественной рассадой садоводческих предприятий и увеличения площадей под скороплодной, высокоурожающей ягодной культурой.

Ключевые слова: земляника садовая, сорта, маточник, размножение, фенофазы роста и развития, сроки прохождения

Для цитирования: Гончарова О.И., Ноздрачева Р.Г. Сроки прохождения фенологических фаз развития земляники садовой в маточном питомнике в условиях Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 95–103. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_95–103.

4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE
AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Timing of phenological phases of garden strawberry development in mother
material nursery in the conditions of the Central Chernozem Region****Olga I. Goncharova¹, Raisa G. Nozdracheva^{2✉}**¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia² r.nozdracheva@mail.ru✉

Abstract. In the agro-climatic conditions of the Central Chernozem Region, studies have been conducted to determine the timing of phenological phases of growth and development of three varieties of garden strawberry (Nashe Podmoskovie, Tsaritsa – midripening varieties and perpetual variety Elizaveta 2) growing in mother material nursery. Measures such as plant protection from pests and diseases, the use of drip irrigation in combination with fertigation, tillage, hoeing of weeds and application of fertilizers should be effectively carried out taking into account the phenophases of development of mother plantations and rooted seedlings, which is important to increase the yield and quality of planting material of garden strawberry. Based on the results of the observations, an analysis of the influence of the natural and climatic factors of the region on the timing of

phenophases of the studied varieties was carried out. The calendar dates of phenological phases were more dependent on the course of the average daily air temperatures during the years of the research. The differentiation of the timing of phenological phases was revealed depending on the biological characteristics of the varieties (the average deviation was 5-7 days). The number of days between the beginning of the growing season and the beginning of runner generation is significantly related to the temperature regime, while the duration of runner generation phenological phase is related to the genotypic characteristics of a particular variety. The high degree of resistance of strawberry of the studied varieties to abnormal phenomena was established by the data on the survival of plants after the spring return frosts, which replaced the high positive temperatures that provoked the early vegetation in the conditions of the Central Chernozem Region. Understanding the patterns of timing of strawberry phenological phases is an important area of research for providing high-quality seedlings for horticultural enterprises and increasing the area under early-fruited, high-yielding berry crops.

Keywords: garden strawberry, varieties, mother material nursery, reproduction, phenophases of growth and development, timing of phenological phases

For citation: Goncharova O.I., Nozdracheva R.G. Timing of phenological phases of garden strawberry development in mother material nursery in the conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):95-103. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_95-103.

Введение

Земляника садовая в Центрально-Черноземном регионе является практически первыми свежими ягодами после зимнего сезона. Ягоды этой культуры в основном состоят из воды (около 90%), в которой содержатся полезные вещества: сахара, кислоты, белки, пектины, клетчатка, витамин С и микроэлементы, необходимые для здоровья человека. Земляника ценится за высокую урожайность (20–30 т/га), привлекательный внешний вид ягод, возможность выбора сортов с разными сроками созревания.

Современные методы интенсивного выращивания дают возможность размещать до 40 000 растений на гектаре, что позволяет обеспечивать высокий выход продукции. Выращивание сортов земляники садовой с низкой урожайностью экономически невыгодно для производственных предприятий [13].

Урожайность земляники садовой во многом зависит от биологических свойств сортов, технологии возделывания и агроклиматических условий [9]. Факторы окружающей среды играют важную роль в формировании урожая и качества продукции, особенно для раннецветущих сортов земляники. Критическое значение имеют весенние возвратные заморозки с понижением температуры воздуха до отрицательных значений (–1,6...–2,5 °С), приводящие к повреждению цветков или полной гибели растений.

Благодаря своим биологическим свойствам и пластичности культура способна приспосабливаться, поэтому успешно произрастает на разных почвах и культивируется в разных климатических зонах [10, 15].

Сроки прохождения фенологических фаз развития необходимо установить для более эффективного проведения агротехнических мероприятий по уходу за растениями при размножении посадочного материала. Такие мероприятия, как защита растений от вредителей и болезней, применение капельного полива совместно с фертигацией, обработка почвы, удаление сорных растений и внесение удобрений эффективно производить с учетом фенофаз развития маточных насаждений и укорененной рассады, что актуально для повышения выхода и качества посадочного материала сортов земляники садовой. Понимание закономерностей наступления сроков фенологических фаз развития у земляники является важным направлением исследований для обеспечения качественной рассадой садоводческих предприятий и увеличения площадей под скороплодной, высокоурожайной ягодной культурой.

Изучение сроков прохождения фенологических фаз роста и развития некоторых сортов позволит оценить их зависимость от влияния биотических и абиотических факторов окружающей среды на жизненный цикл растения, установить наиболее устойчивые к агроклиматическим условиям конкретной местности сорта земляники [5, 6, 8]. Последовательность прохождения фенологических фаз и их календарные сроки осо-

бенно важно знать для эффективной организации проведения мероприятий по производству посадочного материала земляники садовой [11]. Изучение сезонных изменений в развитии земляники (фенологические наблюдения) помогает понять закономерности роста и развития сортов для оптимизации агротехнических мероприятий, повышающих продуктивность насаждений [1].

Период покоя – временной отрезок, начинающийся с осени и завершающийся весенним возобновлением вегетации. Для растений земляники садовой, сохраняющей листву зимой, границы этого периода определяются по изменению температурного режима местности [5].

Для успешного прохождения последующих фенофаз необходимо, чтобы период покоя длился не менее месяца при температуре от 0 до +3 °С. Критическими значениями является температура воздуха в пределах от –12 до –15 °С для надземной части растения и температура почвы в корнеобитаемом слое от –9 до –10 °С.

Методика эксперимента

Цель исследований заключалась в определении сроков прохождения фенологических фаз развития перспективных для выращивания сортов земляники и выявлении их адаптивных способностей.

Объектами исследований выбраны отечественные сорта земляники садовой: Наше Подмосковье, Царица (ФГБНУ ФНИЦ Садоводства, г. Москва) – среднего срока созревания и Елизавета 2 (ООО НПФ «Донской питомник», г. Ростов-на-Дону) – ремонтантный сорт [7, 12].

Учеты и наблюдения проведены в соответствии с общепринятой методикой (Орел, 1999) [14].

Результаты и их обсуждение

Научные исследования проведены в 2022–2024 гг. в условиях Центрально-Черноземного региона, в северо-западной части от областного центра г. Воронеж, на территории садоводческого предприятия ООО «Дикий Мир» Новоусманского района.

Почвенный покров представлен серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами легкого гранулометрического состава. Годовое количество осадков составляет в среднем 696 мм. До 70% осадков выпадает с апреля по октябрь. Гидротермический коэффициент (ГТК) равен 1,2. Сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха – 1581,6 миллибар. Сумма активных температур – 2526 °С, эффективных температур – 2480 °С.

Фенологические фазы роста и развития земляники и сроки их прохождения могут зависеть от почвенных условий в маточнике, биологических особенностей сортов, погодных условий в период вегетации, а также от агроприемов, применяемых при выращивании культуры. Изучение сроков прохождения фенологических фаз у трех сортов земляники садовой поможет понять, какие мероприятия необходимо применять для повышения выхода и качества посадочного материала. Особенно важны исследования по выявлению сортов, оптимально подходящих для возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях Центрального Черноземья.

Изменчивость погодных условий в годы исследований позволила оценить влияние температуры воздуха на сроки наступления фенологических фаз, что повысило достоверность полученных данных об особенностях сортов.

Технология производства посадочного материала земляники в питомнике имеет отличия от технологии возделывания культуры для производства ягод. Например, фаза «цветение» в маточнике питомника недопустима, так как через цветок маточное растение может быть заражено вирусной или бактериальной болезнью. Для более раннего образования усов и розеток земляники целесообразно удалять цветоносы при их образовании, что максимально увеличит количество и качество рассады с маточного куста.

На небольшой территории маточника двукратно удаляли цветоносы вручную. Такой прием влияет на естественный цикл развития зеленой массы, участвующей в фотосинтезе, но позже негативные последствия компенсируются агротехническими приемами по уходу за насаждениями (полив, подкормка минеральными удобрениями, защита от болезней и др.).

Для фиксирования результатов фенологических наблюдений отмечали в питомнике сроки прохождения фенофаз от начала вегетации до начала периода покоя. В ходе наблюдений за ростом и развитием земляники в маточнике отмечали следующие фенологические фазы: «формирование листьев», «образование усов», «формирование розеток» разных порядков. При росте земляники садовой в маточнике исключаются такие фенологические фазы, как «цветение», «образование завязи», «созревание плодов». В процессе сбора данных фиксировалась дата после прогрева почвы до $+3...+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в корневой зоне, так как начиная с этого периода в растениях активируются внутренние биохимические процессы.

В условиях Центрального Черноземья (в том числе Воронежской области) начало периода вегетации земляники различается по годам: оно может быть как ранним, так и поздним. Для инициации роста растений важную роль играет температурный фактор, когда среднесуточная температура воздуха устойчиво достигает $+5...+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рост корневой системы начинается с прогревания почвы до $+7...+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в слое обитания корней, когда сначала образуются новые весенние корни, а затем листья.

Начало прохождения фенофазы «бутонизация» имеет важное значение для формирования урожая текущего года. В этот период растения земляники тратят питательные вещества на завершение дифференциации генеративных почек, образование зачатков цветков и пыльцы. Завершение этапа можно распознать по появлению зачатков цветочных соцветий в пазухах листьев.

Фенофаза «бутонизация» начинается с деления цветоноса на отдельные бутоны и длится до начала распускания первых цветков. В числе естественных процессов развития растений земляники садовой данный этап является последним, который отслеживается, так как агротехнология выращивания посадочного материала в маточнике не допускает цветения растений. Скашивание цветоносов вместе с листьями прерывает фазу «бутонизация». Через 7–10 дней скашивание повторяют для удаления второй волны выдвижения цветоносов.

После второго скашивания земляника активно возобновляет рост листьев при развитых к этому сроку корнях. Одновременно с ростом листьев формируются рожки – зачатки будущих побегов. Если растению не хватает минеральных веществ и влаги, верхушечная почка рожка остается в состоянии роста, а при достаточном количестве ресурсов и правильном уходе она преобразуется в почку, из которой образуются видоизмененные стелющиеся побеги (усы). Параллельно с развитием надземной части в это же время интенсивно нарастает корневая система.

Начало фенофазы «образование усов» фиксируется по выдвижению первого stolона, что является периодом между подготовительным этапом и началом заготовки посадочного материала.

Формирование розеток первого порядка – процесс развития новых розеток, включает в себя их закладку, активный рост надземной части и образования корней. Критерием завершения является формирование растений, когда они готовы к отделению от материнского растения и пересадке на постоянное место выращивания без доращивания.

Завершение формирования летней генерации листьев определяется по дате, когда завершается развитие последнего листа у растений. Продолжительность жизни листьев летом варьирует от 50 до 70 дней в зависимости от особенностей сорта, погодных условий и применяемых агротехнических приемов.

Завершение выдвижения усов из листьев на рожках маточных растений происходит после прекращения роста последнего столона, увеличение числа дочерних растений происходит за счет формирования розеток последующих порядков.

Формирование розеток второго и третьего порядка начинается с появления первой розетки второго порядка и заканчивается формированием розеток третьего порядка, одновременно с развитием усов и розеток первого порядка. Слабо развитые розетки не успевают полностью укорениться, их можно использовать для доращивания в школке питомника.

Фенофаза «период покоя» начинается с понижения температуры почвы до $+3...+5^{\circ}\text{C}$ в корнеобитаемом слое, когда полностью прекращается процесс укоренения розеток.

В таблице 1 представлены даты сроков прохождения фенологических фаз развития сортов земляники садовой в маточнике плодового питомника.

Таблица 1. Сроки наступления фенологических фаз по сортам земляники, 2022–2024 гг.

Фенофазы	Сорта								
	Наше Подмосковье			Елизавета 2			Царица		
	Годы								
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Период вегетации	07.04	30.03	24.03	07.04	30.03	24.03	07.04	30.03	24.03
Образование листьев	18.04	14.04	05.04	16.04	17.04	06.04	16.04	15.04	05.04
Выдвижение бутонов в 1-й и 2-й сроки	04.05 – 17.05	30.04 – 13.05	24.04 – 07.05	09.05 – 21.05	03.05 – 18.05	25.04 – 09.05	05.05 – 18.05	30.04 – 14.05	23.04 – 07.05
Возобновление роста листьев	28.05	28.05	26.05	28.05	28.05	27.05	29.05	28.05	24.05
Образование усов	12.06	15.06	16.06	13.06	15.06	13.06	15.06	14.06	14.06
Образование розеток 1-го порядка	23.06	27.06	25.06	22.06	26.06	23.06	25.06	23.06	25.06
Завершение роста листьев	23.07	25.07	19.07	30.07	27.07	21.07	17.07	20.07	14.07
Завершение образования усов	30.07	25.07	23.07	26.07	24.07	21.07	23.07	23.07	27.07
Образование розеток 2-го порядка	30.06	07.07	05.07	30.06	06.07	02.07	06.07	06.07	09.07
Образование розеток 3-го порядка	14.10	10.10	03.10	08.10	11.10	06.10	11.10	09.10	04.10
Период покоя	23.10	21.10	02.11	23.10	21.10	02.11	23.10	21.10	02.11

Отмечено варьирование сроков наступления фенологических фаз развития культуры в маточнике плодового питомника в зависимости от биологических особенностей сортов и погодных условий года. Период вегетации земляники садовой в условиях ЦЧР начинается в первой половине апреля, а заканчивается в конце октября – начале ноября. В годы проведенных наблюдений ранняя вегетация земляники садовой отмечена в первой декаде апреля 2024 г., а поздняя – в конце второй декады апреля 2022 г.

Понижение температуры воздуха замедляет срок прохождения фенофазы «рост листьев» у растений, а ее повышение – ускоряет. Так, в марте 2024 г. температура воздуха в среднем составляла $+0,8...+2,6^{\circ}\text{C}$, что выше средней нормы на $1,5-2,1^{\circ}$. Самая высокая температура воздуха в марте достигала $+22^{\circ}\text{C}$, а минимальная – $+11^{\circ}\text{C}$. Апрель в 2024 г. был теплым, температура воздуха в среднем за месяц составляла $+13,5...+15,5^{\circ}\text{C}$, что на $5,5-6,5^{\circ}$ выше климатической нормы, это и спровоцировало начало ранней вегетации земляники.

Примерно через 16–20 дней после появления первого листа начинается фаза «бутонизация» (в среднем конец апреля – начало мая), которая наступает при среднесуточной температуре $+13...+15^{\circ}\text{C}$.

Начало фенологической фазы «образование усов» у изучаемых сортов земляники садовой проходило примерно в одинаковые сроки по годам (12–16 июня).

Фенофаза «образование розеток 1-го порядка» наступала через 11–12 дней после фенофазы «образование усов», а фенофазы «образование розеток 2-го порядка» и «образование розеток 3-го порядка» продолжались до середины октября. Так, в 2024 г. у изучаемых сортов земляники эти фенофазы завершились 3–6 октября, т.е. на две недели раньше, чем в 2022 г.: у сорта Елизавета 2 на неделю раньше, чем у сорта Наше Подмосковье в 2023 г., и на одну неделю раньше, чем у сорта Царица за счет понижения температуры воздуха с $+15$ до $+7^{\circ}\text{C}$ в первой декаде октября 2024 г. В то же время в 2022 и 2023 гг. в указанный период температура воздуха в среднем сохранялась на уровне $+10...+12^{\circ}\text{C}$.

Изучаемые нами сорта земляники садовой входили в период покоя в конце октября – начале ноября, когда среднесуточная температура воздуха понижалась до $+3...+5^{\circ}\text{C}$ в 2022 г., до $+5...+7^{\circ}\text{C}$ в 2023 г. и до $+2...+5^{\circ}\text{C}$ в 2024 г. [2, 3, 4].

Годовые колебания температуры воздуха в диапазоне $+4...+7^{\circ}\text{C}$ влияли на сроки прохождения фенологических фаз и приводили к отклонению сроков их наступления до 15 дней (табл. 2).

Таблица 2. Отклонение календарных дат фенологических фаз в 2022–2024 гг., дни

Фенофаза	Сорта		
	Наше Подмосковье	Елизавета 2	Царица
Период вегетации	14	14	14
Образование листьев в 1-й и 2-й сроки	13	10	11
Выдвижение бутонов	10	14	12
Возобновление роста листьев	2	1	5
Образование усов	4	2	1
Образование розеток 1-го порядка	4	4	2
Завершение роста листьев	6	9	6
Завершение образования усов	7	5	4
Образование розеток 2-го порядка	7	6	3
Образование розеток 3-го порядка	11	5	7
Период покоя	12	12	12

Отклонение сроков прохождения фенологических фаз во многом зависело от погодных условий в период вегетации растений. Наибольшие отклонения отмечались в начале активного роста растений в фазы «периода вегетации», «отрастание листьев» (10–13 дней), «выдвижение бутонов» (10–14 дней), а также проведения первого скашивания листьев (9–12 дней), при этом между сортами по конкретным фазам существенных отклонений не прослеживалось.

На территории Воронежской области в ночь 3–4 мая 2024 г. отмечалось негативное влияние на растения земляники в маточнике возвратных весенних заморозков, относящихся к типу радиационных холодов, для которых характерно резкое снижение температуры в предутренние часы. К пяти часам утра температура воздуха опустилась до -7°C . Отрицательная температура воздуха сохранялась около восьми часов. Пони-

жение температуры воздуха в фенологическую фазу «выдвижение бутонов» привело к повреждению вегетирующих тканей листьев и соцветий. Такое природное явление увеличило длительность прохождения (до 81–84 дней) фенологических фаз от начала вегетации до периода покоя (рис. 1).

В 2022 и 2023 гг. существенных отрицательных температур в начале периода вегетации не отмечалось и повреждений на растениях земляники садовой не наблюдалось.

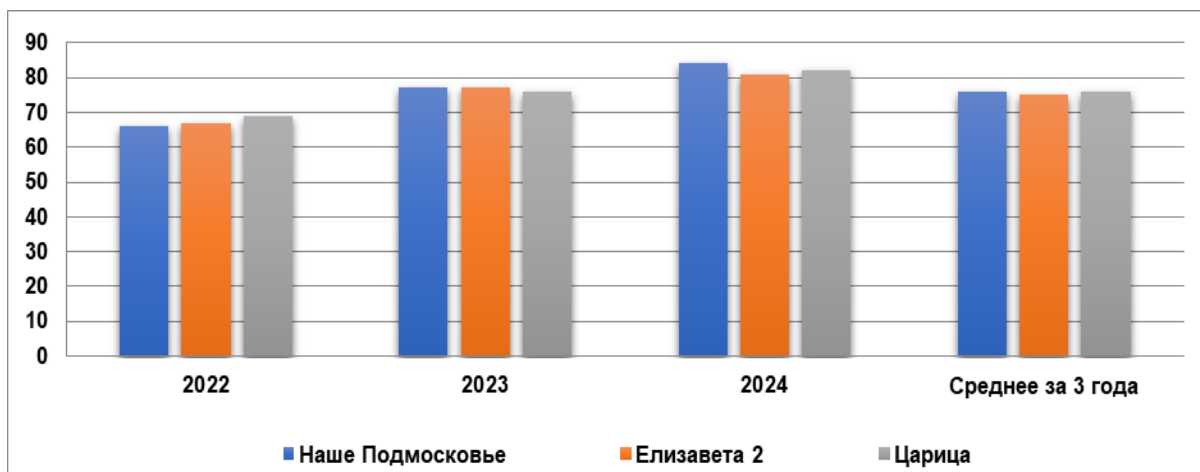


Рис. 1. Промежуток между фенологическими фазами «начало периода вегетации» и «начало образования усов», 2022–2024 гг., дни

Выявлено, что растениям сорта Наше Подмосковье требуется большее количество дней на прохождение фенологической фазы от начала образования усов до завершения их образования (в среднем 43 дня) в отличие от растений сортов Елизавета 2 (40 дней) и Царица (40 дней) (рис. 2).

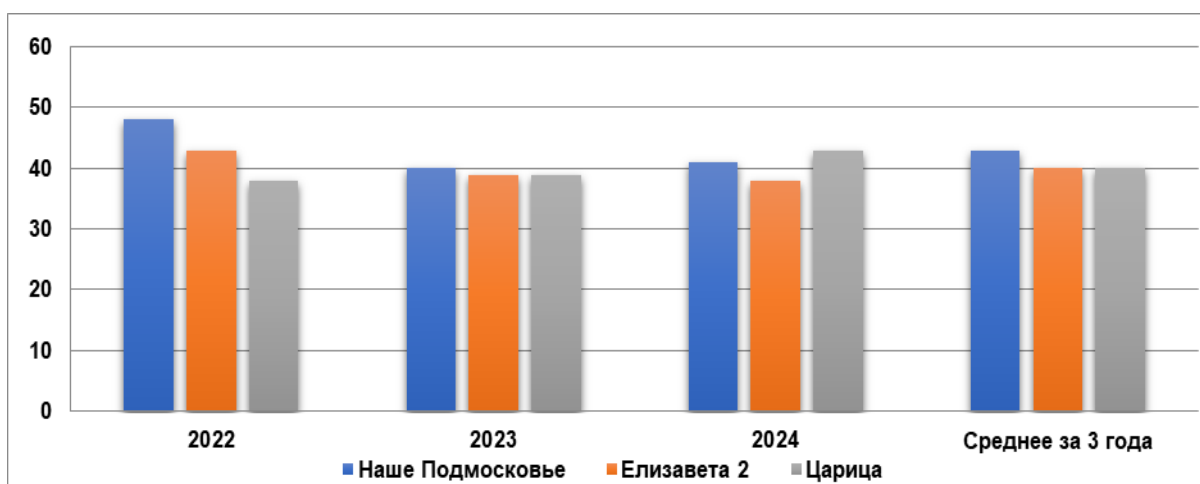


Рис. 2. Промежуток между началом и завершением фенологической фазы «выдвижение усов», 2022–2024 гг., дни

За годы проведенных исследований у растений земляники сортов Елизавета 2 и Царица период от начала до завершения образования усов был практически одинаковым – 38–43 дня, у растений сорта Наше Подмосковье в 2022 г. этот период был более длительным – 48 дней, что превышало показатели 2023 и 2024 гг. соответственно на 8 и 7 дней.

Несмотря на зафиксированные отрицательные температуры в начале периода вегетации в отдельные годы исследований, все сорта проявили устойчивость к климатическим условиям Центрально-Черноземного региона.

Заключение

Календарные даты прохождения фенологических фаз земляники садовой изучаемых сортов в годы проведения исследований в большей степени зависели от хода среднесуточных температур воздуха.

Выявлена дифференциация сроков прохождения фенологических фаз в зависимости от биологических особенностей сортов. Среднее отклонение в прохождении фенологических фаз составляло 5–7 дней.

Количество дней между началом периода вегетации и началом выдвигания усов существенным образом связано с температурным режимом, в то время как продолжительность прохождения фенологической фазы «образование усов» у растений земляники садовой изучаемых сортов связано с их генотипическими особенностями.

Высокая степень устойчивости земляники изучаемых сортов к аномальным природным явлениям установлена по данным выживаемости растений после весенних возвратных заморозков, пришедших на смену высоким положительным температурам, спровоцировавшим раннюю вегетацию земляники в маточном питомнике в условиях Центрального Черноземья.

Список источников

1. Авдеева З.А. Фенологические особенности сортов земляники садовой в условиях степной зоны Оренбуржья // *Агрономия и лесное хозяйство*. 2016. № 3. С. 58–61.
2. Агрометеорологические бюллетени по Воронежской области за 2022 год // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; отв. за вып. А.И. Сушков. Воронеж: [б. и.], 2022. 180 с.
3. Агрометеорологические бюллетени по Воронежской области за 2023 год // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; отв. за вып. А.И. Сушков. Воронеж: [б. и.], 2023. 180 с.
4. Агрометеорологические бюллетени по Воронежской области за 2024 год // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; отв. за вып. А.И. Сушков. Воронеж: [б. и.], 2024. 180 с.
5. Антипенко М.И. Основные фенологические особенности сортов земляники в условиях Самарской области // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2020. Т. 63. С. 118–127. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-63-118-127.
6. Артанова М.П., Карданова Д.М. Прохождение основных фенологических фаз ремонтантной земляники в условиях Кабардино-Балкарии // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014. № 40(1). С. 29–32.
7. Гончарова О.И. Производство посадочного материала земляники в условиях ЦЧР // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2025. Т. 3(82). С. 36–40.
8. Дахно Т.Г., Ряховская Н.И., Дахно О.А. Фенологические особенности земляники крупноплодной в условиях Камчатского края // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2017. № 3(43). С. 23–29.
9. Зарипова В.М. Фенология сортов земляники садовой в южной лесостепи Башкортостана // *Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук*. 2024. № 7(73). С. 58–61. DOI: 10.19110/1994-5655-2024-7-58-61.
10. Зубкова М.И., Князев С.Д., Евтихова И.Е. Особенности прохождения фенологических фаз интродуцированных сортов земляники садовой в условиях Орловской области // *Овощи России*. 2021. № 1. С. 63–68. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-1-63-68.
11. Ноздрачева Р.Г., Гончарова О.И. Влияние весенних заморозков на плодоношение земляники // *Современные достижения и перспективы развития плодоводства, овощеводства, виноградарства и лекарственных растений: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, доктора с.-х. наук, профессора А.Н. Веньямина (Воронеж, 21–22 ноября 2024 г.)*. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. С. 76–83.
12. Ноздрачева Р.Г., Гончарова О.И. Подбор сортов земляники садовой для размножения в ЦЧР // *Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Секция «Инновационные направления агрономии, агрохимии и экологии»* (Воронеж, 19–21 апреля 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. Ч. VII. С. 98–104.
13. Ноздрачева Р.Г., Гончарова О.И. Современное состояние садоводства, политика государства и наука производству // *Агроген Воронежского государственного аграрного университета*. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. № 3(3). С. 27–35.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под общ. ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 608 с.
15. Labadie M., Denoyesand B., Guédon Y. Identifying phenological phases in strawberry using multiple change-point models // *Journal of Experimental Botany*. 2019. Vol. 70(20). Pp. 5687–5701. DOI: 10.1093/jxb/erz331.

References

1. Avdeeva Z.A. Phenological features of garden strawberry varieties in the conditions of the steppe zone of Orenburg Oblast. *Agronomy and Forestry*. 2016;3:58-61. (In Russ.).
2. Agrometeorological Bulletins for Voronezh Oblast for 2022. Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Region Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring; responsible for the issue A.I. Sushkov. Voronezh: [S. L.]; 2022. 180 p. (In Russ.).
3. Agrometeorological Bulletins for Voronezh Oblast for 2023. Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Region Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring; responsible for the issue A.I. Sushkov. Voronezh: [S. L.]; 2023. 180 p. (In Russ.).
4. Agrometeorological Bulletins for Voronezh Oblast for 2024. Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Region Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring; responsible for the issue A.I. Sushkov. Voronezh: [S. L.]; 2024. 180 p. (In Russ.).
5. Antipenko M.I. The main phenological characteristics of strawberry varieties in the Samara region. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2020;63:118-127. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-63-118-127. (In Russ.).
6. Artanova M.P., Kardanova D.M. Passage of the main phenological phases of perpetual strawberry under Kabardin-Balkaria conditions. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2014;40(1):29-32. (In Russ.).
7. Goncharova O.I. Production of strawberry planting material in the conditions of the Central Chernozem Region. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2025;3(82):36-40. (In Russ.).
8. Dakhno T.G., Ryakhovskaya N.I., Dakhno O.A. Phenological features of large-fruited strawberries in the climate of Kamchatka Territory. *Far Eastern Agricultural Journal*. 2017;3(43):23-29. (In Russ.).
9. Zaripova V.M. Phenology of garden strawberry varieties in the southern forest-steppe of Bashkortostan. *Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences*. 2024;7(73):58-61. DOI: 10.19110/1994-5655-2024-7-58-61. (In Russ.).
10. Zubkova M.I., Knyazev S.D., Evikhova I.E. Features of the phenological phases of introduced strawberry cultivars in the conditions of Orel region. *Vegetable Crops of Russia*. 2021;1:63-68. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-1-63-68. (In Russ.).
11. Nozdracheva R.G., Goncharova O.I. The effect of spring frosts on strawberry fruiting. In: Modern achievements and prospects for the development of fruit growing, vegetable growing, viticulture and medicinal plants: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference, dedicated to the 120th anniversary of the birth of the Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor A.N. Venyaminov (Voronezh, November 21-22, 2024). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2025:76-83. (In Russ.).
12. Nozdracheva R.G., Goncharova O.I. Selection of varieties of strawberry for breeding in the Central Chernozem Region. In: Theory and Practice of Innovative Technologies in the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the National Research-to-Practice Conference. Section "Innovative directions of agronomy, agrochemistry and ecology" (Voronezh, April 19-21, 2022). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2022;7:98-104. (In Russ.).
13. Nozdracheva R.G., Goncharova O.I. The current status of horticulture, state policy and the contribution of science to the production. *Agrogen of Voronezh State Agrarian University*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2023;3(3):27-35. (In Russ.).
14. Program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops; under the general editorship of Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Orel: All-Russian Research Institute of Horticultural Plant Breeding Publishers; 1999. 608 p. (In Russ.).
15. Labadie M., Denoyesand B., Guédon Y. Identifying phenological phases in strawberry using multiple change-point models. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(20):5687-5701. DOI: 10.1093/jxb/erz331.

Информация об авторах

О.И. Гончарова – аспирант кафедры плодводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», oalimenko@yandex.ru.

Р.Г. Ноздрачева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой плодводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», r.nozdrachtva@mail.ru.

Information about the authors

O.I. Goncharova, Postgraduate Student, the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, oalimenko@yandex.ru.

R.G. Nozdracheva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, r.nozdrachtva@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.11.2025; одобрена после рецензирования 23.12.2025; принята к публикации 25.12.2025.

The article was submitted 20.11.2025; approved after reviewing 23.12.2025; accepted for publication 25.12.2025.

© Гончарова О.И., Ноздрачева Р.Г., 2025

4.3.1. ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 621.114

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_104

EDN: RNWCHM

Сравнительная оценка эксплуатационно-технологической эффективности тракторов «Беларус» серии 3500 в сопоставлении с отечественными и зарубежными аналогами при реализации технологии прямого посева

**Камиль Абдулхакович Хафизов^{1✉}, Рамиль Наилович Хафизов²,
Азат Ахиарович Нурмиев³, Михаил Николаевич Яровой⁴**

^{1, 2, 3} Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

⁴ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ fts-kgau@mail.ru, ramilajz@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследования, выполненного с целью выявления путей повышения эффективности эксплуатации трактора МТЗ-3522, агрегируемого с современными широкозахватными посевными комплексами. Анализировали производительность агрегата, погектарный расход топлива и суммарные энергетические затраты как основной показатель, нацеленный на конечный продукт производства и учитывающий энергию теряемого урожая. Проводились вычислительные эксперименты на основе системной энергетической математической модели посевных агрегатов в СКМ МАТЛАБ. Выявленные оптимальная ширина захвата и рабочая скорость агрегата по всем показателям эффективности совпадают и составляют соответственно 16 м и 9 км/ч. При этих параметрах производительность равняется 8,29 га/ч, удельный расход топлива – 5,12 кг/га, а суммарные энергозатраты – 13 006 МДж/га. Установленный оптимум является устойчивым в широком диапазоне условий эксплуатации. Полученные зависимости изменения тягового КПД и буксования от режимов работы МТА свидетельствуют об оптимально сбалансированной конструкции трактора. Широкий диапазон изменения тягового КПД от 0,45 при минимальной ширине захвата до 0,64 при максимальной указывает на возможность значительного повышения энергетической эффективности. Максимальное значение буксования (12,5%) находится в допустимых пределах, что также свидетельствует о хорошей сбалансированности конструкции трактора. Сравнительный анализ с другими тракторами выявил такие преимущества МТЗ-3522, как высокая производительность (3-е место среди 18 моделей, что достигается благодаря оптимальному соотношению мощности двигателя и эксплуатационной массы) и средние суммарные энергозатраты (6-е место, обусловленное эффективной реализацией тяговой мощности путем подбора ширины захвата и рабочей скорости). На основании проведенного исследования даны практические рекомендации использовать трактор МТЗ-3522 преимущественно на полях площадью более 25 га, комплектовать с посевными комплексами шириной захвата 14–16 м, а также поддерживать рабочую скорость в диапазоне 8–10 км/ч и др.

Ключевые слова: трактор МТЗ-3522, производительность, погектарный расход топлива, суммарные энергетические затраты, прямой посев, оптимальные параметры, ширина захвата, рабочая скорость

Для цитирования: Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А., Яровой М.Н. Сравнительная оценка эксплуатационно-технологической эффективности тракторов «Беларус» серии 3500 в сопоставлении с отечественными и зарубежными аналогами при реализации технологии прямого посева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 104–118. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_104-118.

4.3.1. TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT
FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

Comparative assessment of the operational and technological efficiency of Belarus 3500 series tractors in comparison with domestic and foreign analogues when implementing direct seeding technology

Kamil A. Khafizov^{1✉}, Ramil N. Khafizov², Azat A. Nurmiev³, Mikhail N. Yarovoy⁴

^{1, 2, 3} Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

⁴ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ fts-kgau@mail.ru, ramilajz@mail.ru✉

Abstract. The results of a study conducted to identify ways to improve the efficiency of the MTZ-3522 tractor, which is aggregated with modern wide-range sowing complexes, are presented. The unit's performance, per-hectare fuel consumption and total energy costs were analyzed as the main indicator aimed at the final product of production and taking into account the energy of the lost crop. Computational experiments were carried out based on the system energy mathematical model of seed aggregates in SCM MATLAB. The optimal operating width and speed of the unit are the same in all performance indicators and amount to 16 m and 9 km/h, respectively. With these parameters, the productivity is 8.29 ha/hour, the specific fuel consumption is 5.12 kg/ha, and the total energy consumption is 13,006 MJ/ha. The established optimum is stable in a wide range of operating conditions. The obtained dependences of changes in propulsive efficiency and skidding on the operating modes of the MTA indicate an optimally balanced tractor design. A wide range of propulsive efficiency changes from 0.45 with a minimum operating width to 0.64 with its maximum indicates the possibility of a significant increase in energy efficiency. The maximum skidding value (12.5%) is within acceptable limits, which also indicates a well-balanced tractor design. A comparative analysis with other tractors revealed such advantages of the MTZ-3522 as high productivity (the 3rd place among 18 models, which is achieved due to the optimal ratio of engine power and operating weight) and average total energy consumption (the 6th place, due to the effective implementation of propulsive power by selecting operating width and working speed). Based on the conducted research, practical recommendations are given to use the MTZ-3522 tractor mainly in fields with an area of more than 25 hectares, complete with sowing complexes with a working width of 14-16 m, as well as maintain an operating speed in the range of 8-10 km/h, etc.

Keywords: MTZ-3522 tractor, productivity, per-hectare fuel consumption, total energy costs, direct seeding, optimal parameters, operating width, operating speed

For citation: Khafizov K.A., Khafizov R.N., Nurmiev A.A., Yarovoy M.N. Comparative assessment of the operational and technological efficiency of Belarus 3500 series tractors in comparison with domestic and foreign analogues when implementing direct seeding technology. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):104-118. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_104-118.

В современном сельскохозяйственном производстве ключевую роль играет правильный выбор энергетического средства для выполнения различных технологических операций, при этом особенно важным является подбор модели трактора для выполнения энергоемких операций, таких как прямой посев, где требуется оптимальное сочетание мощности двигателя, тяговых характеристик и экономичности машины [1, 5, 7].

Анализ тракторного рынка Российской Федерации показывает, что основными поставщиками мобильных тяговых машин являются Республика Беларусь (более 31% тракторов) и Китай (51%, преимущественно мотоблоки и мини-тракторы). Особый интерес представляет флагманская модель ОАО «Минский тракторный завод» – трактор МТЗ-3522 с эксплуатационной массой 12,8 т и мощностью двигателя 355 л.с., способный эффективно работать с современными широкозахватными посевными комплексами типа «Агромастер» [3, 4, 8].

Цель исследования заключалась в проведении комплексной оценки эффективности посевных агрегатов на базе трактора МТЗ-3522 в сравнении с другими современными тракторами, определении оптимальных параметров и режимов работы для достижения максимальной производительности при минимальных энергетических затратах.

Трактор МТЗ-3522 оснащен современным дизельным двигателем Deutz TCD2013 L064V с турбонаддувом, развивающим мощность 261 кВт (355 л.с.) при номинальных оборотах 2200 об/мин. Двигатель имеет 6 цилиндров с рабочим объемом 7,142 л и обеспечивает максимальный крутящий момент 1498 Нм. Удельный расход топлива составляет 250 г/кВт·ч, что свидетельствует о высокой топливной экономичности.

Трансмиссия трактора представлена гидромеханической ступенчатой коробкой передач с 36 передачами переднего хода и 24 передачами заднего хода. Диапазон скоростей движения составляет 0,34–40 км/ч вперед и 0,43–20,8 км/ч назад, что обеспечивает широкие возможности выбора оптимальных режимов работы.

Ходовая система колесная (4К4) с передними шинами размером 600/65R34 и задними – 710/70R42. Эксплуатационная масса трактора составляет 12 730 кг, что обеспечивает хорошее сцепление с почвой и высокие тяговые показатели.

Исследования проводились путем вычислительных экспериментов в среде MATLAB с использованием математических моделей машинно-тракторных агрегатов [10].

Оптимизация параметров осуществлялась по трем ключевым показателям эффективности:

- производительность агрегатов за час сменной работы, га/ч;
- расход топлива на обработку одного гектара, кг/га;
- суммарные энергетические затраты, МДж/га [2, 6, 9, 11].

Основные условия имитации работы агрегатов:

- площадь поля – 100 га;
- длина гона – 1 км;
- удельное сопротивление почвы – 5 кН/м;
- расстояние между полями – 3 км;
- время работы в сутки – 16 ч;
- планируемая урожайность – 40 ц/га;
- агрофон – стерня колосовых;
- плотность почвы – 1300 кг/м³;
- твердость почвы – 15 000 Па;
- давление в шинах колес – 0,16 МПа;
- число колес на одном борту – 1.

Варьируемыми параметрами являлись:

- ширина захвата агрегата – 4–16 м;
- рабочая скорость движения – 5–12 км/ч;
- площадь обрабатываемого поля – 5–50 га.

Анализ результатов математического моделирования работы посевного агрегата с трактором МТЗ-3522 позволяет выявить фундаментальные закономерности взаимодействия основных эксплуатационных параметров и их влияние на эффективность работы машинно-тракторного агрегата (МТА) в целом.

Исследование влияния конструктивно-режимных параметров на эффективность агрегата

Данные, приведенные в таблице 1, раскрывают сложную картину взаимного влияния ширины захвата и рабочей скорости агрегата на его эксплуатационные показатели. При увеличении ширины захвата с 4 до 16 м наблюдается существенное изменение характера работы агрегата. Коэффициент использования времени смены при этом снижается с 0,69 до 0,58 (при скорости 9 км/ч), что обусловлено увеличением времени на повороты и технологическое обслуживание более широкозахватного агрегата. Однако это снижение компенсируется значительным ростом производительности за счет увеличения рабочей ширины захвата.

Особый интерес представляет характер изменения тягового КПД трактора. С увеличением ширины захвата от 4 до 16 м наблюдается устойчивый рост показателя с 0,45 до 0,64, что свидетельствует о более эффективной реализации тяговой мощности трактора при работе с широкозахватными агрегатами. Данная закономерность объясняется тем, что при большей ширине захвата достигается более полная загрузка двигателя, что способствует его работе в оптимальном режиме. Буксование движителей также демонстрирует закономерное увеличение с ростом ширины захвата – от 2,96 до 12,5% при ширине соответственно 4 и 16 м. Примечательно, что даже при максимальной ширине захвата буксование остается в допустимых пределах при работе на стерневом фоне, что говорит о рациональном выборе массы трактора и эффективном распределении нагрузки между мостами.

Анализ влияния рабочей скорости показывает, что мощность двигателя, реализуемая при работе агрегата, возрастает нелинейно с увеличением скорости. При ширине захвата 16 м увеличение скорости с 5 до 12 км/ч приводит к росту потребляемой мощности с 186,35 до 477,99 л.с. При этом после того, как скорость достигает 9–10 км/ч, наблюдается перегрузка двигателя, что нежелательно с точки зрения его ресурса и топливной экономичности.

Таблица 1. Изменение показателей работы посевного агрегата с трактором МТЗ-3522 при изменении ширины захвата и скорости агрегата

Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Коэффициент использования времени смены	Сопротивление почвы, кН/м	Тяговое КПД трактора	Мощность двигателя, л.с.	Буксование, %	Производительность агрегата, га/ч	Расход топлива на 1 гектар, кг/га	Энергия израсходованного топлива, МДж/га	Энергия потерь на уплотнения почвы, МДж/га	Энергия потерь на нарушение агрослоев выполнения работ, МДж/га	Суммарные энерготраты, МДж/га
4	8	0,699	4,109	0,448	108,9	2,94	2,236	13,10	277,61	11106,0	8943,7	655 030
4	9	0,692	4,149	0,450	123,2	2,96	2,489	12,14	249,37	11106,0	8034,0	607 190
4	10	0,684	4,190	0,452	137,6	2,99	2,737	11,39	226,78	11106,0	7306,2	569 270
14	5	0,626	4,000	0,632	164,4	10,16	4,380	7,15	357,68	11191,0	5187,2	16 975
14	6	0,611	4,035	0,633	198,8	10,26	5,130	6,49	324,64	11191,0	4463,6	16 184
14	7	0,596	4,071	0,633	233,9	10,36	5,845	6,03	301,69	11191,0	3941,7	15 614
14	8	0,583	4,109	0,634	269,6	10,47	6,528	5,70	285,10	11191,0	3548,7	15 185
14	9	0,570	4,149	0,634	306,0	10,59	7,180	5,46	272,79	11191,0	3243,8	14 854
14	10	0,557	4,190	0,635	343,1	10,71	7,803	5,27	263,50	11191,0	3006,1	14 595
14	11	0,545	4,232	0,635	380,9	10,83	7,803	5,27	263,50	11191,0	3006,1	14 595
14	12	0,534	4,275	0,636	419,5	10,96	7,803	5,27	263,50	11191,0	3006,1	14 595
15	5	0,625	4,000	0,636	175,2	10,99	4,690	6,85	342,30	10445,0	4859,3	15 876
15	6	0,611	4,035	0,636	212,0	11,10	5,500	6,23	311,58	10445,0	4176,1	15 128
15	7	0,597	4,071	0,636	249,4	11,22	6,273	5,81	290,33	10445,0	3692,8	14 599
15	8	0,584	4,109	0,637	287,5	11,35	7,012	5,50	275,04	10445,0	3322,3	14 196
15	9	0,572	4,149	0,637	326,5	11,48	7,719	5,28	263,78	10445,0	3033,5	13 881
15	10	0,560	4,190	0,637	366,2	11,62	7,719	5,28	263,78	10445,0	3033,5	13 881
15	11	0,548	4,232	0,637	406,7	11,77	7,719	5,28	263,78	10445,0	3033,5	13 881
16	5	0,627	4,000	0,638	186,4	11,89	5,012	6,58	328,88	9792,1	4560,7	14 901
16	6	0,613	4,035	0,638	225,5	12,03	5,886	6,00	300,21	9792,1	3914,9	14 194
16	7	0,600	4,071	0,638	265,4	12,17	6,724	5,61	280,46	9792,1	3451,8	13 688
16	8	0,588	4,109	0,638	306,2	12,32	7,527	5,33	266,36	9792,1	3101,6	13 306
16	9	0,576	4,149	0,638	347,8	12,48	8,298	5,12	256,06	9792,1	2825,8	13 006
16	10	0,565	4,190	0,638	390,2	12,64	8,298	5,12	256,06	9792,1	2825,8	13 006

Математическая обработка полученных результатов при оценке характера изменения производительности машинно-тракторного агрегата в зависимости от ширины захвата и рабочей скорости позволила определить оптимальные параметры по производительности:

- ширина захвата $B_{opt} = 16$ м;
- рабочая скорость $V_{opt} = 9$ км/ч;
- производительность агрегата $W_{max} = 8,29$ га/ч.

Характер взаимодействия между энергетическими и технологическими параметрами посевного агрегата с трактором МТЗ-3522 анализировали по зависимости погектарного расхода топлива от ширины захвата и скорости. Выполнив математическую обработку полученных результатов, определили оптимальные параметры по расходу топлива:

- ширина захвата $B_{opt} = 16$ м;
- рабочая скорость $V_{opt} = 9$ км/ч;
- расход топлива $G_{hmin} = 5,12$ кг/га.

Анализ зависимости суммарных энергетических затрат посевного агрегата с трактором МТЗ-3522 от ширины захвата и скорости позволяет выявить определенные закономерности в его работе. Характер изменения энергозатрат существенно отличается от характера изменения расхода топлива, что объясняется влиянием дополнительных факторов, в первую очередь – потерь энергии урожая вследствие уплотнения почвы и потерь энергии урожая вследствие нарушения агросроков выполнения посевных работ. При малых значениях ширины захвата (4–8 м) суммарные энергозатраты достигают недопустимо высоких значений – 917 270 МДж/га, что связано с многократным проходом техники по полю и увеличением времени выполнения работ.

На основе анализа градиента снижения энергозатрат при увеличении ширины захвата было выявлено, что интенсивность снижения энергозатрат максимальна в диапазоне ширины захвата от 4 до 10 м, после чего процесс замедляется, а при ширине более 14 м практически прекращается, что указывает на достижение технологического предела эффективности для данной конструкции трактора.

Выполнив математическую обработку полученных результатов, определили оптимальные параметры по суммарным энергозатратам:

- ширина захвата $B_{opt} = 16$ м;
- рабочая скорость $V_{opt} = 9$ км/ч;
- суммарные энергозатраты $E_{min} = 13006,0$ МДж/га.

Сравнительный анализ эффективности различных марок тракторов

Анализ данных, отражающих зависимость производительности агрегатов в зависимости от площади поля, позволяет выполнить оценку конкурентоспособности трактора МТЗ-3522 (табл. 2). Занимаемое им третье место в рейтинге среди 18 исследованных моделей является результатом не случайного стечения обстоятельств, а закономерным следствием рационально выбранных конструктивных параметров. Особенно показателен характер изменения производительности с увеличением площади обрабатываемого участка.

При работе на полях, имеющих малые площади (1–4 га), производительность агрегата с трактором МТЗ-3522 составляет 0,99–3,0 га/ч, что уже является весьма высоким показателем. Однако наиболее интересным является анализ динамики роста производительности при увеличении площади участка.

При работе на полях, имеющих средние площади (10–25 га), значение данного показателя достигает 5,2–7,2 га/ч, демонстрируя более интенсивный рост по сравнению с большинством конкурентов, что свидетельствует о высокой эффективности выбранной компоновочной схемы трактора и рациональном соотношении его энергетических и мас-совых параметров.

Таблица 2. Производительность агрегатов на посеве в зависимости от площади поля по маркам тракторов

Производительность пахотного агрегата, га/ч																		
Площадь поля, га	ДТ-75М	Т-150	Т-4А	Т-150К	К-701	MT3-1522	MT3-1221	К-744Р2	К-3160	К-5250	Т-215 КАМАЗ	John Deere-8430	Buhler 485	Ares-836	Massey Ferguson-680	John Deere-9430	К-730М	MT3-3522
	1	0,83	0,93	0,90	0,92	0,97	0,92	0,90	0,98	0,93	0,96	0,95	0,97	0,97	0,94	0,91	0,98	0,98
4	1,77	2,35	2,17	2,25	2,82	2,24	2,05	2,92	2,28	2,71	2,46	2,69	3,10	2,48	2,21	3,13	2,84	3,01
7	2,11	3,01	2,72	2,83	3,91	2,83	2,50	4,11	2,88	3,69	3,20	3,64	4,51	3,27	2,79	4,55	3,94	4,28
10	2,29	3,39	3,03	3,16	4,63	3,16	2,75	4,90	3,22	4,31	3,64	4,23	5,52	3,74	3,11	5,57	4,65	5,15
13	2,39	3,64	3,22	3,37	5,13	3,37	2,90	5,48	3,44	4,74	3,92	4,64	6,28	4,06	3,32	6,33	5,16	5,79
16	2,47	3,81	3,36	3,52	5,50	3,52	3,01	5,91	3,59	5,06	4,13	4,94	6,87	4,29	3,47	6,93	5,54	6,27
19	2,52	3,94	3,46	3,63	5,79	3,62	3,08	6,24	3,71	5,30	4,28	5,16	7,34	4,46	3,57	7,40	5,83	6,65
22	2,56	4,04	3,53	3,71	6,03	3,71	3,14	6,51	3,79	5,49	4,40	5,34	7,73	4,59	3,65	7,79	6,06	6,96
25	2,59	4,12	3,59	3,78	6,21	3,77	3,19	6,73	3,86	5,64	4,49	5,49	8,05	4,70	3,72	8,12	6,25	7,21
28	2,61	4,18	3,64	3,83	6,37	3,83	3,22	6,92	3,92	5,77	4,57	5,61	8,32	4,79	3,77	8,39	6,40	7,43
31	2,64	4,23	3,68	3,88	6,50	3,87	3,25	7,07	3,96	5,88	4,63	5,71	8,56	4,86	3,81	8,63	6,54	7,61
34	2,65	4,28	3,72	3,91	6,61	3,91	3,28	7,21	4,00	5,97	4,69	5,79	8,76	4,92	3,85	8,83	6,65	7,76
37	2,67	4,32	3,75	3,95	6,71	3,94	3,30	7,32	4,03	6,05	4,73	5,86	8,94	4,98	3,88	9,01	6,75	7,90
40	2,68	4,35	3,77	3,97	6,80	3,97	3,32	7,43	4,06	6,12	4,77	5,93	9,09	5,02	3,91	9,17	6,83	8,02
43	2,69	4,38	3,79	4,00	6,87	3,99	3,33	7,52	4,09	6,18	4,81	5,98	9,23	5,06	3,93	9,31	6,91	8,12
46	2,70	4,41	3,81	4,02	6,94	4,01	3,35	7,60	4,11	6,23	4,84	6,03	9,35	5,10	3,95	9,43	6,98	8,21
49	2,71	4,43	3,83	4,04	7,00	4,03	3,36	7,67	4,13	6,28	4,86	6,08	9,47	5,13	3,97	9,54	7,04	8,30
Место в рейтинге	18	11	16	13	6	14	17	4	12	7	10	8	2	9	15	1	5	3

Наиболее интересные закономерности раскрываются при анализе топливной экономичности агрегатов (табл. 3). На первый взгляд, 16-е место, которое занимает трактор МТЗ-3522 по этому показателю, может показаться неудовлетворительным результатом. Однако углубленный анализ характера изменения расхода топлива в зависимости от условий работы позволяет увидеть более сложную картину.

При работе на полях, имеющих малые площади (1–4 га), действительно наблюдается повышенный расход топлива – 14,6–7,4 кг/га, что объясняется значительной долей непроизводительных затрат энергии на маневрирование и холостые переезды. При этом принципиально важным является характер снижения удельного расхода с увеличением площади обрабатываемого участка.

Расход топлива при работе на полях, имеющих средние площади (10–25 га), снижается до 5,8963–5,3119 кг/га, демонстрируя более интенсивную динамику снижения по сравнению с большинством других аналогичных образцов техники.

Особенно показательным является тот факт, что при работе на полях, имеющих большие площади (40–49 га), расход топлива стабилизируется на уровне 5,1–5,2 кг/га, что лишь незначительно уступает показателям лучших образцов в этом классе, что свидетельствует о высокой эффективности силовой установки трактора при работе в оптимальных режимах.

Феномен относительно высокого расхода топлива находит свое объяснение при анализе конструктивных особенностей трактора МТЗ-3522. Повышенная энергонасыщенность (13,4 кВт/т) в сочетании с гидромеханической трансмиссией, имеющей большое количество передач, создает предпосылки для некоторого увеличения расхода топлива. Однако это компенсируется возможностью более точного выбора оптимального режима работы в различных условиях эксплуатации. Полный привод, требующий дополнительных энергозатрат, обеспечивает лучшую реализацию тяговых свойств, что особенно важно при работе с широкозахватными агрегатами.

Принципиально новое понимание эффективности работы трактора МТЗ-3522 дает анализ полученных данных по суммарным энергетическим затратам, приведенных в таблице 4. Шестое место в рейтинге по этому комплексному показателю указывает на высокую системную эффективность агрегата. При этом особую научную ценность представляет более детальное исследование структуры энергетических затрат. При работе на малых площадях суммарные затраты составляют 35 051–18 035 МДж/га, но с увеличением площади участка происходит их интенсивное снижение до 13 112–13 006 МДж/га на больших площадях, что достигается благодаря синергетическому эффекту нескольких факторов:

- во-первых, высокий тяговый КПД (до 0,63783) обеспечивает эффективное преобразование мощности двигателя в полезную работу;
- во-вторых, оптимальное соотношение массы и мощности позволяет минимизировать потери энергии на уплотнение почвы;
- в-третьих, эффективная система агрегатирования способствует снижению энергозатрат на холостые переезды и маневрирование.

Особого внимания заслуживает сравнительный анализ влияния компоновочных схем тракторов на их энергетическую эффективность. Данные, приведенные в таблице 4, показывают, что тракторы с классической компоновкой, к которым относятся такие модели, как МТЗ-3522 и John Deere-9430, демонстрируют более стабильные показатели энергетической эффективности при изменении условий работы. При этом МТЗ-3522 с энергозатратами 13 006 МДж/га на больших площадях существенно превосходит John Deere-9430 (20 940 МДж/га), что объясняется не только разницей показателей мощности, но и более совершенной конструкцией трансмиссии и ходовой системы.

Таблица 3. Погектарный расход топлива агрегатов на посеве в зависимости от площади поля по маркам тракторов

Погектарный расход топлива, кг/га																			
Площадь поля, га	ДТ-75М	T-150	T-4A	T-150K	K-701	MT3-1522	MT3-1221	K-744P2	K-3160	K-5250	T-215 КАМАЗ	John Deere-8430	Buhler 485	Ares-836	Massey Ferguson-680	John Deere-9430	K-730M	MT3-3522	
	1	6,05	6,23	5,95	6,60	6,78	5,66	5,80	11,48	8,92	9,90	8,32	15,72	18,36	9,33	10,86	14,31	11,27	14,65
	4	4,85	4,93	4,60	5,30	5,00	4,71	4,86	6,57	5,86	5,83	5,46	8,64	8,53	5,80	6,13	6,71	6,30	7,36
	7	4,68	4,75	4,41	5,11	4,75	4,57	4,73	5,87	5,42	5,25	5,05	7,62	7,12	5,29	5,45	5,62	5,60	6,31
	10	4,61	4,67	4,33	5,04	4,65	4,52	4,67	5,59	5,25	5,02	4,88	7,22	6,56	5,09	5,18	5,18	5,31	5,90
	13	4,58	4,63	4,29	5,00	4,59	4,49	4,64	5,44	5,15	4,89	4,80	7,00	6,25	4,98	5,03	4,95	5,16	5,67
	16	4,55	4,61	4,27	4,97	4,56	4,47	4,63	5,34	5,09	4,82	4,74	6,86	6,06	4,91	4,94	4,80	5,06	5,53
	19	4,54	4,59	4,25	4,95	4,53	4,46	4,61	5,28	5,05	4,76	4,70	6,77	5,93	4,86	4,88	4,70	5,00	5,44
	22	4,53	4,58	4,23	4,94	4,52	4,45	4,60	5,23	5,02	4,72	4,68	6,70	5,84	4,83	4,84	4,63	4,95	5,37
	25	4,52	4,57	4,22	4,93	4,50	4,44	4,60	5,19	5,00	4,69	4,66	6,65	5,77	4,80	4,80	4,57	4,92	5,31
	28	4,51	4,56	4,22	4,92	4,49	4,44	4,59	5,17	4,98	4,67	4,64	6,61	5,71	4,78	4,77	4,53	4,89	5,27
	31	4,51	4,55	4,21	4,92	4,49	4,43	4,59	5,14	4,97	4,65	4,63	6,58	5,67	4,77	4,75	4,50	4,86	5,24
	34	4,50	4,55	4,21	4,91	4,48	4,43	4,58	5,13	4,96	4,64	4,62	6,55	5,63	4,75	4,73	4,47	4,85	5,21
	37	4,50	4,55	4,20	4,91	4,47	4,43	4,58	5,11	4,95	4,62	4,61	6,53	5,60	4,74	4,72	4,44	4,83	5,19
	40	4,49	4,54	4,20	4,91	4,47	4,43	4,58	5,10	4,94	4,61	4,60	6,51	5,57	4,73	4,71	4,42	4,82	5,17
	43	4,49	4,54	4,19	4,90	4,46	4,42	4,58	5,08	4,93	4,60	4,59	6,49	5,55	4,72	4,70	4,40	4,80	5,15
	46	4,49	4,54	4,19	4,90	4,46	4,42	4,57	5,07	4,93	4,59	4,59	6,48	5,53	4,72	4,69	4,39	4,79	5,13
	49	4,49	4,53	4,19	4,90	4,46	4,42	4,57	5,07	4,92	4,59	4,58	6,47	5,51	4,71	4,68	4,37	4,79	5,12
	Место в рейтинге	5	6	1	13	2	3	7	15	14	9	8	18	17	11	10	4	12	16

Таблица 4. Суммарные энергозатраты агрегатов на посеве в зависимости от площади поля по маркам тракторов

Площадь поля, га	Суммарные энергетические затраты, МДж/га x10 ⁻³																		Место в рейтинге
	ДТ-75М	T-150	T-4A	T-150K	K-701	MT3-1522	MT3-1221	K-744P2	K-3160	K-5250	T-215 КАМАЗ	John Deere-8430	Buhler 485	Ares-836	Massey Ferguson-680	John Deere-9430	K-730M	MT3-3522	
1	30,1	30,6	31,5	42,3	39,1	33,0	32,2	45,9	30,5	34,0	40,8	42,6	42,1	34,8	41,5	43,5	41,1	35,1	
4	13,6	11,8	13,8	27,0	22,3	18,2	17,8	28,9	15,3	17,2	25,2	26,1	24,4	18,5	26,3	26,1	24,2	18,0	
7	11,5	9,7	11,7	24,9	19,9	16,1	15,8	26,5	13,2	14,9	23,0	23,8	22,0	16,2	24,2	23,7	21,9	15,7	
10	10,7	8,8	10,9	24,1	19,0	15,3	15,0	25,6	12,3	14,0	22,2	22,9	21,0	15,3	23,3	22,7	20,9	14,8	
13	10,2	8,4	10,4	23,6	18,5	14,9	14,5	25,1	11,9	13,5	21,7	22,4	20,5	14,9	22,9	22,2	20,4	14,3	
16	10,0	8,1	10,1	23,3	18,2	14,6	14,3	24,8	11,6	13,2	21,4	22,1	20,1	14,6	22,6	21,9	20,1	13,9	
19	9,8	7,9	9,9	23,1	18,0	14,4	14,1	24,5	11,4	12,9	21,2	21,9	19,9	14,4	22,4	21,7	19,9	13,7	
22	9,6	7,8	9,8	23,0	17,8	14,3	13,9	24,4	11,2	12,8	21,1	21,8	19,7	14,2	22,3	21,5	19,8	13,6	
25	9,5	7,7	9,7	22,9	17,7	14,2	13,8	24,3	11,1	12,7	21,0	21,7	19,6	14,1	22,2	21,4	19,6	13,4	
28	9,4	7,6	9,6	22,8	17,6	14,1	13,8	24,2	11,0	12,6	20,9	21,6	19,5	14,0	22,1	21,3	19,6	13,3	
31	9,4	7,5	9,5	22,7	17,6	14,0	13,7	24,1	11,0	12,5	20,8	21,5	19,4	13,9	22,0	21,2	19,5	13,3	
34	9,3	7,5	9,5	22,7	17,5	14,0	13,6	24,0	10,9	12,4	20,8	21,4	19,4	13,9	21,9	21,2	19,4	13,2	
37	9,3	7,4	9,4	22,6	17,4	13,9	13,6	24,0	10,9	12,4	20,7	21,4	19,3	13,8	21,9	21,1	19,4	13,2	
40	9,2	7,4	9,4	22,6	17,4	13,9	13,6	23,9	10,8	12,4	20,7	21,3	19,3	13,8	21,9	21,1	19,3	13,1	
43	9,2	7,3	9,3	22,6	17,4	13,8	13,5	23,9	10,8	12,3	20,6	21,3	19,2	13,7	21,8	21,0	19,3	13,1	
46	9,2	7,3	9,3	22,5	17,3	13,8	13,5	23,9	10,8	12,3	20,6	21,3	19,2	13,7	21,8	21,0	19,2	13,0	
49	9,1	7,3	9,3	22,5	17,3	13,8	13,5	23,8	10,7	12,3	20,6	21,2	19,2	13,7	21,8	20,9	19,2	13,0	
Место в рейтинге	2	1	3	17	10	9	8	18	4	5	13	15	11	7	16	14	12	6	

Примечательным является сравнение с шарнирно-сочлененными тракторами типа К-744Р2. Несмотря на теоретические преимущества такой схемы в маневренности, данные показывают более высокую вариативность энергозатрат у этих машин – от 45 919 МДж/га на малых участках до 23 824 МДж/га на больших площадях. Это свидетельствует о меньшей универсальности шарнирно-сочлененной схемы и ее повышенной чувствительности к условиям эксплуатации.

Зарубежные модели с бесступенчатыми трансмиссиями, такие как John Deere-9430, демонстрируют лучшую адаптивность к различным условиям работы, что отражается в более плавном изменении энергозатрат с ростом площади участка. Однако даже эти высокотехнологичные машины не показывают существенного преимущества над МТЗ-3522 по суммарным энергозатратам. Это подтверждает рациональность выбранных конструктивных решений белорусского трактора.

Анализ изменения производительности в зависимости от площади поля (табл. 2) раскрывает интересную закономерность в работе агрегата с трактором МТЗ-3522. При увеличении площади с 1 до 49 га рост производительности происходит более интенсивно, чем у большинства конкурентов. Так, если на участке 1 га производительность составляет 0,99 га/ч, то на участке 49 га она достигает 8,3 га/ч, демонстрируя увеличение в 8,4 раза. Если сравнивать с трактором К-744Р2, увеличение составляет 7,86 раза, поэтому можно сделать вывод, что МТЗ-3522 более приспособлен для работ на полях разной площади.

При более подробном анализе тяговых показателей, которые представлены в таблицах, можно определить оптимальное соотношение между мощностью двигателя и массой трактора МТЗ-3522. При работе с широкозахватными посевными агрегатами это позволяет обеспечить наилучшее соотношение между тяговым усилием и уплотнением почвы. Тяговый КПД трактора достигает своего максимума в диапазоне скоростей 8–10 км/ч. Именно эта скорость отвечает агротехническим требованиям к посеву и обеспечивает минимальные энергозатраты при использовании данного трактора.

Проанализируем влияние скоростных режимов на энергоэффективность различных тракторов. Данные таблицы 1 позволяют оценить взаимосвязь скоростных режимов и энергоэффективности представленных тракторов. Так, для МТЗ-3522 при ширине захвата 16 м увеличение рабочей скорости с 5 до 9 км/ч приводит к прогрессивному снижению энергозатрат с 14 901 до 13 006 МДж/га. При этом дальнейшее увеличение скорости не дает существенного улучшения показателей, что указывает на достижение оптимального режима работы агрегата.

Проведенный сравнительный анализ эффективности использования мощности двигателя при различных скоростных режимах показал, что при оптимальной скорости 9 км/ч трактор МТЗ-3522 способен использовать 347,75 л.с. из возможных 355 л.с., что составляет 97,96% от номинальной мощности. Это значение намного больше, чем у большинства конкурентов. Например, трактор К-744Р2 при тех же условиях способен использовать только около 90% от номинальной мощности, а как следствие, его удельные энергозатраты будут более высокими.

Одной из особенностей МТЗ-3522 является зависимость изменения тягового КПД при увеличении скорости. Так, при изменении скорости с 5 до 9 км/ч происходит рост тягового КПД с 0,63756 до 0,63783, при дальнейшем увеличении скорости КПД незначительно снижается. Это говорит о том, что в трансмиссии правильно подобраны передаточные числа, что позволяет проводить оптимальную загрузку двигателя в соответствии с режимами работы агрегата.

В отличие от моделей, оснащенных автоматической коробкой передач, таких как John Deere-9430 с его «Automatic Power Shift», где изменение скорости происходит автоматически, МТЗ-3522 обеспечивает ступенчатое регулирование. Однако большое коли-

чество передач (36 вперед) позволяет подобрать практически оптимальный режим для любых условий работы. Это подтверждается данными таблицы 2, где показано, что производительность МТЗ-3522 на больших площадях (8,3 га/ч) лишь незначительно уступает John Deere-9430 (9,5 га/ч), несмотря на существенную разницу в стоимости машин.

Как известно, основные потери энергии связаны с буксованием движителей и уплотнением почвы, что подтверждается исследованием зависимости энергетического баланса при движении на разных скоростях. Так, при скорости движения 9 км/ч и ширине захвата 16 м буксование равно 12,5%, это значение находится в допустимых пределах и обеспечивает необходимую тяговую мощность. При таком режиме работы снижение урожайности от уплотнения почвы составляет 9792,1 МДж/га, что значительно меньше, чем у более тяжелых тракторов того же тягового класса.

Оценка влияния состава посевных комплексов на эффективность работы

Сравнение производительности посевных комплексов с различной шириной захвата позволяет выявить важные особенности их агрегатирования с современными тракторами. Например, трактор МТЗ-3522 показывает высокую эффективность при работе в составе с широкозахватными агрегатами, что подтверждается данными таблицы 1. При увеличении ширины захвата с 12 до 16 м производительность возрастает с 4,4 до 8,3 га/ч, одновременно суммарные энергозатраты уменьшаются с 27 533 до 13 006 МДж/га.

Также можно отметить характер изменения энергетических показателей при различных вариантах агрегатирования. При оптимальной ширине захвата 16 м отмечается наилучшее соответствие энергетических характеристик трактора и посевного агрегата. Тяговый КПД достигает максимального значения (0,64), что значительно выше, чем у большинства аналогичных образцов техники. Это можно объяснить правильным выбором передаточного числа трансмиссии трактора и оптимальным распределением массы трактора.

Сравнение различных тракторов по энергоэффективности показывает, что модель МТЗ-3522 обладает наилучшими характеристиками в своем тяговом классе. При работе с широкозахватными агрегатами он демонстрирует производительность, сопоставимую с более мощными тракторами John Deere-9430 и Buhler-485, но при этом обеспечивает лучшие показатели энергетической эффективности. Так, при максимальной ширине захвата суммарные энергозатраты МТЗ-3522 составляют 13 006 МДж/га, в то время как у John Deere-9430 этот показатель достигает 20 940 МДж/га.

Обобщающий анализ результатов исследования

По результатам комплексного исследования эффективности работы трактора МТЗ-3522 можно сделать ряд принципиально важных выводов о характере взаимодействия конструктивных и эксплуатационных параметров машинно-тракторного агрегата. Установлено, что оптимальные режимы работы агрегата достигаются при ширине захвата 16 м и рабочей скорости 9 км/ч. Такой режим работы позволяет обеспечить наилучшее сочетание производительности, топливной экономичности и энергетической эффективности.

Приведенные значения изменения тягового КПД и величины буксования в зависимости от режимов работы машинно-тракторного агрегата свидетельствуют об оптимально сбалансированной конструкции трактора. Широкий диапазон изменения тягового КПД от 0,45 при минимальной ширине захвата до 0,64 при максимальной указывает на возможность значительного повышения энергетической эффективности МТА при правильном выборе режимов его работы.

При сравнительном анализе показателей работы трактора МТЗ-3522 с ближайшими конкурентами можно сделать вывод, что данный трактор обладает значительными конкурентными преимуществами, имея высокую производительность (3-е место среди 18 моделей) и хорошую энергоэффективность (6-е место по суммарным энерго-

затратам), что стало возможным благодаря рациональному выбору конструктивных параметров и используемой системе агрегатирования.

Проведенные сравнительные исследования эффективности применения трактора МТЗ-3522 в составе посевного агрегата позволяют сделать ряд выводов, имеющих важное значение с точки зрения как научного, так и практического применения.

В результате анализа установлено, что эффективность работы машинно-тракторного агрегата зависит от конструктивных параметров трактора и от режимов его работы. Наилучшие показатели эффективности работы посевного агрегата с трактором МТЗ-3522 достигаются при ширине захвата 16 м и рабочей скорости 9 км/ч. При этих параметрах производительность составляет 8,29 га/ч, удельный расход топлива – 5,12 кг/га, а суммарные энергозатраты – 13 006 МДж/га.

Представленные исследования энергоэффективности агрегата показали существенные преимущества конструкции трактора МТЗ-3522 по сравнению с конкурентами. Высокий тяговый КПД (0,64) и рациональное распределение массы обеспечивают эффективное использование мощности двигателя при работе посевного агрегата. Максимальное значение буксования (12,5%) находится в допустимых пределах, что также свидетельствует о хорошей сбалансированности конструкции трактора.

Третье место по производительности и шестое по энергоэффективности среди 18 исследованных моделей тракторов свидетельствуют о сбалансированности характеристик трактора по сравнению с другими моделями в данном тяговом классе. Также важно отметить, что МТЗ-3522 требует существенно меньших капитальных затрат на его приобретение по сравнению с зарубежными аналогами.

Кроме того, исследование зависимостей эффективности использования посевного агрегата от условий его эксплуатации позволило сделать заключение, что трактор МТЗ-3522 менее чувствителен к изменению площади обрабатываемых участков по сравнению со всеми приведенными моделями. Снижение удельного расхода топлива в 2,86 раза при увеличении площади участка с 1 до 49 га говорит о способности трактора адаптироваться к различным условиям работы.

Анализ эксплуатационных характеристик трактора МТЗ-3522 показал, что наличие гидромеханической трансмиссии с 36 передачами переднего хода позволяет обеспечить оптимальный режим работы двигателя во всем диапазоне скоростей, что, в свою очередь, положительно влияет на показатели топливной экономичности при сохранении высокой производительности агрегата. В полной мере трактор реализует свой конструктивный потенциал при работе на полях площадью более 25 га.

Результаты сравнительного анализа широкой линейки тракторов показывают, что модель МТЗ-3522 является современной высокоэффективной машиной, успешно конкурирующей с лучшими мировыми образцами. Сочетание высокой производительности с хорошей топливной экономичностью и низкими энергозатратами дает основание считать его оптимальным выбором для крупных и средних сельскохозяйственных предприятий, специализирующихся на производстве зерновых культур.

Выводы

1. Оптимизация параметров трактора МТЗ-3522 выявила существование устойчивой закономерности между шириной захвата, рабочей скоростью и показателями эффективности:

- максимальная производительность (8,29 га/ч), минимальный расход топлива (5,12 кг/га) и минимальные энергозатраты (13 006 МДж/га) достигаются при ширине захвата 16 м и скорости 9 км/ч;
- данное сочетание параметров обеспечивает компромисс между загрузкой двигателя, буксованием движителей и коэффициентом использования времени смены;
- установленный оптимум является устойчивым в широком диапазоне условий эксплуатации.

2. Сравнительный анализ с другими тракторами выявил следующие преимущества МТЗ-3522:

- высокая производительность (3-е место среди 18 моделей) достигается благодаря оптимальному соотношению мощности двигателя и эксплуатационной массы;
- значительное преимущество по суммарным энергозатратам (6-е место) обусловлено эффективной реализацией тяговой мощности;
- выявлена способность трактора поддерживать высокие показатели эффективности в широком диапазоне условий работы.

3. Установлены фундаментальные взаимосвязи между конструктивными особенностями трактора и его эксплуатационными показателями:

- гидромеханическая трансмиссия с 36/24 передачами обеспечивает оптимальный режим работы двигателя;
- распределение массы по осям 60/40 способствует более высокой тяговой эффективности;
- конструкция ходовой системы минимизирует потери энергии на уплотнение почвы.

4. Выявлены закономерности изменения показателей эффективности в зависимости от размера обрабатываемых участков:

- при работе на полях, имеющих малые площади (до 10 га), определяющим фактором является маневренность;
- при работе на полях, имеющих средние площади (10–25 га), наибольшее влияние оказывает тяговый КПД;
- при работе на полях, имеющих большие площади (свыше 25 га), ключевую роль играет стабильность характеристик.

5. Определены возможные пути повышения эффективности использования трактора МТЗ-3522:

- оптимизация давления в шинах в зависимости от почвенных условий;
- рациональное комплектование с широкозахватными посевными комплексами;
- использование систем параллельного вождения для сокращения (минимизации) потерь времени.

6. Установлены экономические преимущества МТЗ-3522:

- более низкие капиталоемкость и текущие издержки эксплуатации по сравнению с зарубежными аналогами;
- доступность запасных частей и сервисного обслуживания;
- высокая остаточная стоимость при перепродаже.

На основании проведенного исследования можно сформулировать следующие практические рекомендации.

1. Для крупных и средних хозяйств:

- использовать трактор МТЗ-3522 преимущественно на полях, имеющих площадь более 25 га;

- комплектовать с посевными комплексами шириной захвата 14–16 м;
- поддерживать рабочую скорость в диапазоне 8–10 км/ч.

2. Для повышения топливной экономичности:

- регулярно проводить настройку топливной аппаратуры;
- контролировать буксование в пределах 8–12%;
- использовать оптимальные передачи трансмиссии.

3. Для максимальной производительности:

- организовать работу в две смены;
- минимизировать время на развороты и технологическое обслуживание;
- применять групповой метод работы агрегатов.

4. Для снижения энергозатрат:

- проводить посев в оптимальные агротехнические сроки;
- поддерживать оптимальное техническое состояние двигателя и трансмиссии;
- использовать рациональные схемы движения по полю;
- создавать наиболее низкое допустимое производителем давление в шинах движителей;
- для начала работ в более ранние сроки использовать сдвиг шин на бортах с последующим снижением давления в шинах исходя из снижения вертикальной нагрузки на колесо.

Таким образом, проведенное исследование доказывает высокую эффективность трактора МТЗ-3522 при выполнении посевных работ и позволяет научно обосновать рекомендации по его оптимальному использованию в различных производственных условиях.

Список источников

1. Беляев В.И. Закономерности изменения показателей качества посева яровой пшеницы посевными комплексами с различными высевальными рабочими органами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. № 12(242). С. 84–90. DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-84-90.
2. Войтко И.А., Кохнович И.Н. Стратегия управления затратами в сельском хозяйстве Республики Беларусь на основе бережливого производства // Агропанорама. 2024. № 3(163). С. 37–42. DOI: 10.56619/2078-7138-2024-163-3-37-42.
3. Габитов И.И., Гайнуллин И.А., Ахметов А.Ф. Обоснование режимов работы трактора К-735 с почвообрабатывающе-посевным комплексом Кузбасс ПК 6.1 // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2024. № 1(69). С. 97–103. DOI: 10.31563/1684-7628-2024-69-1-97-103.
4. Габитов И.И., Мударисов С.Г., Гайнуллин И.А. и др. Повышение эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевного комплекса Кузбасс ПК 6.1 на базе трактора «Кировец» К-735 // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2024. № 2(70). С. 88–94. DOI: 10.31563/1684-7628-2024-70-2-88-94.
5. Лахович А.Е., Кецо В.Н. Эффективность комплектования мобильных машинно-тракторных агрегатов на базе тракторов «Беларус» // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2018. № 1(17). С. 213–218.
6. Нурмурадов А., Акмурадов Х., Черкезов С. Влияние современных технологий на производительность и снижение затрат в сельском хозяйстве // In Situ. 2024. № 11. С. 169–171.
7. ПРОФИ-ТЕСТ: «БЕЛАРУС-3522» против сложных почвенно-климатических условий [Электронный ресурс] // Информационное Агентство «АгроИнфо». Дата публикации: 03.09.2013. URL: <https://agroinfo.kz/profi-test-belarus-3522-protiv-slozhnyh-pochvenno-klimaticheskix-uslovij/xt=2.%20Трактор%20«Беларус»,Трактор> (дата обращения: 07.03.2025).
8. Сенников В.А., Сивоконь А.М., Сенникова Н.Н. и др. Результаты экспериментальных исследований по повышению эффективности технологии посевных работ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2(100). С. 105–109.
9. Хафизов К.А., Адигамов Н.Р., Хафизов Р.Н. Оптимизация основных параметров колесного трактора, работающего в составе посевного агрегата // Техника и оборудование для села. 2017. № 4. С. 30–33.
10. Хафизов К.А., Зиганшин Б.Г., Валиев А.Р. и др. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях: учебное пособие. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. Т. 1. 444 с.
11. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А. Анализ влияния энергоемкости технологической операции на оптимальные значения основных параметров трактора «Беларусь» // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20, № 2(78). С. 113–124. DOI: 10.12737/2073-0462-2025-113-124.

References

1. Belyaev V.I. Patterns of change of quality indices of spring wheat crops by seeding complexes with different seeding working bodies. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2024;12(242):84-90. DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-84-90. (In Russ.).
2. Voytko I.A., Kokhnovich I.N. Cost management strategy in agriculture of the Republic of Belarus based on lean manufacturing. *Agropanorama*. 2024;3(163):37-42. DOI: 10.56619/2078-7138-2024-163-3-37-42. (In Russ.).
3. Gabitov I.I., Gaynullin I.A., Akhmetov A.F. Justification of the operating modes of the K-735 tractor with the Kuzbass PK 6.1 tillage and sowing complex. *Vestnik of the Bashkir State Agrarian University*. 2024;1(69):97-103. DOI: 10.31563/1684-7628-2024-69-1-97-103. (In Russ.).
4. Gabitov I.I., Mudarisov S.G., Gaynullin I.A. et al. Improving operational performance of the Kuzbass PK 6.1 tillage and sowing complex based on the Kirovets K-735 tractor. *Vestnik of the Bashkir State Agrarian University*. 2024;2(70):88-94. DOI: 10.31563/1684-7628-2024-70-2-88-94. (In Russ.).
5. Lakhovich A.E., Ketsko V.N. Efficiency of combining mobile machine-tractor units on the basis of tractors Belarus. In: Design, use and reliability of agricultural machinery: Collection of research papers. Bryansk: Bryansk State Agrarian University Publishers. 2018;1(17):213-218. (In Russ.).
6. Nurmuradov A., Akmuradov Kh., Cherkezev S. The impact of modern technologies on productivity and cost reduction in agriculture. *In Situ*. 2024;11:169-171. (In Russ.).
7. PROFI-TEST: BELARUS-3522 against difficult soil and climatic conditions. Information Agency AgroInfo. Publication date: 03.09.2013. URL: <https://agroinfo.kz/profi-test-belarus-3522-protiv-slozhnykh-pochvenno-klimaticheskikh-usloviy/xt=2.%20Трактор%20«Беларус,Трактор>. (In Russ.).
8. Sennikov V.A., Sivokon A.M., Sennikova N.N. et al. Results of experimental studies to improve the efficiency of sowing technology. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023;2(100):105-109. (In Russ.).
9. Khafizov K.A., Adigamov N.R., Khafizov R.N. Optimization of basic parameters of a wheeled tractor coupled with sowing unit. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2017;4:30-33. (In Russ.).
10. Khafizov K.A., Ziganshin B.G., Valiev A.R. et al. Service of imported and domestic agricultural machinery and equipment in modern conditions: study guide. Kazan: Kazan State Agrarian University Publishers; 2009. Vol. 1. 444 p. (In Russ.).
11. Khafizov K.A., Khafizov R.N., Nurmiev A.A. Analysis of the influence of the energy intensity of technological operation on optimal values of basic parameters of "Belarus" tractor. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2025;20(2):113-124. DOI: 10.12737/2073-0462-2025-113-124. (In Russ.).

Информация об авторах

К.А. Хафизов – доктор технических наук, зав. кафедрой «Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов» ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», fts-kgau@mail.ru.
Р.Н. Хафизов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов» ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ramilajz@mail.ru.
А.А. Нурмиев – старший преподаватель кафедры «Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов» ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», azat-nurmiev@mail.ru.
М.Н. Яровой – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», jromi@mail.ru.

Information about the authors

K.A. Khafizov, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Tractors, Automobiles and Safety of Technological Processes, Kazan State Agrarian University, fts-kgau@mail.ru.
R.N. Khafizov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Tractors, Automobiles and Safety of Technological Processes, Kazan State Agrarian University, ramilajz@mail.ru.
A.A. Nurmiev, Senior Lecturer, the Dept. of Tractors, Automobiles and Safety of Technological Processes, Kazan State Agrarian University, azat-nurmiev@mail.ru.
M.N. Yarovoy, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Livestock Mechanization, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, jromi@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.09.2025; одобрена после рецензирования 26.10.2025; принята к публикации 06.11.2025.

The article was submitted 20.09.2025; approved after reviewing 23.10.2025; accepted for publication 06.11.2025.

© Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А., Яровой М.Н., 2025

4.3.1. ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.12:338.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_119

EDN: RTKZND

**Обоснование параметров высевающего аппарата сеялки
прямого посева зерновых культур разбросным способом****Кирилл Владимирович Немтинов¹, Мария Алексеевна Ерусланова²,
Константин Алексеевич Ерусланов³, Владимир Алексеевич Немтинов^{4✉}**^{1, 2, 4} Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия^{2, 3} Потребительский кооператив «Еруслан», Ростовская область, Шолоховский район, Россия⁴ nemtinov.va@yandex.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследования по обоснованию параметров высевающего аппарата как основного узла сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом. Выполнена конструкторская разработка сеялки, особенности которой призваны обеспечить наиболее благоприятные условия роста зерновых культур и повышение урожайности. На основе созданной электронной модели изготовлен опытный образец. На этапе конструкторской разработки были выбраны факторы и уровни их варьирования для проведения экспериментов и обоснования рациональных параметров высевающего аппарата сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом: дозатора, обеспечивающего равномерное распределение семян по длине полосы посева на 1 м² площади, а также разбрасывателя семян, обеспечивающего равномерное распределение семян по ширине полосы посева 3 м. Рациональные значения параметров дозатора и разбрасывателя определены в результате факторного эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана. Использовали технологию обработки результатов отдельного опыта с помощью компьютерного зрения, реализованного программой, написанной на языке Python с использованием библиотеки функций и инструментов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV, а также библиотек NumPy, Pandas и Matplotlib. Результаты полевых испытаний опытного образца сеялки показали равномерное распределение семян как по длине полосы посева, так и по ее ширине, что позволило создать благоприятные условия для роста и развития растений и получения высоких показателей урожайности зерновых культур. Предложенное техническое решение направлено на упрощение конструкции, снижение металлоемкости и повышение технологичности изделия как в производстве, так и в эксплуатации, что позволит применять тракторы меньшего класса с более низким расходом топлива.

Ключевые слова: зерновые культуры, сеялка прямого посева, разбросной способ, высевающий аппарат, дозатор семян, разбрасыватель семян, факторный эксперимент, автоматизированная обработка, рациональные параметры

Для цитирования: Немтинов К.В., Ерусланова М.А., Ерусланов К.А., Немтинов В.А. Обоснование параметров высевающего аппарата сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 119–129. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_119-129.

4.3.1. TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT
FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Justification of the parameters of grain-drill feed of a direct
seeding planter of grain crops by broadcast sowing****Kirill V. Nemtinov¹, Maria A. Eruslanova²,
Konstantin A. Eruslanov³, Vladimir A. Nemtinov^{4✉}**^{1, 2, 4} Tambov State Technical University, Tambov, Russia^{2, 3} Eruslan Consumer Co-operative, Rostov Oblast, Sholokhovsky District, Russia⁴ nemtinov.va@yandex.ru✉

Abstract. The results of a study carried out to substantiate the parameters of the seeding apparatus as the main unit of a grain-drill feed of a direct seeding planter of grain crops by broadcast sowing are presented. The design development of the seeder has been carried out, the features of which are designed to provide the most favorable conditions for the growth of grain crops and increase yields. A prototype was made based on the created electronic model. At the development stage, the authors justified the parameters of the seeding apparatus of a grain-drill feed of a direct seeding planter of grain crops by broadcast sowing: a dispenser that provides a uniform number of seeds along the length of the sowing strip per 1 m² of area, as well as a seed spreader that ensures

uniform distribution of seeds across the width of the sowing strip of 3 m. Rational values of the parameters of the dispenser and spreader were determined as a result of a factorial experiment using orthogonal central compositional design. The authors used the technology of processing the results of individual experiments using computer vision implemented by a program written in Python using the OpenCV library of functions and computer vision tools, as well as the Matplotlib, NumPy and Pandas Libraries. The results of field tests of the prototype seeder showed an even distribution of seeds both along the length of the sowing strip and along its width, which allowed creating favorable conditions for the growth and development of plants and obtaining high yields of grain crops. The proposed technical solution is aimed at simplifying the design, reducing metal consumption and increasing the manufacturability of the product both in production and in operation, allowing the use of tractors of a smaller class with lower fuel consumption.

Keywords: grain crops, direct seeding planter, broadcast sowing, seeding machine, seed dispenser, seed spreader, factorial experiment, automated processing, rational parameters

For citation: Nemtinov K.V., Eruslanova M.A., Eruslanov K.A., Nemtinov V.A. Justification of the parameters of grain-drill feed of a direct seeding planter of grain crops by broadcast sowing. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):119-129. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_119-129.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы, целью которой является «...обеспечение импортозамещения и повышение эффективности производства в сфере агропромышленного комплекса за счет разработки и внедрения отечественных инновационных технологий и достижений, повышения их конкурентоспособности» [3]. По мнению авторов, заявленная цель может быть достигнута как результат внедрения в первую очередь ресурсосберегающих технологий, в том числе технологий сберегающего земледелия, а также органического сельского хозяйства [9, 10]. Мировой опыт показывает, что эти технологии положительно влияют на состояние верхнего слоя почвы (благодаря образованию водопрочных почвенных агрегатов под действием биогенных факторов), так как подразумевают не просто отказ от вспашки, а применение целого комплекса мероприятий, включающего управление растительными остатками, защищающими почву от ветровой и водной эрозии, использование семян определенных сортов, подбор минеральных удобрений, применение специальной техники.

Стратегической задачей сберегающего земледелия является обеспечение ресурсосбережения, базирующегося на трех ключевых принципах, а именно: минимальное воздействие на почву, диверсифицированный севооборот и достаточный почвенный покров за счет накопления растительных остатков [11, 12]. В настоящее время сельхозтоваропроизводителям рекомендуется применять природоохранные методы производства для сохранения почвенного плодородия. Научные исследования и многолетний практический опыт показывают, что системы сберегающего земледелия потенциально улучшают здоровье почвы, стимулируют почвенное дыхание за счет накопления углерода, повышения содержания влаги в почве, а также активности и численности почвенных микроорганизмов.

Методы обработки почвы также оказывают существенное влияние на показатели качества почвы (физические, химические и биологические свойства). Методы консервирующей обработки почвы (когда растительные остатки остаются на поверхности почвы) способствуют сохранению структуры, защищают от эрозии, удерживают влагу, а также позволяют «улавливать» углерод в почве, тем самым сокращая выбросы парниковых газов в атмосферу [1, 4]. К механическим методам консервирующей обработки почвы относятся такие, как Mini-Till (минимальная обработка), Strip-Till (обработка только узких полос), No-Till (нулевая обработка). Во многом успешная реализация технологии сберегающего земледелия зависит от применяемого при этом оборудования, в частности посевных машин, обеспечивающих подготовку почвы и посев выращиваемых культур [5, 6, 7].

Учитывая приведенную выше аргументацию, авторами выполнена конструкторская разработка сеялки, особенности которой призваны обеспечить наиболее благоприятные условия роста зерновых культур и повышение урожайности. В данной статье

представлено обоснование параметров высевающего аппарата как основного узла сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом.

Разработка электронной модели сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом

Основной задачей, стоявшей перед авторами при создании высевающего аппарата, являлась разработка более простой по сравнению с аналогами конструкции, обеспечивающей повышение технологичности как в производстве, так и в эксплуатации при снижении металлоемкости [8, 13].

Разработанная конструкция сеялки (рис. 1) обеспечивает подачу семян через полые оси вращения режущих дисков сферической формы, установленные в ряды под очень маленьким углом по отношению к поверхности почвы и обращенные к ней вогнутой частью с возможностью варьирования наклона режущих дисков в диапазоне от 6 до 12°. При этом в одном ряду наклон режущих дисков одинаков, а в соседнем диски второго ряда в перпендикулярном направлении смещены относительно дисков первого ряда. Режущие диски третьего ряда смещены относительно дисков первого и второго рядов в перпендикулярном направлении на разный шаг, перекрывая зоны обработки почвы и исключая необрабатываемые пропуски. За третьим рядом дисков установлены разрыхлители в виде вертикальных сферических дисков с чередованием зубцов и пазов по режущей кромке. Разрыхлители расположены парами над каждым режущим диском с противоположным углом атаки, слева и справа относительно направления движения.

Сеялка снабжена одноплоскостной трубчатой рамой, имеющей плоские лапы, в каждой из которых выполнены отверстия, в которые вставлена ось вращения, изготовленная с буртиком, установленным с зазором у выпуклой части режущего диска, на ось напрессован подшипник, неподвижное внутреннее кольцо которого упирается в буртик с радиальным сальником.

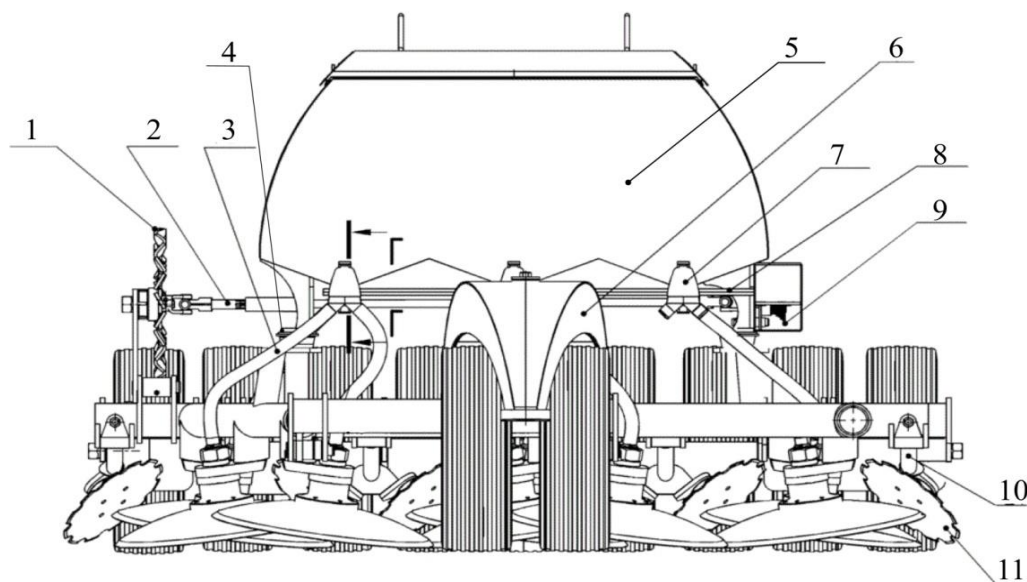


Рис. 1. Визуализация электронной модели сеялки (вид спереди): 1 – диск привода высевающего аппарата; 2 – карданный вал; 3 – семяпровод; 4 – пятка для амортизатора; 5 – бункер; 6 – сцепка; 7 – дозатор высевающего аппарата; 8 – шестигранный вал привода; 9 – редуктор; 10 – стойка; 11 – загортач

Для подачи семян сеялка оборудована бункером с нижними выходами на корпуса двух рядов высевающих аппаратов. В каждом корпусе расположен цилиндрический дозатор, который захватывает семена снизу, поднимает вверх и выбрасывает в семяпроводы. Далее семена проходят через ось вращения и разбрасывателем направляются

под почвенный пласт. Окончательную заделку семян первого ряда производят диски второго ряда, затем работают диски третьего ряда и разрыхлители, а за ними установлен каток из набора колес, который прикатывает семена после разрыхлителей, уплотняет и выравнивает почву.

В отличие от аналогов упрощена конструкция разработанной авторами сеялки, снижена масса и улучшена технологичность изделия: на простой раме, сваренной в одной плоскости из труб, расположенных для свободного прохождения пожнивных остатков и частичек почвы, с одной стороны установлены стойки с лапами для монтажа дисков, а с другой – для монтажа бункера. Плоскость крепления лап для установки дисков максимально приближена к поверхности почвы, что снизило нагрузки на раму и позволило уменьшить ее материалоемкость.

Опыт эксплуатации посевных машин показал, что для разных почвенных условий и рельефа требуется точная подстройка наклона дисков, и это условие в разработанной конструкции сеялки выполняется достаточно просто, а именно поворотом отбойника, у которого плоскость контакта с плоскостью лапы выполнена под углом по отношению к торцу внутреннего кольца подшипника. Чтобы изменить наклон диска на небольшую величину для точной настройки, необходимо отпустить гайку, повернуть отбойник на нужный угол и снова затянуть гайку. Благодаря новой компоновке подшипникового узла удалось упростить конструкцию при повышении надежности и технологичности.

Предложенное техническое решение позволяет применять тракторы меньшего класса с более низким расходом топлива, при этом настройка угла атаки дисков упрощается.

На основе разработанной электронной модели сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом на производственной базе ПК «Еруслан» был изготовлен опытный образец (рис. 2).



Рис. 2. Опытный образец разработанной сеялки, агрегируемой с трактором тягового класса не более 1,4 (MT3-80)

На этапе конструкторской разработки были выбраны факторы и уровни их варьирования для проведения экспериментов и обоснования рациональных параметров высевающего аппарата сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом – дозатора, обеспечивающего равномерное распределение семян по длине полосы посева на всей площади посева, а также разбрасывателя семян, обеспечивающего равномерное распределение семян по ширине полосы посева 3 м.

Исходя из того, что дозатор должен обеспечивать равномерное распределение семян по длине полосы посева, а разбрасыватель – по ширине полосы посева, то определение рациональных значений параметров этих узлов высевающего аппарата сеялки можно провести последовательно. Сначала определим рациональные значения параметров дозатора, а затем – разбрасывателя.

Равномерное распределение семян по длине полосы посева может обеспечиваться за счет варьирования следующих параметров дозаторов: количества ячеек дозатора, объема ячейки каждого из 9 дозаторов, а также скорости его вращения при средней скорости движения посевной машины при посеве 12 км/час. На рисунке 3 приведен вид электронной модели высевающего аппарата, а на рисунке 4 – ее фрагмент.

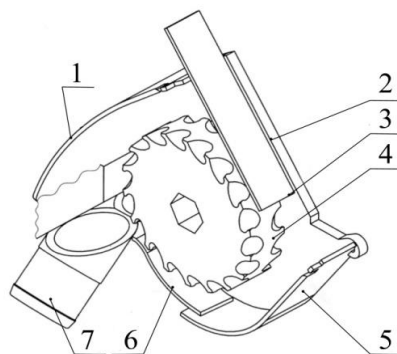


Рис. 3. Вид электронной модели дозатора высевающего аппарата: 1 – верхние подпружиненные дверки; 2 – щека; 3 – окна для выхода семян; 4 – дозатор; 5 – нижние подпружиненные дверки; 6 – пандус; 7 – разделитель

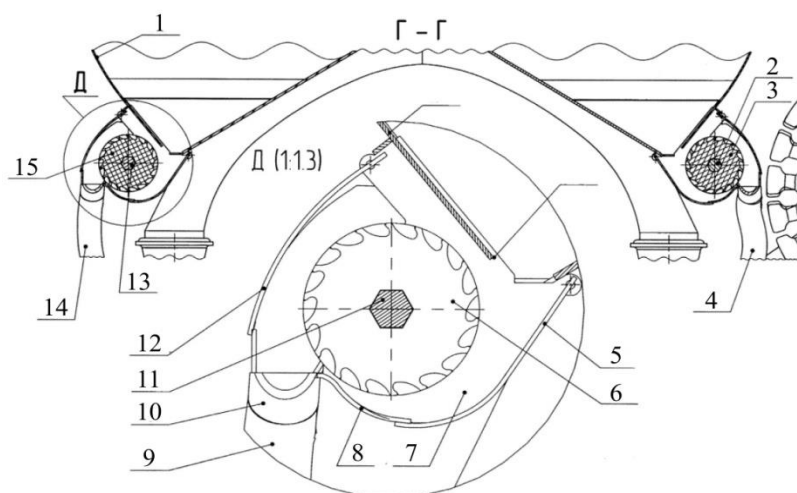


Рис. 4. Разрез Г – Г электронной модели разбрасывателя высевающего аппарата сеялки: 1 – бункер; 2, 11, 13 – валы приводов; 3, 6, 15 – дозаторы; 4, 9, 14 – семяпроводы; 5 – нижние подпружиненные дверки; 7 – щека; 8 – пандус; 10 – разделитель; 12 – верхние подпружиненные дверки

Рассмотрим технологию проведения испытаний и обработки их результатов для определения рациональных значений параметров высевающего аппарата сеялки, которые могут быть определены в результате факторного эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) [2, 14]. Эксперимент проводился на опытных полях ПК «Еруслан» Шолоховского района Ростовской области при разбросном посеве озимой пшеницы сорта Тимирязевка 150 (среднепоздний сорт Краснодарской селекции с высокой кустистостью растений). Был сформирован план эксперимента 2-го порядка, обеспечивающий нахождение значений факторов, соответствующих оптимуму поверхности отклика при анализе функционирования физического прототипа сеялки. При его реализации к опытам полного факторного эксперимента до-

бавляются опыты в «звездных точках», а также в центре плана. Общее количество опытов при проведении эксперимента определяется по формуле

$$T_{\text{общ}} = T_0 + 2s + 1,$$

где $T_{\text{общ}}$ – общее количество экспериментов;

T_0 – количество опытов полного факторного эксперимента, равное $2s$;

s – количество факторов при определении рациональных значений параметров высевящего аппарата сеялки (в нашем случае $s = 3$).

Определение рациональных значений параметров дозатора семян высевящего аппарата сеялки

При проведении эксперимента по определению значений параметров дозатора семян были заданы следующие диапазоны варьирования факторов:

- объем ячейки дозатора (x_1) – от 1,0 до 4,5 см³;
- количество ячеек (x_2) – от 12 до 20 шт.;
- скорость вращения дозатора (x_3) – от 30 до 50 об/мин.

В качестве отклика использована функция

$$f(x_1, x_2, x_3) = |N_v - N_{\text{экс.}i}|,$$

где N_v – норма высева семян на 1 м²,

$N_{\text{экс.}i}$ – количество семян при проведении i -го опыта, $i = 1, 2, \dots, 15$.

Для трех факторов коррекция их квадратов $a = 0,73$, «звездное плечо» $\alpha = 1,215$. По результатам опытов был сформирован полином 2-й степени уравнения регрессии, а затем определены рациональные значения исследуемых факторов.

Уровни варьирования выбранных факторов приведены в таблице 1, результаты опытов – в таблице 2.

Таблица 1. Уровни варьирования выбранных факторов

Фактор	$-\alpha$	-1	0	$+1$	$+\alpha$
x_1	1,00	1,31	2,75	4,19	4,50
x_2	12,00	12,71	16,00	19,29	20,00
x_3	30,00	31,75	40,00	48,25	50,00

Таблица 2. Результаты опытов

Уровни варьирования факторов			
x_1	x_2	x_3	$ N_v - N_{\text{экс.}i} $
-1	-1	-1	42
+1	-1	-1	45
-1	+1	-1	24
+1	+1	-1	36
-1	-1	+1	33
+1	-1	+1	41
-1	+1	+1	24
+1	+1	+1	35
$-\alpha$	0	0	16
$+\alpha$	0	0	41
0	$-\alpha$	0	26
0	$+\alpha$	0	27
0	0	$-\alpha$	31
0	0	$+\alpha$	25
0	0	0	19

Технология проведения отдельного опыта и обработки его результатов заключалась в следующем. На ровной поверхности на пути движения сеялки закреплялась белая липкая ткань размером $1 \text{ м} \times 1 \text{ м} = 1 \text{ м}^2$. При посеве пшеницы каждое семя фиксировалось на ткани.

Распознавание координат расположения семян пшеницы (эллипсоидных объектов) на площади 1 м^2 осуществлялось с помощью компьютерного зрения, реализованного обработкой полученных результатов опыта программой, написанной на языке Python с использованием библиотеки функций и инструментов компьютерного зрения и машинного обучения с открытым исходным кодом OpenCV, а также библиотек NumPy, Pandas и Matplotlib.

Процесс распознавания координат состоит из следующих шагов:

- сбор изображения: сделать фото участка с семенами (камера сверху, ровное освещение), которое может быть получено при использовании смартфона или камеры высокого разрешения;
- предобработка изображения: преобразовать цветное изображение в изображение в оттенках серого цвета, убрать шумы с помощью гауссового размытия и применить пороговую обработку (бинаризацию) для выделения контуров;
- выделение объектов: использовать алгоритмы нахождения контуров (cv2.FindContours в OpenCV) и применить метод эллиптического приближения (cv2.fitEllipse);
- извлечение координат: представить каждое семя как эллипс и извлечь координаты центра (X, Y) каждого эллипса;
- калибровка координат: применить трансформацию (cv2.getPerspectiveTransform), если фото сделано с искажением перспективы, и масштабировать координаты относительно 1 м^2 ;
- вывод данных: сохранить координаты в CSV, JSON и определить количество семян на площади посева 1 м^2 .

По результатам обработки результатов всех опытов при проведении ОЦКП получено уравнение следующего вида:

$$f_2(x_1, x_2, x_3) = 19,835 - 5,878x_1 - 3,724x_2 + 1,5x_3 + 0,5x_1x_2 + 1,5x_1x_3 - 0,75x_2x_3 + 5,662x_1^2 + 4,308x_2^2 + 5,324x_3^2.$$

Расчетное значение критерия Фишера F_r в данном случае равно 0,157, а табличное значение $F_t = 2,16$, то есть $F_r < F_t$; следовательно, полином регрессии адекватен объекту исследования.

Равномерное распределение растений озимой пшеницы сорта Тимирязевка 150 при принятом авторами значении количества семян ~ 220 шт. на 1 м^2 обеспечивается функционированием дозатора, имеющего следующие параметры:

- объем ячейки дозатора (x_1) – 1,6–1,8 см³;
- количество ячеек (x_2) – 18 шт.;
- скорость вращения дозатора (x_3) – 40–42 об/мин.

Определение рациональных значений параметров разбрасывателя семян высевающего аппарата сеялки

Рациональные параметры разбрасывателя семян (рис. 4), обеспечивающего равномерное распределение семян по ширине полосы посева 3 м, определяли аналогично определению значений параметров дозатора. При этом в качестве отклика использовали функцию

$$f(x_1, x_2, x_3) = CV_i,$$

где CV_i – значение коэффициента вариации распределения семян при проведении i -го опыта, $i = 1, 2, \dots 15$.

При проведении эксперимента по нахождению значений параметров разбрасывателя семян были заданы следующие диапазоны варьирования факторов:

- значение конусности первого конусообразного отражательного элемента (x_1) – от 30 : 60 до 50 : 60;
- значение конусности второго конусообразного отражательного элемента (x_2) – от 5 : 55 до 50 : 55;
- угол поворота оси конусов разбрасывателя относительно линии направления полосы посева (x_3) – от 30 до 50° вправо или влево в зависимости от номера ряда расположения дисков в сеялке.

Уровни варьирования выбранных факторов приведены в таблице 3, результаты опытов – в таблице 4.

Таблица 3. Уровни варьирования выбранных факторов

Фактор	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
x_1	30,0	31,8	40,0	48,5	50,0
x_2	5,0	9,0	27,5	46,0	50,0
x_3	30,0	31,8	40,0	48,3	50,0

Таблица 4. Результаты опытов

Уровни варьирования факторов			
x_1	x_2	x_3	Коэффициент вариации (CV), %
-1	-1	-1	33,2
+1	-1	-1	35,4
-1	+1	-1	13,3
+1	+1	-1	26,5
-1	-1	+1	21,2
+1	-1	+1	31,1
-1	+1	+1	15,3
+1	+1	+1	36,8
$-\alpha$	0	0	14,4
$+\alpha$	0	0	31,1
0	$-\alpha$	0	16,2
0	$+\alpha$	0	18,4
0	0	$-\alpha$	21,6
0	0	$+\alpha$	15,3
0	0	0	9,5

Технология проведения отдельного опыта и обработки его результатов в рамках второго эксперимента заключалась в следующем. На первом этапе она полностью совпадала с технологией первого эксперимента, в результате чего определяли количество семян на площади посева 1 м² и координаты центров эллипсов, которыми описывается каждое семя.

Для оценки равномерности распределения семян использован коэффициент вариации распределения, который определяли с использованием программы, написанной на языке Python, включающей следующие действия:

- разделение площади 1 м² на небольшие равные участки – сетку 10 × 10 = 100 ячеек по 100 см²;
- определение количества семян в каждой ячейке;

- нахождение среднего количества семян на ячейку:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{l=1}^M N_l}{M},$$

где N_l – число семян в l -й ячейке;

M – количество ячеек;

- вычисление стандартного отклонения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^M (N_l - \bar{N})^2}{M}};$$

- определение коэффициента вариации (CV):

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{N}} \times 100 \% .$$

Чем меньше значение CV , тем более равномерным будет распределение семян по площади посева.

По результатам обработки результатов второго эксперимента получено уравнение:

$$f_2(x_1, x_2, x_3) = 10,834 - 2,517x_1 - 1,031x_2 + 2,75x_3 + 2,0x_1x_2 + 3,5x_1x_3 + 7,477x_1^2 + 3,753x_2^2 + 4,431x_3^2.$$

Расчетное значение критерия Фишера F_r в данном случае равно 0,249, а табличное значение $F_t = 2,16$, то есть $F_r < F_t$; следовательно, полином регрессии адекватен объекту исследования.

Равномерное распределение растений зерновых культур по ширине полосы и всей площади посева обеспечивается предложенной конструкцией распределителя семян и углом поворота оси конусов разбрасывателя относительно линии направления полосы посева:

- значение конусности первого конусообразного отражательного элемента – 36 : 60;
- значение конусности второго конусообразного отражательного элемента – 35 : 55;
- угол поворота оси конусов разбрасывателя относительно линии направления полосы посева – 45° вправо или влево в зависимости от номера ряда расположения дисков в сеялке.

Эксплуатационные испытания

Эксплуатация опытного образца разработанной сеялки была выполнена осенью 2022 г. на экспериментальных полях ПК «Еруслан» Шолоховского района Ростовской области при разбросном посеве озимой пшеницы сорта Тимирязевка 150 (площадь участка – 50 га).

Предварительная настройка сеялки обеспечила для пшеницы рациональную глубину заделки семян – до 2 см. Предусмотренные в сеялке углы атаки и бокового крена дисков обеспечили разницу глубины залегания семян не более 7 мм.

Среднее количество всходов на 1 м² на десяти разных участках экспериментального поля составило 205 растений при дисперсии 7,28%.

Весной 2023 г. средняя кустистость составила 22 стебля при дисперсии 8,45%. Средняя урожайность при использовании разработанной сеялки превысила 68 ц/га, что на 28,5% больше по сравнению с использованием традиционной технологии подготовки почвы и посева.

Заключение

На основе разработанной электронной модели сеялки прямого посева зерновых культур разбросным способом изготовлен опытный образец.

Обоснованы параметры высевающего аппарата разработанной сеялки.

Равномерное распределение растений зерновых культур обеспечивается функционированием дозатора, имеющего следующие параметры:

- объем ячейки дозатора – 1,6–1,8 см³;
- количество ячеек – 18 шт.;
- скорость вращения дозатора – 40–42 об/мин.

Равномерное распределение растений зерновых культур по ширине полосы и всей площади посева обеспечивается конструкцией распределителя семян и углом поворота оси конусов разбрасывателя относительно линии направления полосы посева:

- значение конусности первого конусообразного отражательного элемента – 36 : 60;
- значение конусности второго конусообразного отражательного элемента – 35 : 55;
- угол поворота оси конусов разбрасывателя относительно линии направления полосы посева – 45° вправо или влево в зависимости от номера ряда расположения дисков в сеялке.

Опытный образец сеялки, выполненной в соответствии с конструкцией, предложенной авторами данного исследования, в процессе эксплуатации показал высокую эффективность.

Список источников

1. Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Копылов А.Н. и др. Эффективность посева без основной обработки почвы в плодосменном и зернопаровом севооборотах центрального лесостепного Зауралья // Земледелие. 2021. № 6. С. 3–8. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-6-3-8.
2. Немтинов К.В. Разработка комбинированного агрегата для подготовки почвы и посева зерновых культур: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Тамбов, 2018. 153 с.
3. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы: Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71755402/> (дата обращения: 20.05.2025).
4. Федоренко В.Ф., Петухов Д.А., Свиридова С.А. и др. Эффективность применения прямого посева и минимальной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16, № 2. С. 14–21. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-14-21.
5. Шайхов М.М., Чулков А.С., Подзоров А.В. и др. Разработка однорядной сеялки с диско-кассетным высевальным устройством для посева зерновых культур колосьями // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. Т. 17, № 2. С. 82–88. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-2-82-88.
6. Gierz Ł., Markowski P., Choszcz D.J. et al. Effect of using deflector in the distributor head of a pneumatic seed drill on the oat seed sowing unevenness // Scientific Reports. 2023. Vol. 13(1). Article No. 15471. DOI: 10.1038/s41598-023-42476-5.
7. Isaev Yu.M., Kryuchin N.P., Semashkin N.M. et al. Theoretical studies of movement of loose material in a dosing device // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9(5). Pp. 834–840.
8. Kapustin V., Nemtinov K., Nemtinova Yu. et al. Decision support system for technological maintenance of seeding machines // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 193. Article No. 01015. DOI: 10.1051/e3sconf/202019301015.
9. Khasawneh A.R., Yahia A.O. Organic farming and conservation tillage influenced soil health component // Fresenius Environmental Bulletin. 2020. Vol. 29(2). Pp. 895–902.
10. Laryushin N.P., Shukov A.V., Kiryukhina T.A. et al. Innovative seed planter implements for resource-saving sowing technologies // IOP: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 953. Article No. 012012. DOI: 10.1088/1755-1315/953/1/012012.
11. Mandal A., Dhaliwal S.S., Mani P.K. et al. Conservation agricultural practices under organic farming // Advances in Organic Farming: Agronomic Soil Management Practices. 1st edition. Chapter 2. Pp. 17–37. DOI: 10.1016/B978-0-12-822358-1.00014-6. Oxford, UK: Woodhead Publishing, Elsevier, 2021. 260 p.
12. Naorem A., Jaisan M., Chanu P.H. et al. Energy Use and Economic Evaluation under Conservation and Organic Farming // Handbook of Energy Management in Agriculture. Pp. 1–19. Springer; 2023. 792 p. DOI: 10.1007/978-981-19-7736-7_8-1.
13. Nemtinov V., Kryuchin N., Kryuchin A. et al. Design and study of seeding devices for small selection seeding machines // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 126. Article No. 00008. DOI: 10.1051/e3sconf/201912600008.
14. Ospanova Sh., Aduov M., Kapov S. et al. The results of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-free-flowing seeds // Journal of Agricultural Engineering. 2024. Vol. 55(1). Article No. 1556. DOI: 10.4081/jae.2024.1556.

References

1. Gilev S.D., Tsymbalenko I.N., Kopylov A.N. et al. Efficiency of sowing without main tillage in crop rotations of the Central Forest-Steppe Trans-Urals. *Zemledelie*. 2021;6:3-8. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-6-3-8. (In Russ).
2. Nemtinov K.V. Development of a combined unit for soil preparation and sowing of grain crops: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Tambov; 2018. 153 p. (In Russ.).
3. On the approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030: Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996. URL: <https://base.garant.ru/71755402/>. (In Russ).
4. Fedorenko V.F., Petukhov D.A., Sviridova S.A. et al. The effectiveness of no-till sowing and minimal tillage in the cultivation of corn for grain. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2022;16(2):14-21. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-14-21. (In Russ).
5. Shaykhov M.M., Chulkov A.S., Podzorov A.V. et al. Development of a Single-Row Ear Seeder Equipped with a Disk-Cassette Sowing Device. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023;17(2):82-88. DOI: 10.22314/2073-7599-2023-17-2-82-88. (In Russ).
6. Gierz Ł., Markowski P., Choszcz D.J. et al. Effect of using deflector in the distributor head of a pneumatic seed drill on the oat seed sowing unevenness. *Scientific Reports*. 2023;13(1):15471. DOI: 10.1038/s41598-023-42476-5.
7. Isaev Yu.M., Kryuchin N.P., Semashkin N.M. et al. Theoretical studies of movement of loose material in a dosing device. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2018;9(5):834-840.
8. Kapustin V., Nemtinov K., Nemtinova Yu. et al. Decision support system for technological maintenance of seeding machines. *E3S Web of Conferences*. 2020;193:01015. DOI: 10.1051/e3sconf/202019301015.
9. Khasawneh A.R., Yahia A.O. Organic farming and conservation tillage influenced soil health component. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2020;29(2):895-902.
10. Laryushin N.P., Shukov A.V., Kiryukhina T.A. et al. Innovative seed planter implements for resource-saving sowing technologies. *IOP: Earth and Environmental Science*. 2021;953:012012. DOI: 10.1088/1755-1315/953/1/012012.
11. Mandal A., Dhaliwal S.S., Mani P.K. et al. Conservation agricultural practices under organic farming. In book *Advances in Organic Farming: Agronomic Soil Management Practices*. 1st edition. Chapter 2. Pp. 17–37. DOI: 10.1016/B978-0-12-822358-1.00014-6. Oxford, UK: Woodhead Publishing, Elsevier, 2021. 260 p.
12. Naorem A., Jaison M., Chanu P.H. et al. Energy Use and Economic Evaluation Under Conservation and Organic Farming. In *Handbook of Energy Management in Agriculture*. Pp. 1–19. Springer; 2023. 792 p. DOI: 10.1007/978-981-19-7736-7_8-1.
13. Nemtinov V., Kryuchin N., Kryuchin A. et al. Design and study of seeding devices for small selection seeding machines. *E3S Web of Conferences*. 2019;126:00008. DOI: 10.1051/e3sconf/201912600008.
14. Ospanova Sh., Aduov M., Kapov S. et al. The results of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-free-flowing seeds. *Journal of Agricultural Engineering*. 2024;55(1):1556. DOI: 10.4081/jae.2024.1556.

Информация об авторах

K.B. Немтинов – кандидат технических наук, старший научный сотрудник центра прототипирования и промышленного дизайна ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», kir155@mail.ru.
 M.A. Ерусланова – аспирант ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; ведущий специалист ПК «Еруслан», marieruslan@yandex.ru.
 K.A. Ерусланов – ведущий специалист ПК «Еруслан», eruslan10@mail.ru.
 B.A. Немтинов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», nemtinov.va@yandex.ru.

Information about the authors

K.V. Nemtinov, Candidate of Engineering Sciences, Senior Research Scientist, Center for Prototyping and Industrial Design, Tambov State Technical University, kir155@mail.ru.
 M.A. Eruslanova, Postgraduate Student, Tambov State Technical University; Leading Specialist, Eruslan Consumer Co-operative, marieruslan@yandex.ru.
 K.A. Eruslanov, Leading Specialist, Eruslan Consumer Co-operative, eruslan10@mail.ru.
 V.A. Nemtinov, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Professor, the Dept. of Computer-Integrated Systems in Mechanical Engineering, Tambov State Technical University, nemtinov.va@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 10.08.2025; одобрена после рецензирования 26.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 10.08.2025; approved after reviewing 26.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Немтинов К.В., Ерусланова М.А., Ерусланов К.А., Немтинов В.А., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 658

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_130

EDN: RWRADD

Государственная аграрная политика и цифровая трансформация сельского хозяйства: перспективные направления совершенствования в условиях ЦФО РФ

**Людмила Анатольевна Запорожцева¹, Максим Кириллович Измайлов²,
Евгения Андреевна Арбенина^{3✉}, Наталья Викторовна Леонова⁴**

^{1, 3, 4} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

³ cneltyndufe@mail.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния государственной аграрной политики на процессы цифровизации сельскохозяйственной отрасли ЦФО РФ (по данным за 2021–2024 гг.), актуальность которого обусловлена тем, что государственная политика выступает ключевым фактором, определяющим траекторию и скорость цифровой трансформации анализируемого сектора. Несмотря на взятый курс на цифровизацию экономики, включая АПК, в РФ сохраняется существенный разрыв между декларируемыми целями и их практической реализацией на региональном уровне. На основе анализа статистики Минсельхоза России, региональных программ поддержки и операционных данных сельхозпредприятий ЦФО выявлены системные диспропорции в распределении ресурсов. Установлено, что целевое финансирование цифровых инициатив не превышает 4,3% от общего объема субсидий, тогда как компенсация затрат на ГСМ достигает 38,2%. Частные инвестиции демонстрируют поляризацию: крупные агрохолдинги обеспечивают 83% вложений в цифровые решения (в среднем 124,7 млн руб./год), тогда как малые хозяйства ограничиваются 0,7 млн руб. из-за барьеров доступа. Кадровый дефицит оценен в 200 тыс. специалистов при трудоустройстве по профессии лишь 55–58% выпускников аграрных вузов. Предлагается реориентация аграрной политики через реаллокацию 15–20% традиционных субсидий в целевые инструменты цифровизации, создание межрегиональных центров компетенций и интеграцию с инфраструктурными проектами. Успешный опыт Брянской области подтверждает эффективность координации мер поддержки: рост экспорта на 25% достигнут за счет синхронизации цифровизации логистики, научной кооперации и грантовых программ. Перспективным направлением совершенствования аграрной политики представляется фундаментальный пересмотр принципов предоставления государственной поддержки. Ключевая задача заключается в трансформации субсидий из инструмента компенсации операционных издержек в стимул для технологической модернизации.

Ключевые слова: сельское хозяйство, цифровая трансформация, аграрная политика, Центральный федеральный округ РФ, региональные программы, государственные субсидии, производительность труда, технологическое неравенство

Для цитирования: Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А., Леонова Н.В. Государственная аграрная политика и цифровая трансформация сельского хозяйства: перспективные направления совершенствования в условиях ЦФО РФ // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 130–141. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_130-141.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

State agrarian policy and digital transformation of agriculture: promising areas of improvement in the conditions of the Central Federal District of the Russian Federation

**Lyudmila A. Zaporozhtseva¹, Maksim K. Izmaylov²,
Evgenia A. Arbenina^{3✉}, Natalia V. Leonova⁴**

^{1, 3, 4} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

³ cneltyndufe@mail.ru[✉]

Abstract. The results of a study of the impact of state agrarian policy on the digitalization of the agricultural sector of the Central Federal District of the Russian Federation for 2021-2024 are presented, the relevance of which is due to the fact that state policy is a key factor determining the trajectory and speed of digital transformation of the analyzed sector. Despite the course taken towards the digitalization of the economy, including agriculture, in the Russian Federation there remains a significant gap between the declared goals and their practical implementation at the regional level. Based on the analysis of statistics from the Ministry of Agriculture of Russia, regional support programs and operational data from agricultural enterprises of the Central Federal District, systemic imbalances in the allocation of resources have been identified. It was found that targeted financing of digital initiatives does not exceed 4.3% of the total amount of subsidies, while compensation for fuel costs reaches 38.2%. Private investments demonstrate polarization: large agricultural holdings provide 83% of investments in digital solutions (an average of 124.7 million rubles/year), while small farms are limited to 0.7 million rubles due to access barriers. The personnel shortage is estimated at 200,000 specialists, while only 55-58% of graduates of agricultural universities are employed by profession. It is proposed to reorient agricultural policy through the reallocation of 15-20% of traditional subsidies into targeted digitalization tools, the creation of interregional competence centers and integration with infrastructure projects. The successful experience of Bryansk Oblast confirms the effectiveness of coordinating support measures: a 25% increase in exports was achieved through synchronization of logistics digitalization, scientific cooperation and grant programs. A fundamental revision of the principles of providing state support seems to be a promising area of agricultural policy improvement. The key task is to transform subsidies from a tool for compensating transaction costs into an incentive for technological modernization.

Keywords: agriculture, digital transformation, agrarian policy, Central Federal District of the Russian Federation, regional programs, state subsidies, labor productivity, technological inequality

For citation: Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A., Leonova N.V. State agrarian policy and digital transformation of agriculture: promising areas of improvement in the conditions of the Central Federal District of the Russian Federation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):130-141. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_130-141.

Сельское хозяйство Российской Федерации как отрасль национальной экономики стоит перед необходимостью фундаментальной трансформации, обусловленной глобальными вызовами продовольственной безопасности на фоне демографических сдвигов и климатических изменений. Прогнозируемый рост мирового населения до 9,8 млрд человек к 2050 г. требует увеличения объемов производства продовольствия на 70%. Решение задачи превращения цифровых технологий из инструмента оптимизации в стратегический императив для обеспечения и поддержания конкурентоспособности аграрного сектора приобретает особую актуальность в тех регионах, эффективность агропроизводства которых напрямую влияет на национальную продовольственную безопасность и экономическую стабильность.

Государственная политика выступает ключевым фактором, определяющим траекторию и скорость цифровой трансформации аграрного сектора. В Российской Федерации, несмотря на декларируемый курс на цифровизацию экономики, включая агропромышленный комплекс (АПК), сохраняется существенный разрыв между декларируемыми целями и их практической реализацией на региональном уровне. Регионы Центрального Федерального округа (ЦФО), обладая значительным производственным потенциалом, в том числе крупных агрохолдингов, одновременно сталкиваются с диспропорциями в технологической оснащенности, доступности инфраструктуры и кадровых ресурсов для внедрения цифровых инноваций.

Государственное регулирование цифровизации российского АПК основано на положениях ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», ключевым элементом которого является создание Единой цифровой платформы сельского хозяйства к концу 2025 г. Эта платформа призвана интегрировать 18 разрозненных государственных информационных систем (ГИС) от Минсельхоза, Россельхознадзора и Росрыболовства, обеспечив единую точку доступа к данным о землях сельскохозяйственного назначения, выделяемых суммах субсидий, состоянии семеноводства, качества зерна, лабораторных исследованиях и других критически важных аспектах [11]. Ожидается, что платформа одновременно обеспечит прозрачность рынка для заинтересованных государственных органов и предоставит бизнесу аналитический инструментарий для принятия решений по оптимизации ресурсов и снижению административной нагрузки.

Однако анализ действующих мер государственной поддержки, представленных на официальном сайте Минсельхоза России, выявляет тревожную тенденцию: из двадцати одной осуществляемых мер (таких как компенсация затрат на сертификацию или модернизацию объектов АПК) ни одна не имеет прямой связи с задачами цифровизации [6]. Это свидетельствует о системной проблеме – отсутствии интеграции цифровой повестки в конкретных механизмах финансирования и стимулирования сельхозпроизводителей. Частные инвестиции в цифровые технологии АПК, хотя и растут, но остаются фрагментарными и концентрируются преимущественно в крупных агрохолдингах, способных нести высокие первоначальные затраты и демонстрировать быструю окупаемость. Так, прогнозируется, что рынок цифровых технологий в АПК России будет расти на 13% ежегодно до 2035 г., достигнув объема в 856 млрд руб.

Основными технологическими трендами, определяющими развитие цифрового сельского хозяйства в ЦФО и России в целом, являются: интернет вещей (IoT) для мониторинга состояния почв, растений, животных и техники; искусственный интеллект и машинное обучение для прогнозирования урожайности, оптимизации севооборотов, диагностики заболеваний скота; роботизация процессов посева, ухода за растениями и уборки урожая; геоаналитика для пространственного планирования и управления ресурсами [15]. Однако их широкое внедрение сдерживается комплексом барьеров, к внешним из которых можно отнести зависимость результатов сельскохозяйственного производства от природных факторов, пробелы в нормативной базе, слаборазвитую цифровую инфраструктуру в сельской местности (особенно проблематичен доступ к высокоскоростному интернету) и недостаточный объем целевого финансирования цифровых проектов. Внутренние барьеры заключаются в высокой стоимости технологических решений для средних и мелких хозяйств, дефиците квалифицированных кадров, способных работать с цифровыми инструментами и анализировать большие массивы данных, а также консервативности управленческих подходов [2]. Разрыв в доступности интернета между городскими и сельскими территориями, хотя и сокращается, тем не менее остается значимым препятствием.

В ЦФО особую проблему представляет кадровый дефицит. АПК испытывает острую потребность не просто в выпускниках, имеющих высшее образование, а в высококлассных биоинженерах, IT-специалистах и робототехниках, способных работать с предиктивной аналитикой урожайности. Осознавая это, создатели Единой цифровой платформы предусмотрели разработку образовательного компонента. Уже к концу 2025 г. станут доступны личный кабинет пользователя и образовательная платформа «Земля знаний» с курсами повышения цифровой грамотности, эмуляторами ГИС ГМП (первоначально для систем «Сатурн», «Земля», «Зерно» и «Семеноводство») и интеллектуальным ассистентом. Планируется, что эта среда, будучи интегрированной с биржей труда, станет инструментом подготовки студентов аграрных вузов и переподготовки действующих сотрудников [2]. Эффективность этих мер будет зависеть от их практической ориентированности и доступности для всех категорий хозяйств, включая фермеров.

Проведено исследование взаимосвязи государственной аграрной политики и процессов цифровизации агропромышленного комплекса, сфокусированное на специфике ЦФО, с целью выявления механизмов влияния государственных и частных инвестиций на внедрение цифровых технологий в агросекторе ЦФО, анализа реализуемых программ и инициатив, а также оценки их реального и потенциального воздействия на экономические результаты местных производителей. Особое внимание уделяется преодолению противоречий между декларируемыми целями национальной цифровой трансформации АПК и практикой их реализации на региональном уровне. Научная новизна заключается в комплексном рассмотрении политических, экономических и тех-

нологических аспектов цифровизации применительно к уникальным условиям ЦФО, включая анализ барьеров и разработку предложений по повышению эффективности государственной поддержки.

Основная гипотеза исследования предполагает, что действующая аграрная политика в ее текущем виде недостаточно эффективна для ускорения цифровой трансформации АПК ЦФО из-за отсутствия системной увязки мер финансовой, имущественной и информационной поддержки с задачами внедрения сквозных цифровых технологий.

Применялись методы системного анализа для выявления структурных элементов государственного регулирования и их взаимосвязей; экономико-статистического анализа уровня цифровизации; сравнительного анализа для изучения лучших практик (на примере Брянской области) и их потенциальной адаптации в других регионах округа; экспертных оценок для идентификации барьеров и перспектив. Теоретической базой послужили работы отечественных исследователей в области цифровой экономики сельского хозяйства, государственного регулирования АПК и регионального развития [1, 3].

Практическая значимость работы определяется возможностью использования полученных выводов и рекомендаций органами различного уровня власти при корректировке аграрной политики, разработке целевых программ поддержки цифровизации для ЦФО, а также сельскохозяйственными производителями при формировании стратегий технологического развития. Предлагается пересмотр критериев предоставления государственной поддержки, включение показателей «глубины цифровизации» в оценку инвестиционных проектов и кредитоспособности сельхозпредприятий, а также адресная модернизация существующих мер (например, согласование объемов субсидий на мелиорацию или модернизацию объектов АПК с обязательным использованием цифровых технологий) [8].

Успешная цифровизация агросектора ЦФО способна обеспечить не только системный экономический эффект через рост производительности труда, снижение издержек и повышение конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках, но и социальный эффект – путем создания высокотехнологичных рабочих мест и повышения привлекательности жизни на селе, а также экологический эффект – за счет оптимизации использования ресурсов (воды, удобрений, ГСМ) и снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду. Достижение комплексного результата требует координации усилий государства, бизнеса и научно-образовательного сообщества, направленных на создание целостной экосистемы цифрового сельского хозяйства в Центральном федеральном округе.

При проведении исследования изучен комплекс источников данных, обеспечивающих репрезентативность анализа государственной аграрной политики и процессов цифровизации в Центральном федеральном округе за период 2021–2024 гг. Первичная информация (динамика размера субсидий, структура господдержки и реализация ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» в регионах ЦФО) получена из официальных отчетов Министерства сельского хозяйства РФ [6]. Региональная специфика изучалась на основе документов стратегического планирования 18 субъектов ЦФО с акцентом на Белгородскую, Брянскую, Воронежскую, Калужскую, Тамбовскую и Ярославскую области, где зафиксированы наиболее системные инициативы по цифровой трансформации АПК. На основе операционных данных 32 сельхозпредприятий различных масштабов (агрохолдинги, средние хозяйства, фермерские объединения) получена информация о структуре инвестиций, внедренных технологических решениях и экономических эффектах.

Для оценки уровня технологической оснащенности привлечены отраслевые документы, мониторинги Росстата и аналитические обзоры консалтинговых компаний, содержащие статистику по внедрению IoT, AI и роботизированных систем в растениеводстве и животноводстве.

Данные о кадровом обеспечении цифровизации, включая показатели трудоустройства выпускников аграрных вузов и реализации образовательной электронной платформы «Земля знаний», предназначенной для дистанционного обучения специалистов сельскохозяйственных предприятий, получены из отчетности Министерства науки и высшего образования РФ [5].

В методике проведенного исследования объединены качественные и количественные подходы.

Системный анализ применен для выявления взаимосвязей между инструментами государственной поддержки и динамикой цифровизации, включая оценку согласованности федеральных и региональных программ.

Сравнительный метод позволил идентифицировать различия в эффективности реализации программ в субъектах ЦФО на примере Белгородской области (комплексная программа) и Калужской области (точечные решения).

Ограничения исследования связаны с фрагментарностью данных по малым хозяйствам и запаздыванием официальной статистики за 2024 г.

Для минимизации искажений применен триангуляционный подход, перекрестно сопоставляющий данные государственных отчетов, операционной документации предприятий и экспертных оценок.

Распределение бюджетных ассигнований в агропромышленный комплекс ЦФО демонстрирует устойчивую диспропорцию между традиционными направлениями финансирования и целевыми инвестициями в цифровую трансформацию. Обобщение данных по трем ключевым годам реализации национального проекта «Цифровая экономика» (табл. 1) свидетельствует о системной проблеме, выраженной в декларативном характере соответствующих инициатив.

Таблица 1. Структура государственной поддержки АПК в регионах ЦФО по приоритетным направлениям (2021–2023 гг., среднегодовые значения)

Направление поддержки	Доля в общем объеме финансирования, %	Динамика изменения, % + / –	Регионы-лидеры по объему выделенных средств, млрд руб.
Компенсация затрат на ГСМ, удобрения, СЗР	38,2	+5,6	Белгородская область / 4,8, Воронежская область / 3,9
Субсидирование процентных ставок по кредитам	27,4	+3,1	г. Москва / 12,7, Московская область / 9,3
Поддержка племенного животноводства	14,7	+2,8	Тамбовская область / 2,1, Курская область / 1,8
Финансирование технической модернизации	11,5	–1,2	Липецкая область / 2,3, Тульская область / 1,6
Целевые программы цифровизации	4,3	+0,9	Калужская область / 0,4, Ярославская область / 0,3

Источник: составлено авторами по данным [6].

Распределение инвестиционных потоков отражает формирование устойчивой технологической иерархии, определяемой экономическим потенциалом сельхозпроизводителей. Данные по 32 предприятиям ЦФО подтверждают гипотезу о корреляции между масштабом хозяйства и глубиной цифровизации (табл. 2).

Таблица 2. Инвестиции в цифровые технологии в агросекторе ЦФО по категориям хозяйств (2022–2024 гг.)

Параметры	Типы хозяйств		
	Крупные агрохолдинги (более 50 тыс. га)	Средние предприятия (5–50 тыс. га)	Малые хозяйства (менее 5 тыс. га)
Среднегодовой объем инвестиций, млн руб.	124,7	18,3	0,7
Доля расходов на цифровизацию в общих CAPEX, %	15,4	6,1	1,8
Структура источников финансирования, %:			
- собственные средства	63,2	48,7	92,4
- кредитные ресурсы	28,5	39,2	4,1
- государственные субсидии	8,3	12,1	3,5
Внедренные технологические решения	Системы AI-аналитики урожайности (78%); автоматизированные линии кормления (65%); цифровые двойники производства (42%)	GPS-навигация техники (93%); электронные учетные системы (87%); датчики микроклимата (34%)	Мобильные приложения учета (28%); онлайн-платформы сбыта (17%)

Источник: составлено авторами по данным [10].

На крупные агрохолдинги приходится 83% совокупных инвестиций в цифровые технологии АПК ЦФО, несмотря на то, что они составляют лишь 12% от общего числа предприятий. Доля государственных субсидий в финансировании цифровизации малых хозяйств не превышает 3,5%, что объясняется сложностью соответствия формальным требованиям грантовых программ. В результате 76% фермерских хозяйств используют исключительно бесплатные мобильные приложения базового функционала, не влияющие на ключевые показатели эффективности [15]. Парадоксально, но регионы с высокой концентрацией малых форм хозяйствования демонстрируют минимальные показатели технологической оснащенности, подтверждая гипотезу о «цифровом неравенстве» как производной экономических диспропорций.

Сравнительный анализ реализации цифровых инициатив в субъектах ЦФО выявил существенные различия в подходах и результативности. Для оценки использовались данные по 17 региональным программам, реализованным в 2022–2024 гг. (табл. 3).

Таблица 3. Сравнительный анализ эффективности региональных программ цифровизации АПК в ЦФО (2022–2024 гг.)

Критерий эффективности	Белгородская область (комплексная программа)	Воронежская область (отраслевые пилоты)	Калужская область (точечные решения)
Объем финансирования, млн руб.	2,800	1,450	620
Число охваченных хозяйств, ед.	184	97	43
Рост производительности труда, %	+12,7	+7,3	+3,1
Снижение потерь при хранении продукции, %	–18,4	–9,2	–4,1
Увеличение доли онлайн-сбыта у малых производителей, %	+37,5	+22,8	+8,3
Создание высокотехнологичных рабочих мест, ед.	217	124	31

Источник: составлено авторами по данным [6].

Программы, сочетающие финансовую поддержку с инфраструктурными и образовательными компонентами, демонстрируют мультипликативный эффект. Успешные кейсы подтверждают эффективность модели «цифровой прокачки», реализуемой через региональные центры компетенций [12].

Проведенный анализ выявляет фундаментальное противоречие между стратегическими целями цифровой трансформации АПК и практикой их реализации в ЦФО. Государственная аграрная политика сохраняет фокус на краткосрочных показателях валового производства продукции, игнорируя технологическую модернизацию как фактор устойчивого роста. Лишь 12% проанализированных региональных программ развития АПК содержат конкретные KPI по внедрению цифровых решений, а в 68% случаев показатели носят исключительно количественный характер (число установленных датчиков, процент охвата площадей и др.).

Финансирование цифровизации остается неравномерным – 84% средств поглощают крупные инфраструктурные проекты типа Единой цифровой платформы Минсельхоза, разработка которой ведется с 2022 г., но ее функциональность для средних и малых производителей до сих пор остается ограниченной. Так, например, в Тамбовской области лишь 17% фермеров имеют доступ к онлайн-мониторингу состояния посевов из-за отсутствия устойчивого интернет-покрытия [14].

Частные инвестиции хотя и растут на 12–15% в год, но концентрируются в сегментах с быстрой окупаемостью – системы спутниковой навигации техники и автоматизированные системы учета. Решения с пролонгированным эффектом (предиктивная аналитика урожайности, цифровые двойники производства) внедряются преимущественно агрохолдингами, способными финансировать проекты с окупаемостью 3–5 лет [16].

Проведенный анализ выявил структурные диспропорции в распределении государственной поддержки агропромышленного комплекса Центрального федерального округа [3]. Инвестиционная активность детерминирована экономическим потенциалом сельхозпроизводителей. Крупные агрохолдинги (с площадью более 50 тыс. га) обеспечивали 83% совокупных инвестиций в цифровые технологии. Их расходы на цифровизацию составляли 15,4% от общего CAPEX, что позволяло внедрять комплексные решения: системы AI-аналитики урожайности (78% холдингов), автоматизированные линии кормления (65%), цифровые двойники производства (42%). В отличие от них, малые хозяйства (менее 5 тыс. га) инвестировали в среднем лишь 0,7 млн руб. ежегодно, ограничиваясь использованием мобильных приложений учета (28% хозяйств) и онлайн-платформ сбыта (17%). Доля государственных субсидий в финансировании цифровизации малых форм не превышала 3,5%, что объяснялось сложностью соответствия формальным требованиям грантовых программ [4]. Регионы с высокой концентрацией малых хозяйств, например Костромская область, демонстрировали минимальные показатели технологической оснащенности, подтверждая гипотезу о «цифровом неравенстве» как производной экономических диспропорций.

Эффективность региональных программ цифровизации существенно варьировала в зависимости от комплексности подхода. Успешные кейсы подтверждали эффективность модели «цифровой прокачки», реализуемой через региональные центры компетенций, где 70% времени отводилось практической работе с аналитическими платформами. В Воронежской области подобный центр в 2023 г. подготовил 142 специалиста, причем 89% выпускников трудоустроились в местные хозяйства [15].

Экономические эффекты цифровизации проявлялись преимущественно при условии комплексной поддержки. Хозяйства, внедрившие системы прецизионного земледелия в рамках региональных программ Белгородской области, снизили затраты на ГСМ и удобрения на 7–10% на единицу продукции. Экспорт продовольствия из региона вырос на 25% в 2024 г., а производство скота и птицы на убой достигло 661 тыс. т, что в 7,5 раза превышает показатели советского периода [6, 16].

Однако такие результаты оставались исключением, подтверждающим правило: в регионах без адресной политики (например, Ивановская область) цифровая трансформация затрагивала преимущественно крупные холдинги, а основная масса производителей не получала ощутимых выгод. Следует отметить глубинные институциональные противоречия, определяющие динамику цифровизации в ЦФО, а именно рассогласование между стратегическими декларациями о технологическом прорыве и реальными механизмами аграрной политики. Несмотря на риторику о приоритете «цифрового сельского хозяйства» в документах Минсельхоза России, инструментарий господдержки сохранил фокус на краткосрочных операционных показателях. Финансирование компенсации затрат на ГСМ и удобрения в ЦФО за 2023 г. превысило вложения в цифровые технологии в 8,7 раза, что подтверждает гипотезу о доминировании экстенсивной модели развития. Такая диспропорция воспроизводит технологическую зависимость: хозяйства вынуждены максимизировать производство для получения субсидий вместо инвестиций в долгосрочную эффективность через инновации.

Территориальная асимметрия цифровизации стала следствием дифференциации региональных управленческих подходов. Так, в Белгородской области создание многоуровневой экосистемы (финансовые стимулы + цифровая инфраструктура + кадровый инжиниринг) позволило 62% средних хозяйств внедрить IoT-мониторинг посевов. Напротив, в Ивановской области отсутствие адаптированных программ привело к тому, что лишь 11% фермеров использовали элементарные учетные приложения. Этот контраст иллюстрирует ключевую закономерность: эффект цифровизации мультиплицируется только при синхронизации трех компонентов – технологического, инфраструктурного и человеческого капитала. Примечательно, что даже в лидирующих регионах сохраняется точечный характер внедрений: успешные кейсы в растениеводстве не транслируются на животноводческий комплекс, как показал пример Воронежской области с ее узкоотраслевыми пилотными проектами.

Кадровый дефицит проявил себя как системное ограничение, усугубляемое институциональной инерцией. Потребность в 200 тыс. специалистов для цифрового АПК контрастирует с трудоустройством лишь 55–58% выпускников аграрных вузов в отрасли. Корень проблемы – в разрыве между образовательными программами и реальными запросами производства. Даже в Москве и Московской области, где сконцентрированы ведущие учебные заведения, только треть вузов внедрила курсы по работе с агродронами и предиктивной аналитикой. Предложенная Минсельхозом платформа «Земля знаний» осталась нереализованной в 14 регионах ЦФО из-за недостатка регионального софинансирования и слабой координации между ведомствами. Эта ситуация демонстрирует классическую проблему «институциональных ловушек», когда ведомственная разобщенность блокирует решение стратегических задач [7, 9].

Экономические эффекты цифровых решений подтвердили их рентабельность и выявили зависимость от масштаба хозяйства. Крупные агрохолдинги ЦФО, инвестирующие в среднем 124,7 млн руб. ежегодно, достигли снижения затрат на ГСМ на 9–12% через системы точного земледелия. Однако для малых форм с инвестиционным потенциалом 0,7 млн руб. ключевым барьером стала не столько стоимость технологий, сколько высокие транзакционные издержки их внедрения: необходимость адаптации ПО, отсутствие технической поддержки, сложности интеграции с устаревшими процессами. Показателен опыт Тамбовской области, где перераспределение 18% субсидий с компенсации ГСМ на цифровые решения дало рост производительности на 8,7% в 140 фермерских хозяйствах. Этот факт опровергает тезис о неприменимости высоких технологий в малом агробизнесе и указывает на критическую роль адаптивных финансовых инструментов.

Фундаментальное противоречие выявлено в сфере частных инвестиций. Рост вложений на 12–15% годовых маскирует их концентрацию в решениях с быстрой окупаемостью (1–2 года), тогда как технологии с пролонгированным эффектом (AI-аналитика, цифровые двойники) остаются прерогативой крупного капитала. Это воспроизводит «эффект

Матфея»: регионы и хозяйства с исходными преимуществами усиливают их, тогда как аутсайдеры накапливают отставание. Показатель производительности труда Костромской области по отношению к Белгородской в 2,8 раза ниже вследствие преобладания малых форм хозяйствования, что создает риски деградации локальных агросистем.

Перспективы преодоления выявленных дисбалансов связаны с переосмыслением роли государства как катализатора системных изменений. Опыт Брянской области, где выделение целевых субсидий в сочетании с научно-производственной кооперацией с Республикой Беларусь и развитием логистической инфраструктуры позволило увеличить экспорт на 25%, демонстрирует эффективность координирующей функции региональных властей. Ключевым императивом становится переход от точечной поддержки к формированию «цифровых экосистем», где технологические компании, образовательные учреждения и производители взаимодействуют на единой платформе. В Курской области пилотный проект по интеграции программ интернетизации села с обучением цифровым инструментам сократил разрыв в доступе к технологиям между городом и селом с 34 до 18% за два года.

Таким образом, ЦФО представляет собой уникальный объект исследования в контексте цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Его специфика обусловлена выраженной внутренней дифференциацией, сочетающей высокоразвитые агрохолдинги Черноземья с преобладанием мелкотоварных хозяйств в Нечерноземье. Эта структурная особенность создает принципиально разные условия для внедрения цифровых решений, формируя неоднородное технологическое пространство.

Крупные интегрированные структуры, сконцентрированные преимущественно в южных областях округа, обладают достаточными финансовыми и управленческими ресурсами для реализации комплексных проектов автоматизации и анализа данных. В то же время значительная часть территории ЦФО, особенно северные и северо-западные области, характеризуется доминированием небольших сельхозпроизводителей. Для них ключевыми ограничителями выступают не только лимитированный инвестиционный потенциал, но и специфические инфраструктурные вызовы, включая недостаточное развитие телекоммуникационных сетей в удаленных сельских районах [13].

Дополнительным фактором сложности является вариативность природно-климатических условий внутри округа, требующая адаптации типовых цифровых решений – от систем точного земледелия для засушливых зон до технологий мониторинга переувлажненных почв. Таким образом, разработка эффективной аграрной политики цифровизации для ЦФО требует не универсальных подходов, а глубоко дифференцированных механизмов, учитывающих эту внутреннюю гетерогенность производственных моделей, ресурсной базы и географических условий. Игнорирование данной специфики ведет к углублению разрыва в технологической оснащенности и воспроизводству региональных диспропорций, что подчеркивает научную новизну настоящего исследования, сфокусированного на выявлении адаптивных моделей цифровой трансформации для разнородной среды Центральной России.

Необходима концептуальная переориентация аграрной политики с субсидирования затрат на стимулирование добавленной стоимости. Предлагается трансформация механизма поддержки через введение «цифровых коэффициентов» при оценке инвестиционных проектов для льготного кредитования, разработку дифференцированных стандартов технологической оснащенности по типам хозяйств, создание межрегиональных фондов софинансирования пилотных решений для малых форм, прямое согласование объемов инфраструктурных субсидий с показателями глубины цифровизации.

Успешная реализация этих мер требует преодоления ведомственной разобщенности. Как показал пример платформы «Земля знаний», даже перспективные инициативы терпят неудачу без координации между Минсельхозом, Минцифры и региональными властями. Цифровая трансформация агросектора ЦФО перестанет быть декларативным лозунгом только при условии синхронизации финансовых, инфраструктурных и образовательных политик на всех уровнях управления.

Заключение

Проведенное исследование выявило системную диспропорцию между стратегическими целями цифровизации агросектора Центрального федерального округа и реальными механизмами их реализации. Территориальная асимметрия цифровизации стала следствием дифференциации региональных подходов. Кадровый дефицит проявил себя как ключевой ограничитель трансформации. Провал реализации платформы «Земля знаний» в 14 регионах ЦФО иллюстрирует системную слабость межведомственной координации.

Перспективы преодоления выявленных дисбалансов связаны с переосмыслением роли государства. Так, успешный опыт Брянской области доказывает эффективность координирующей функции региональных властей: сочетание целевых субсидий, научно-производственной кооперации и цифровизации логистики обеспечило рост экспорта на 25% и лидерство по урожайности зерновых. Курский пилот по интеграции интернетизации села с обучением цифровым инструментам сократил технологический разрыв между городом и селом с 34 до 18% за два года.

Концептуальными направлениями аграрной политики в ЦФО должны стать:

1) реаллокация ресурсов: перераспределение 15–20% традиционных субсидий в целевые инструменты цифровизации с дифференциацией по типам хозяйств (гранты на AI-решения для холдингов, SaaS-платформы для средних предприятий, облачные сервисы для фермеров);

2) инфраструктурная конвергенция: жесткая увязка программ развития АПК с национальным проектом «Цифровая инфраструктура» для ликвидации «белых пятен» интернет-покрытия;

3) кадровый инжиниринг: создание межрегиональных центров компетенций по модели «цифровой прокачки» с акцентом на практическом применении технологий (70% учебного времени).

4) синергия управления: формирование координационных советов при губернаторах с включением технологических компаний, аграрных вузов и производителей для преодоления ведомственной разобщенности.

Перспективным направлением совершенствования аграрной политики представляется фундаментальный пересмотр принципов предоставления государственной поддержки. Ключевая задача заключается в трансформации субсидий из инструмента компенсации операционных издержек в стимул для технологической модернизации. Для этого необходима системная интеграция показателей технологического развития в существующие механизмы финансирования.

Целесообразно введение специальных технологических коэффициентов при оценке инвестиционных проектов, претендующих на льготное кредитование. Эти коэффициенты должны отражать уровень внедрения сквозных цифровых решений, таких как системы прецизионного земледелия, автоматизированные линии управления производственными процессами или платформы анализа больших данных.

Показатель «глубины цифровизации» должен стать обязательным элементом при оценке кредитоспособности сельхозпредприятий финансовыми институтами. Наиболее действенным механизмом стимулирования может стать прямая увязка выделения субсидий на традиционные направления поддержки (мелиорация, техническое переоснащение или строительство объектов АПК) с обязательным внедрением конкретных цифровых инструментов. Например, предоставление средств на мелиоративные работы могло бы обуславливаться использованием систем автоматического мониторинга влажности почвы и управления поливом. Аналогично субсидии на модернизацию животноводческих комплексов могли бы требовать внедрения систем контроля микроклимата или автоматизированного кормления с цифровым учетом. Такой подход обеспечит не просто точечное внедрение технологий, но и их органичную интеграцию

в основные производственные процессы, создавая синергию между государственной поддержкой и частными инвестициями в инновации, что особенно критично для преодоления фрагментарности цифровой трансформации в условиях ЦФО. Успех данных мер напрямую зависит от создания прозрачных и объективных методик оценки реального уровня цифровизации хозяйств, исключая формальный подход.

Таким образом, цифровая трансформация агросектора ЦФО перестанет быть декларативным лозунгом только при условии перехода от поддержки операционной деятельности к стимулированию добавленной стоимости. Как показал опыт передовых регионов, технологический прорыв возможен без увеличения бюджетных расходов – через ревизию приоритетов и синергию существующих ресурсов. Устранение разрыва между стратегическими целями и финансовыми механизмами определит способность округа ответить на глобальные вызовы продовольственной безопасности и устойчивого развития.

Список источников

1. Булетова Н.Е., Золотко Т.А., Клейтман Е.В. Цифровая трансформация как условие существования и развития бизнеса: современные модели и отраслевые особенности // Вопросы инновационной экономики. 2024. Т. 14, № 2. С. 555–570. DOI: 10.18334/vinec.14.2.121031.
2. Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А. и др. Цифровизация аграрного сектора ЦФО: проблемы и пути решения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 178–188. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_3_178.
3. Иванова О.Е. Направления развития цифровизации российского аграрного сектора // Актуальные вопросы аграрной науки. 2022. № 43. С. 43–49.
4. Как цифровые технологии меняют современный агробизнес [Электронный ресурс] // РБК (АО «РосБизнесКонсалтинг»). Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/8142> (дата обращения: 05.06.2025).
5. Материалы Всероссийского семинара-совещания деканов агрономических факультетов вузов Минсельхоза России и Минобрнауки России 08–11 июня 2021 г. [Электронный ресурс] // Министерство науки и высшего образования РФ. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1765810220&tid=ru&lang=ru&name/> (дата обращения: 05.06.2025).
6. Минсельхоз создает единую цифровую платформу для сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Аналитический центр TAdviser. URL: <https://www.tadviser.ru/index.29> (дата обращения: 15.05.2025).
7. Митрошин И.В. Уровень жизни населения и степень развития человеческого потенциала в регионах Центрального федерального округа: монография. Тверь: Тверской государственный университет, 2024. 130 с.
8. Недобоев В.В., Бочкова Т.А. Социально-экономическое развитие регионов России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 5-2(87). С. 203–206. DOI: 10.24412/2411-0450-2022-5-2-203-206.
9. Рекомендации «Круглого стола» на тему: «Дефицит рабочих кадров: пути решения» [Электронный ресурс] // Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации. Круглые столы. Дата выхода: 23.05.2024. URL: http://social.council.gov.ru/activity/activities/round_tables/158285/ (дата обращения: 05.06.2025).
10. Сельское хозяйство в России [Электронный ресурс] // Аналитический центр TAdviser. Дата публикации: 11.05.2025. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 10.08.2025).
11. Сердечный Д.В., Курочкин Д.А., Конышева А.О. и др. Особенности цифровизации аграрного сектора РФ в рамках концепции технологического суверенитета // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 5. С. 1486–1499. DOI: 10.55186/25876740_2023_7_5_11.
12. Ториков В.Е., Погонишев В.А., Погонишева Д.А. Состояние и перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2022. Т. 14, № 2. С. 109–116. DOI: 10.36508/RSATU.2022.54.2.013.
13. Храменков А.С. Роль агрохолдинга в устойчивом развитии аграрного сектора экономики // Перспективные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, январь 2023). Санкт-Петербург: МИПИ им. Ломоносова, 2023. С. 120–122.
14. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: официальное издание. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.
15. Цифровизация АПК – без господдержки не обойтись. Экспертный комментарий аналитика «Текарт» [Электронный ресурс] // Маркетинговая Группа «Текарт». Стратегия, аналитика, контент, дизайн, разработка, продвижение. URL: https://techart.ru/files/publications/%D1%86%D1%84%D1%80_%D0%B0%D0%BF%D0%BA.pdf?ysclid=mj33crkgeg716064395 (дата обращения: 05.06.2025).
16. Цифровые технологии стали главным трендом в АПК [Электронный ресурс] // Сетевое издание «СекторМедиа». URL: <https://sectormedia.ru/news/tsifrovye-tehnologii-stali-glavnym-trendom-v-apk/> (дата обращения: 15.06.2025).

References

1. Buletova N.E., Zolotko T.A., Kleytman E.V. Digital transformation as a condition for business survival and development: modern models and industry characteristics. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2024;14(2):555-570. DOI: 10.18334/vinec.14.2.121031. (In Russ.).

2. Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A. et al. Challenges and solutions of the digitalization of the agrarian sector of the Central Federal District. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):178-188. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_3_178. (In Russ.).
3. Ivanova O.E. The directions of development of digitalization of the Russian agrarian sector. *Actual Issues of Agrarian Science*. 2022;43:43-49. (In Russ.).
4. How digital technologies are changing modern agribusiness. RBC (RosBusinessConsulting). Trends. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmm/8142>. (In Russ.).
5. Materials of the All-Russian seminar-meeting of the deans of the agronomic faculties of universities of the Ministry of Agriculture of Russian Federation and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on June 08-11, 2021. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1765810220&tld=ru&lang=ru&name/>. (In Russ.).
6. Ministry of Agriculture creates a single digital platform for agriculture. Analytical Center TAdviser. URL: <https://www.tadviser.ru/index.29>. (In Russ.).
7. Mitroshin I.V. The standard of living of the population and the degree of human potential development in the regions of the Central Federal District: monograph. Tver: Tver State University Publishers; 2024. 130 p. (In Russ.).
8. Nedoboenko V.V., Bochkova T.A. Socio-economic development of the regions of Russia. *Journal of Economy and Business*. 2022;5-2(87):203-206. DOI: 10.24412/2411-0450-2022-5-2-203-206. (In Russ.).
9. Recommendations of Business Roundtable dedicated to the topic of "Shortage of skilled man-power: solutions". The Council of Federation of the Federal Assembly of the Russian Federation. Roundtables. Publication date: 23.05.2024. URL: http://social.council.gov.ru/activity/activities/round_tables/158285/. (In Russ.).
10. Agriculture in Russia. Analytical Center TAdviser. Publication date: 11.05.2025. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php>. (In Russ.).
11. Serdechnyy D.V., Kurochkin D.A., Konysheva A.O. et al. Features of digitalization of the agricultural sector of the Russian Federation within the framework of the concept of technological independence. *International Agricultural Journal*. 2023;5:1486-1499. DOI: 10.55186/25876740_2023_7_5_11. (In Russ.).
12. Torikov V.E., Pogonychev V.A., Pogonycheva D.A. The state and prospects of the digital transformation of agriculture. *Bulletin of the Ryazan State Agricultural Technologist-University named after P.A. Kostychev*. 2022;14(2):109-116. DOI: 10.36508/RSATU.2022.54.2.013. (In Russ.).
13. Khramenkov A.S. The role of agricultural holding in the sustainable development of the agricultural sector of the economy. In: Advanced research: issues of importance, achievements and innovations: Proceedings of the International Research Conference (St. Petersburg, January 2023). Saint Petersburg: Lomonosov International Institute for Advanced Research Publishers; 2023:120-122. (In Russ.).
14. Digital transformation of agriculture in Russia: official publication. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2019. 80 p. (In Russ.).
15. Digitalization of Agro-Industrial Complex can't do without state support. Expert commentary of the analyst of Techart. Consulting Group Techart. Consulting, digital transformation, integration of business processes, marketing and organizational development. URL: https://techart.ru/files/publications/%D1%86%D1%84%D1%80_%D0%B0%D0%BF%D0%BA.pdf?ysclid=mj33crkgeg716064395. (In Russ.).
16. Digital technologies have become the main trend in agriculture. Web publishing SectorMedia. URL: <https://sectormedia.ru/news/tsifrovye-tekhnologii-stali-glavnym-trendom-v-apk/>. (In Russ.).

Информация об авторах

Л.А. Запорожцева – доктор экономических наук, министр экономического развития Воронежской области, профессор, профессор кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», LUDAN23@yandex.ru.

М.К. Измайлов – кандидат экономических наук, доцент Высшей школы производственного менеджмента ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», izmajlov_mk@spbstu.ru.

Е.А. Арбенина – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», sneltyndufe@mail.ru.

Н.В. Леонова – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», natalya-demcheva@yandex.ru.

Information about the authors

L.A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Minister of Economic Development of Voronezh Oblast, Full Professor, Professor, the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, LUDAN23@yandex.ru.

M.K. Izmailov, Candidate of Economic Sciences, Docent, Graduate School of Industrial Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, izmajlov_mk@spbstu.ru.

E.A. Arbenina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, sneltyndufe@mail.ru.

N.V. Leonova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, natalya-demcheva@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 20.10.2025; одобрена после рецензирования 26.11.2025; принята к публикации 28.11.2025.

The article was submitted 20.10.2025; approved after reviewing 26.11.2025; accepted for publication 28.11.2025.

© Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А., Леонова Н.В., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.14:338.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_142

EDN: SATUFJ

Особенности внедрения цифровых технологий и платформенных решений в аграрном секторе России

Александр Николаевич Кателиков^{1✉}, Таисия Ивановна Кателикова²

^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ ankatel@yandex.ru[✉]

Аннотация. Рост эффективности сельскохозяйственного производства и последующего сбыта продукции во многом зависит от применения цифровых технологий в производственной и управленческой деятельности агропредприятий. Ограничивает цифровую трансформацию аграрного сектора нехватка отраслевых IT-специалистов в сфере инновационных разработок и недостаточное число отечественных платформ для цифрового управления технологическими и управленческими процессами в сельском хозяйстве; отсутствие единой информационной базы о семенном материале, кормовой базе, средствах защиты растений и животных; разобщенность данных о технологических процессах в отраслях растениеводства и животноводства. Цифровая трансформация сельскохозяйственного сектора предполагает создание единого информационного пространства для сельхозтоваропроизводителей и государственных органов, регулирующих и анализирующих их деятельность. В этой связи приоритетной задачей на пути к цифровизации аграрного сектора является подготовка специалистов высокого уровня для разработки и внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве. Кроме того, важно наладить взаимодействие между сельхозтоваропроизводителями и государственными органами, внедрить систему консультирования по аграрным вопросам и централизованного представления информационных ресурсов о мерах поддержки государства. Цифровые технологии должны затрагивать вопросы прогнозирования, развития и контроля агропродовольственных систем, в том числе решать логистические проблемы, а также проблемы эффективного землепользования, селекции и генетики. При этом следует помнить об информационной безопасности всех участников цифровой трансформации в сфере сельского хозяйства и необходимости разработки подходов для управления цифровым сельским хозяйством в стране. Реализация программы цифровизации сельского хозяйства возможна только при активном участии государства и инвесторов, а также трансформации системы закупок товарно-материальных ценностей на базе автоматизированных систем.

Ключевые слова: цифровизация, сельское хозяйство, интеллектуальная система, сельскохозяйственные товаропроизводители, эффективность агробизнеса, государственная поддержка

Для цитирования: Кателиков А.Н., Кателикова Т.И. Особенности внедрения цифровых технологий и платформенных решений в аграрном секторе России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 142–149. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_142-149.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Implementation highlights of digital technologies and platform services in Russia's agrarian sector

Aleksandr N. Katelikov^{1✉}, Taisiya I. Katelikova²

^{1, 2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ ankatel@yandex.ru[✉]

Abstract. The increase in the efficiency of agricultural production and the subsequent sale of products largely depends on the use of digital technologies in the production and management activities of agricultural enterprises. The digital transformation of the agricultural sector is limited by the lack of industry-specific IT specialists in the sphere of innovative developments and an insufficient number of domestic platforms for digital management of technological and managerial processes in agriculture; the lack of a unified information base on seeds, feed, plant and animal protection products; the lack of data on technological processes in the fields of crop production and animal husbandry. The digital transformation of the agricultural sector involves the creation of a unified information space for agricultural producers and government agencies that regulate and analyze their activities. In this regard, the priority task on the way to digitalization of the agricultural sector is to train high-level specialists for the

development and implementation of digital technologies in agriculture. In addition, it is important to establish cooperation between agricultural producers and government agencies, introduce a system of consulting on agricultural issues and the centralized presentation of information resources on government support measures. Digital technologies should address issues of forecasting, development and control of agri-food systems, including solving logistical problems, as well as problems of effective land use, breeding and genetics. At the same time, it should be remembered about the information security of all participants in the digital transformation in the sphere of agriculture and the need to develop approaches for managing digital agriculture in the country. The implementation of the agricultural digitalization program is possible only with the active participation of the state and investors, as well as the transformation of the commodity procurement system based on automated systems.

Keywords: digitalization, agriculture, intelligent system, agricultural producers, agribusiness efficiency, government support

For citation: Katelikov A.N., Katelikova T.I. Implementation highlights of digital technologies and platform services in Russia's agrarian sector. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):142-149. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_142-149.

Актуальность обеспечения продовольственной безопасности страны и развитие экспортного потенциала требуют превращения сельского хозяйства в высокотехнологичную отрасль, способную обеспечить качественными и безопасными продуктами не только население России, но и многих других стран мира на основе внедрения инновационных разработок и принятия передовых управленческих решений.

В Указе Президента России от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» поставлена цель преобразования приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, включая сельское хозяйство, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений [9].

По оценке Минсельхоза России, «...использование цифровых технологий в АПК призвано повысить рентабельность сельскохозяйственного производства за счет точечной оптимизации затрат и более эффективного распределения средств. Внедрение цифровой экономики по расчетам позволит снизить расходы не менее чем на 23% на основе применения комплексного подхода» [19].

Современные инновации в значительной степени должны отражать внедрение цифровых технологий в АПК. Для этого принят целый пакет нормативно-правовых документов, в которых прописаны направления, критерии и источники финансирования цифровых инноваций, в том числе в сельском хозяйстве» [6, 8, 9–13, 16, 17].

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства является его цифровая трансформация, т. е. комплексное преобразование организации (предприятия) с использованием цифровых решений и технологий с целью выхода на новые рынки, создания новых каналов продаж и решений с получением чистой выручки и увеличением стоимости организации (компании).

Рост эффективности сельскохозяйственного производства и последующего сбыта продукции во многом зависит от применения цифровых технологий в производственной и управленческой деятельности агропредприятий.

В настоящее время хозяйствующие субъекты аграрного сектора ЦФО, особенно малые и средние предприятия, недостаточно широко используют современные возможности цифровой трансформации, а цифровые технологии в бизнес-процессах аграрной отрасли нашли применение лишь в сферах управления финансами, составления финансовой, управленческой и статистической отчетности, а также сбора аналитической информации [10, 20]. Вместе с тем, по данным опубликованных научных исследований [1–5, 14, 15, 18], комплексная цифровизация предприятий аграрного сектора может способствовать повышению эффективности их функционирования, снижению издержек, расширению доступа к рынкам и повышению конкурентоспособности сельхозпроизводителей.

В сфере сельского хозяйства цифровизация сдерживается отсутствием методики сбора актуальной для сельхозтоваропроизводителей информации о снабженческих, сбытовых, перерабатывающих мощностях регионов страны; низким уровнем обмена информационными ресурсами между передовыми аграрными центрами; недостаточной степенью координации работы аграрного сектора со стороны руководства субъектов РФ.

Ограничивает цифровую трансформацию нехватка отраслевых IT-специалистов в сфере инновационных разработок и недостаточное число отечественных платформ для цифрового управления технологическими и управленческими процессами в сельском хозяйстве; отсутствие единой информационной базы о семенном материале, кормовой базе, средствах защиты растений и животных; разобщенность данных о технологических процессах в отраслях растениеводства и животноводства.

Мероприятия по цифровизации сельского хозяйства России проводятся в целях:

- технологического прорыва АПК и достижения значительного роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях, использующих современные технологии автоматизации, компьютеризации на всех этапах производства и обработки сельскохозяйственной продукции;

- трансформации процессов государственного управления в сфере сельского хозяйства и обеспечения эффективности и результативности решений на основе формирования с помощью современных цифровых технологий единого информационного пространства.

Цифровая трансформация сельскохозяйственного сектора предполагает создание единого информационного пространства для сельхозтоваропроизводителей и государственных органов, регулирующих и анализирующих их деятельность. Данная система должна быть открытой для всех представителей аграрного сектора и государства, что позволит интегрировать библиотеки данных взаимодействующих структур.

Выделяется семь основных направлений цифровой трансформации сельского хозяйства и научно-технологического развития в области «умного сельского хозяйства», предполагающих внедрение в субъектах Российской Федерации не менее пяти проектов полного инновационного комплексного научно-технического цикла сквозных цифровых систем, таких как: «Цифровые технологии в управлении АПК», «Умное землепользование», «Умный регион», «Умное сельскохозяйственное предприятие», «Умное поле», «Умный сад», «Умная теплица», «Умная ферма», основанных на современных конкурентоспособных отечественных технологиях, методах, алгоритмах, а также образцах систем и устройств, то есть внедрение информационных технологий оценки эффективности аграрной политики, прогнозирования и регулирования агропродовольственных рынков на федеральном и региональном уровне управления АПК, в том числе:

- 1) в части субъекта управления («Умное сельскохозяйственное предприятие»);
- 2) в части объектов управления («Цифровые технологии в управлении АПК», «Умное землепользование», «Умное поле», «Умный сад», «Умная теплица», «Умная ферма (животноводство)»);
- 3) в части функциональных моделей («Цифровые технологии в управлении АПК», «Умное землепользование», «Умный регион») [19].

«Цифровое землепользование» («цель – внедрить интеллектуальную систему управления, планирования и использования земель сельскохозяйственного назначения, функционирующую на основе цифровых, дистанционных, геоинформационных технологий и методов компьютерного моделирования») создаст платформу для накопления и анализа информации об использовании, выделении, перераспределении, охране, улучшении земель сельскохозяйственного назначения, а также агротехнологиях и земледелии.

Автоматизированная система «Умное поле» («цель – обеспечение стабильного роста производства продукции растениеводства за счет внедрения цифровых технологий сбора, обработки и использования массива данных о состоянии почв, растений и окружающей среды») позволит повысить урожайность и поддерживать почвенное плодородие (по увлажненности, кислотности, солонцеватости, содержанию гумуса и др.) путем подбора системы севооборотов, технологий обработки почвы и возделывания культур, норм использования удобрений и средств защиты растений.

Цифровая система «Умный сад» («цель – разработка интеллектуальной технической системы, осуществляющей в автоматическом режиме анализ информации о состоянии агробиоценоза сада, принятие управленческих решений и их реализацию роботизированными техническими средствами») нацелена на накопление информации об агробиоценозе садов и состоянии окружающей среды, внедрение современных технических средств и технологий для реализации производственных процессов на основе принятых управленческих решений.

Цифровая система «Умная теплица» («цель – создание и практическое применение совокупности программно-аппаратных решений и роботизированных интеллектуальных технологий выращивания сельскохозяйственных растений в закрытых системах») направлена на обеспечение роста производства и питательной ценности сельскохозяйственных культур в закрытом грунте за счет применения интеллектуальных разработок для создания оптимальных параметров автономности, освещения, энергоснабжения, микроклимата и др., позволяющих снизить издержки производства и повысить производительность работ.

Цифровая система «Умная ферма» («цель – разработка технико-технологических решений по созданию ферм нового поколения на основе интеллектуальных цифровых технологий, производство комплекса роботизированных машин для фермерских хозяйств с привязным и беспривязным содержанием животных, разработка современных систем защиты животных») обеспечит использование технических и технологических средств для контроля физиологического состояния и поведения животных, условий их содержания и продуктивности на основе внедрения комплекса умных датчиков для управления микроклиматом, световым режимом, процессом кормления, введения ветеринарных препаратов, навозоудаления, доения, взвешивания, а также автоматизированных комплексов для оценки качества животноводческой продукции.

Цифровизация позволит осуществлять:

- анализ и прогнозирование состояния и развития основных агропродовольственных рынков;
- оптимизацию размещения объектов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, в том числе с учетом долговременных климатических изменений;
- мониторинг состояния плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения для обеспечения достоверной информацией о состоянии почв для последующего принятия управленческих решений;
- анализ влияния аграрной политики на развитие сельского хозяйства, доходы потребителей, динамику внешней торговли продовольствием и сельскохозяйственным сырьем, расходы консолидированного бюджета и др.

Цифровизация сельского хозяйства возможна только при активном участии государства и инвесторов, так как масштабы цифровой трансформации в сельском хозяйстве потребуют как бюджетных, так и внебюджетных средств.

Бизнес участвует в процессе путем разработки и адаптирования компьютерных информационных систем и платформ для цифровой трансформации в аграрной сфере. Государство, в свою очередь, обеспечивает товаропроизводителям и другим компаниям, участвующим в переходе на цифровое сельское хозяйство, выгодные условия страхования, кредитования, обучения и партнерства. Кроме того, на государственном уровне должны быть утверждены методики проведения прогнозных, контрольных и отчетных мероприятий в рамках создания цифровой инфраструктуры. Сельскохозяйственные товаропроизводители должны получить равный доступ к системам, накапливающим информацию о работе предприятий АПК, и системам, обеспечивающим поддержку принятия решений.

Ожидаемые результаты функционирования цифровых платформ в сельском хозяйстве:

- информация о сельскохозяйственных растениях и животных, их урожайности и продуктивности, а также других объектах сельскохозяйственного производства будет стекаться в единый цифровой центр;
- прогнозирование сельскохозяйственного производства, переход его на ресурсосберегающее ведение, освоение неиспользуемых земель будет происходить при участии представителей всех регионов страны;
- повсеместное применение цифровых разработок в сфере сельского хозяйства инициирует рост числа отечественных цифровых технологий;
- открытый доступ товаропроизводителей к данным о достижениях науки и техники на цифровых платформах позволит осуществить переподготовку сельскохозяйственных кадров, приведет к созданию наукоемких предприятий, повышению производительности труда и эффективности производства [19].

В этой связи приоритетной задачей на пути к цифровизации аграрного сектора является подготовка специалистов высокого уровня для разработки и внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве.

Кроме того, важно наладить взаимодействие между сельхозтоваропроизводителями и государственными органами, внедрить систему консультирования у специалистов по аграрным вопросам и централизованного представления информационных ресурсов о мерах поддержки государства.

Цифровые технологии должны затрагивать вопросы прогнозирования, развития и контроля агропродовольственных систем, в том числе решать логистические проблемы, проблемы эффективного землепользования, селекции и генетики. При этом не стоит забывать об информационной безопасности всех участников цифровой трансформации в сфере сельского хозяйства и необходимости разработки подходов для управления цифровым сельским хозяйством в стране.

Особенная роль должна отводиться цифровизации материально-технического обеспечения сельского хозяйства, поскольку использование цифровых инструментов в процессах обеспечения потребностей хозяйствующих субъектов в товарах, работах и услугах содержит в себе значительные резервы для повышения эффективности производственных процессов.

Цифровая трансформация закупочной деятельности в аграрном секторе – это приоритетное направление повышения эффективности агробизнеса за счет комплексного подхода к обеспечению нужд сельскохозяйственных производителей в товарах, работах и услугах на базе цифровых технологий.

Немаловажным является и то, что в настоящее время в Российской Федерации фактически создана и эффективно функционирует система, направленная на обеспечение государственных и муниципальных нужд (согласно Федеральному закону от 05.04.2013 № 44-ФЗ) [7]. Таким образом, считаем, что на данном этапе ничего кардинально нового создавать не требуется, а нужно лишь адаптировать имеющуюся систему, что позволит существенно сократить издержки на внедрение цифровых технологий в процессы снабжения сельскохозяйственного производства, а главное, позволит избежать ошибок.

Таким образом, можно отметить, что цифровизация закупочной деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей позволит:

1) сообщать о своей потребности в товарах, работах и услугах неограниченному кругу лиц, что существенно расширит для них перечень потенциальных поставщиков, подрядчиков, исполнителей;

2) изучать, рассматривать и использовать всю возможную номенклатуру товаров, работ, услуг, необходимых для удовлетворения существующих потребностей;

3) значительно сокращать время на документальное оформление закупочных процедур;

4) уменьшать вероятность ошибок, вызванных человеческим фактором, что повышает надежность закупочных процессов;

5) повышать прозрачность всех стадий проведения закупки, в том числе взаимодействия с поставщиками, подрядчиками, исполнителями;

6) защищать от недобросовестных действий контрагентов при исполнении договорных обязательств;

7) обеспечивать рост эффективности и результативности закупок товаров, работ, услуг.

Реализация намеченных мероприятий по цифровизации сельского хозяйства будет способствовать:

- развитию новой аграрной технологической политики Российской Федерации;
- росту производства в смежных отраслях (ИКТ, производство инновационной сельскохозяйственной техники, оборудования для точного земледелия, биологических препаратов (средства защиты растений, стимуляторы, удобрения) и др.);

- оптимизации процессов жизненного цикла сельскохозяйственной отрасли, в том числе использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений (СЗР);

- сохранению почв как производственного ресурса;
- снижению вредного воздействия отходов производства на окружающую среду;
- развитию селекционно-семеноводческих центров, профессиональной службы аграрных консультантов;

- внедрению новых образовательных стандартов обучения в аграрных вузах и колледжах, а также на курсах повышения квалификации.

Таким образом, цифровизация в аграрной сфере позволит:

- повысить урожайность сельскохозяйственных культур;
- адаптироваться к изменению климата;
- снизить затраты на производство продукции;
- повысить качество и конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной продукции на основе эффективного использования ресурсов и научно обоснованных подходов.

Список источников

1. Аджимет Г.Х. Трансформация цифровизации аграрного сектора в мире // Экономика и предпринимательство. 2020. № 12(125). С. 220–225. DOI: 10.34925/EIP.2021.125.12.044.
2. Даюб Н. Развитие цифровизации сельского хозяйства в России и зарубежных странах // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 5. С. 199–206.
3. Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А. и др. Цифровизация аграрного сектора ЦФО: проблемы и пути решения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 178–188. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_3_178-188.
4. Иванова О.Е. Направления развития цифровизации российского аграрного сектора // Актуальные вопросы аграрной науки. 2022. № 43. С. 43–49.
5. Измайлов М.К. Изменение ценностей и ориентиров управления промышленными предприятиями в рамках цифровой трансформации // Beneficium. 2022. № 4(45). С. 51–58. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.
6. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/113015/> (дата обращения: 02.02.2025).
7. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/ (дата обращения: 02.02.2025).
8. О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства: Указ Президента Российской Федерации от 21.06.2016 № 350 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41139> (дата обращения: 02.02.2025).
9. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 02.02.2025).
10. О порядке разработки и реализации комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла в целях реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 19.02.2019 № 162 [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/35824/> (дата обращения: 02.02.2025).
11. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 02.02.2025).
12. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года: утвержден Правительством Российской Федерации 10 июля 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157978/ (дата обращения: 02.02.2025).
13. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации 28.07.2017 № 1632-р [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878/> (дата обращения: 02.02.2025).
14. Путивская Т.Б., Подсеваткина Е.А. Перспективы малых форм хозяйствования в условиях цифровизации аграрного сектора // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 9. С. 15–23. DOI: 10.32651/209-15.
15. Созаева Т.Х., Турлий С.И., Тарчоков Б.Ю. Современное состояние цифровой среды аграрного сектора экономики // Экономика и предпринимательство. 2022. № 12(149). С. 300–304. DOI: 10.34925/EIP.2022.149.12.057.
16. Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 № 2227-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/9282/> (дата обращения: 02.02.2025).
17. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07 июля 2017 г. № 1455-р [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/Ba4B6YDTiuOitLeLkDQ05MChz4WrfZjA.pdf> (дата обращения: 02.02.2025).
18. Худов А.М., Синельников И.Ю. Цифровизация сельского хозяйства как «ответ» на вызовы времени // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021 № 5. С. 29–34. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-5-29-34.
19. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: официальное издание. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.
20. Четвертакова А. Цифровизация в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Аналитический еженедельник «Коммерсантъ». Дата публикации: 29.08.2024. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6918191> (дата обращения: 02.02.2025).

References

1. Adzhimet G.Kh. Transformation of the digitalization of the agrarian sector in the world. *Economy and Entrepreneurship*. 2020;12(125): 220-225. DOI: 10.34925/EIP.2021.125.12.044. (In Russ.).
2. Dayoub N. Development of digitalization of agriculture in Russia and foreign countries. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2022;5:199-206. (In Russ.).
3. Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A. et al. Challenges and solutions of the digitalization of the agrarian sector of the Central Federal District. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):178-188. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_3_178-188. (In Russ.).

4. Ivanova O.E. The directions of development of digitalization of the Russian agrarian sector. *Actual Issues of Agrarian Science*. 2022;43:43-49. (In Russ.).
5. Izmaylov M.K. Changing values and guidelines for the management of industrial enterprises in the framework of digital transformation. *Beneficium*. 2022;4(45):51-58. (In Russ.).
6. On Approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025: Decree of the Government of the Russian Federation of 25.08.2017 No. 996. URL: <http://government.ru/docs/all/113015/>. (In Russ.).
7. On the Contract System in the Field of Procurement of Goods, Works, and Services for State and Municipal Needs: Federal Law No. 44-FZ of 05.04.2013. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/. (In Russ.).
8. On Measures to Implement State Scientific and Technical Policy in the Interests of Agricultural Development: Decree of the President of the Russian Federation of 21.06.2016 No. 350. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41139>. (In Russ.).
9. On National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation of 15.07.2018 No. 204. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>. (In Russ.).
10. On the Procedure for the Development and Implementation of Complex Scientific and Technical Programs and Projects of a Full Innovation Cycle in Order to Implement the Priorities of Scientific and Technological Development of the Russian Federation: Decree of the Government of the Russian Federation of 19.02.2019 No. 162. URL: <http://government.ru/docs/35824/>. (In Russ.).
11. Concerning the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of 01.12.2016 No. 642. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449>. (In Russ.).
12. Forecast of scientific and technological development of the Russian Federation for the period up to 2030: approved by the Government of the Russian Federation on July 10, 2018. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157978/. (In Russ.).
13. Program "Digital Economy of the Russian Federation": approved by Decree of the Government of the Russian Federation on 28.07.2017 No. 1632-r. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878/>. (In Russ.).
14. Putivskaya T.B., Podsevatkina E.A. Prospects of small forms of economy in the conditions of digitalization of the agricultural sector. *Economics of Agriculture of Russia*. 2020;9:15-23. DOI: 10.32651/209-15. (In Russ.).
15. Sozaeva T.Kh., Turlii S.I., Tarchokov B. Yu. The current state of the digital environment of the agricultural sector of the economy. *Economics and Entrepreneurship*. 2022;12(149):300-304. DOI: 10.34925/EIP.2022.149.12.057. (In Russ.).
16. Strategy of Innovative Development of the Russian Federation until 2020: Decree of the Government of the Russian Federation of 08.12.2011 No. 2227-r. URL: <http://government.ru/docs/9282/>. (In Russ.).
17. Strategy for the Development of Agricultural Engineering in Russia for the period up to 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of 07.07.2017 No. 1455-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/Ba4B6YDTiuOitLeLkDQ05MCbz4WrfZjA.pdf>. (In Russ.).
18. Khudov A.M., Sinelnikov I.Ju. Digitalization of agriculture as a "response" to the challenges of the modern time. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2021;5:29-34. DOI: 10.31442/0235-2494-2021-0-5-29-34. (In Russ.).
19. Digital transformation of agriculture in Russia: official publication. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2019. 80 p. (In Russ.).
20. Chetvertakova A. Digitalization in Agriculture. *Kommersant Analytical Weekly*. Publication date: 29.08.2024. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6918191>. (In Russ.).

Информация об авторах

А.Н. Кателиков – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ankatel@yandex.ru.

Т.И. Кателикова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», taisijakat@yandex.ru.

Information about the authors

A.N. Katelikov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Information Support and Modeling of Agroecological Systems, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ankatel@yandex.ru.

T.I. Katelikova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, taisijakat@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 24.09.2025; одобрена после рецензирования 26.10.2025; принята к публикации 06.11.2025.

The article was submitted 24.09.2025; approved after reviewing 26.10.2025; accepted for publication 06.11.2025.

© Кателиков А.Н., Кателикова Т.И., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.012

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_150

EDN: SAWKDP

Человеческий капитал как драйвер эффективного развития регионов России в условиях цифровой экономики

Расул Аликадиевич Амиров^{1✉}, Ирина Евгеньевна Жуковская²,
Аликади Темирбекович Амиров³, Гамзат Ухумаалиевич Магомедбеков⁴

^{1, 4} Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

¹ Дагестанский государственный университет народного хозяйства, Махачкала, Россия

² Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

³ Прикаспийский межрегиональный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Махачкала, Россия

¹ a.rasul05@yandex.ru✉

Аннотация. Эффективное региональное развитие России базируется на комплексе взаимосвязанных компонентов. Одним из них является человеческий капитал, воспроизводство которого предполагает непрерывное обучение индивида в течение всей жизни, при этом существенный вклад в данный процесс вносит система высшего образования. Активные преобразования в деятельности вузов, эффективное использование возможностей цифровых платформ, облачных сервисов, технологий искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности способствуют формированию экосистемы высшего образования, которая оказывает влияние на ее поступательное развитие, осуществляет постоянный мониторинг на основе системы предиктивной аналитики всех участников, повышая в первую очередь качество образования в регионах страны. Представлена авторская трактовка понятия «человеческий капитал», выделены его структурные элементы, рассмотрена роль в развитии регионов. Показано, что цифровые технологии и разработанные на их основе цифровые проекты являются важными инструментами подготовки высококвалифицированных кадров, способствуют не только изменению методов и приемов обучения студентов, появлению новых форм обучения, таких как онлайн-образование, но и комплексной трансформации сферы высшего образования, принятию грамотных управленческих решений в новой цифровой реальности. Особое внимание уделено цифровым проектам, реализуемым в российских аграрных вузах, которые в целом направлены на повышение эффективности обучения студентов, проведение актуальных научных исследований в сфере сельского хозяйства, развитие дальнейшего сотрудничества с предприятиями АПК. Цифровая трансформация сферы высшего образования рассматривается как новая управленческая парадигма, способствующая повышению качества функционирования данной приоритетной сферы и эффективности подготовки кадров для всех отраслей и сфер экономики, в том числе и для агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: человеческий капитал, региональное развитие, высшее образование, экономический рост, цифровые технологии, цифровые проекты, цифровая экосистема, АПК

Для цитирования: Амиров Р.А., Жуковская И.Е., Амиров А.Т., Магомедбеков Г.У. Человеческий капитал как драйвер эффективного развития регионов России в условиях цифровой экономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 150–166. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_150-166.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Human capital as a driver of effective development of Russia's regions under digital economy

Rasul A. Amirov^{1✉}, Irina E. Zhukovskaya²,
Alikadi T. Amirov³, Gamzat U. Magomedbekov⁴

^{1, 4} Dagestan State University, Makhachkala, Russia

¹ Dagestan State University of National Economy, Makhachkala, Russia

² Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

³ Caspian Interregional Institute (Branch) of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Makhachkala, Russia

¹ a.rasul05@yandex.ru✉

Abstract. Effective regional development in Russia is based on a complex of interrelated components, one of which is human capital, the reproduction of which involves continuous learning throughout an individual's life, while the higher education system makes a significant contribution to this process. Active transformations in the activities of universities, effective use of the capabilities of digital platforms, cloud services, artificial intelligence technologies, virtual and augmented reality contribute to the formation of an ecosystem of higher education, which affects its progressive development, constantly monitors based on the predictive analytics system of all participants, primarily improving the quality of education in the regions of the country. The author's interpretation of human capital is presented, its structural elements are highlighted, and its role in the development of regions is considered. It is shown that digital technologies and digital projects developed on their basis are important tools for training highly qualified personnel, contribute not only to changing methods and methods of teaching students, the emergence of new forms of education, such as online education, but also to the comprehensive transformation of higher education, making sound management decisions in the new digital reality. Special attention is paid to digital projects implemented in Russian agricultural universities, which are generally aimed at improving the effectiveness of student education, conducting relevant scientific research in the field of agriculture, and developing further cooperation with agricultural enterprises. The digital transformation of higher education is seen as a new management paradigm that will improve the quality of this priority sector and the effectiveness of training personnel for all sectors and areas of the economy, including Agro-Industrial Complex.

Keywords: human capital, regional development, higher education, economic growth, digital technologies, digital projects, digital ecosystem, Agro-Industrial Complex (AIC)

For citation: Amirov R.A., Zhukovskaya I.E., Amirov A.T., Magomedbekov G.U. Human capital as a driver of effective development of Russia's regions under digital economy. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):150-166. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_150-166.

Реализация государственной политики регионального развития Российской Федерации предполагает обеспечение устойчивого экономического роста и научно-технологического развития регионов, а также повышение уровня конкурентоспособности их экономик как на внутреннем, так и международных рынках.

Развитию российских регионов и сельских территорий в частности уделяется особое внимание на государственном уровне, в связи с чем принят ряд ключевых документов, а именно:

- Государственная программа Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» [16];
- Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года [18];
- Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года [19] и др.

Модернизация и инновационное развитие экономики являются двумя взаимосвязанными сторонами одного фундаментального процесса, в результате которого государство может оптимизировать накопление, обновление, размещение и использование материальных и нематериальных активов. При грамотном и эффективном использовании потенциала сельских территорий может быть обеспечено устойчивое развитие сельских территорий и российской экономики, высокий уровень и качество жизни сельского населения страны.

Анализ особенностей экономического развития в современных условиях показывает, что достижение конкурентных преимуществ возможно за счет применения инновационных технологических решений и развитого человеческого капитала. О значимости человеческого капитала в инновационной системе и экономике знаний высказываются как теоретики, так и практики, отмечая, что человеческий капитал является основой регионального развития, содействует повышению качества жизни, производительности труда и экономическому прогрессу.

В.В. Матвеев и С.А. Ильминская трактуют человеческий капитал как «сложное социально-экономическое понятие, что подтверждает зависимость уровня его накопления и использования от множества детерминант экономического, социального, демографического, институционального характера, имеющих региональное измерение, соответственно отражающих возможности его наращивания и эффективного использования» [14].

Человеческий капитал, по нашему мнению, представляет собой совокупность знаний, умений, компетенций, навыков, приобретаемых человеком в процессе обучения и трудовой деятельности, которые способствуют увеличению производительности труда, приводят к созданию добавленной стоимости и росту уровня доходов. В соответствии с этим определением человеческий капитал следует рассматривать как один из самых важных ресурсов, необходимых для развития социально-экономической системы регионов. В отличие от природных, финансовых и других видов ресурсов, человеческий капитал обладает способностью к постоянному развитию, что делает региональную экономику более гибкой и адаптивной.

Современные вызовы, негативно влияя на многие экономические процессы в регионах, ставят на повестку дня поиск инновационных путей решения возникающих региональных проблем. В данной ситуации именно человеческий капитал позволяет не только смягчать негативные последствия этих вызовов, но и находить новые пути для роста и развития, достижения конкурентных преимуществ и повышения инвестиционной привлекательности.

В то же время человеческий капитал может быть охарактеризован как система взаимосвязанных элементов (здоровье, знания, навыки, способности, мотивации), определяющих способность экономики к инновационному развитию через повышение производительности в результате обучения в процессе деятельности и накопления производственного опыта, совершенствования сектора научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, а также заимствования и адаптации технологий, импортируемых из различных стран.

Эффективное развитие регионов в условиях цифровой экономики базируется прежде всего на человеческом капитале, способном грамотно управлять инновационным потенциалом в конкретной социально-экономической среде региона, развивать систему финансирования научных разработок, создавать венчурные фонды, гарантировать правовую защиту коммерциализации прав собственности.

К основным особенностям человеческого капитала в регионах следует отнести:

- региональную дифференциацию (исторические, географические, экономические и социальные факторы);
- количественные и качественные характеристики региона (численность постоянного населения, миграционные потоки, уровень образования населения, квалификационные особенности, эффективность использования собственных трудовых ресурсов);
- неравномерное распределение человеческого капитала в регионе и др.

С целью воспроизводства человеческого капитала в регионах постоянно принимаются меры по улучшению системы образования (в том числе высшего), здравоохранения, созданию благоприятной социальной среды. Таким образом, человеческий капитал в регионах можно охарактеризовать как драйвер экономического роста, способствующий инновационной и технологической модернизации, укреплению социальных связей, повышению качества жизни и конкурентоспособности региона.

Среди ключевых направлений государственной аграрной политики следует отметить развитие науки и инновационной деятельности в сфере агропромышленного комплекса, а также совершенствование системы подготовки кадров для сельского хозяйства. Важную роль в наращивании человеческого капитала играет система высшего образования, особенно в современных условиях, когда происходит активное внедрение цифровых технологий (искусственный интеллект, интернет вещей (IoT), Big Data и др.) во все сферы экономики, в том числе и АПК. Цифровая трансформация мировой экономической системы предъявляет повышенные требования к системе высшего образования, к подготовке высококвалифицированных кадров [2].

Опыт развитых регионов подтверждает, что «умное» сельское хозяйство кардинально меняет подходы к земледелию и животноводству. Эти инновационные решения сочетают передовые технологии с агрономическими знаниями, что создает принципиально новую парадигму производства продуктов питания. Переход на «умное» фермерство открывает новые горизонты для аграрного сектора, предлагая комплексные решения для повышения эффективности производства. Цифровые технологии трансформируют традиционные подходы к земледелию, формируя принципиально новую модель ведения сельского хозяйства, открывают перед аграриями новые возможности. Благодаря интеграции передовых технологий сегодня фермеры могут получать детальную информацию о состоянии каждого квадратного метра своих полей и принимать обоснованные агротехнические решения. Внедрение цифровых платформ для реализации сельскохозяйственной продукции, использование цифровых сервисов для повышения качества жизни жителей села – все это возможно при наличии высококвалифицированных кадров.

По мнению Д.В. Хмелева и А.В. Улезько, «специфика сельского хозяйства как элемента системы общественного производства объективно обуславливает наличие институциональной среды, адекватной задачам цифровой трансформации как самой отрасли, так и формирующих ее субъектов и учитывающей технико-технологические и организационно-экономические особенности аграрного сектора и агропродовольственного комплекса» [25].

Коллектив авторов в составе О.Т. Ергуновой, А.Г. Сомова, А.А. Седякиной, А.А. Иващенко констатирует, что «внедрение технологий точного земледелия, роботизированных систем и интернета вещей радикально изменяет структуру профессиональных компетенций, создавая дефицит специалистов, способных эффективно функционировать в цифровой агроэкосистеме» [7].

Цифровая трансформация экономики ставит перед профильными образовательными учреждениями необходимость разработки новых подходов к организации обучения. Данный тезис подтверждается такими авторами, как Г.Н. Тугускина и А.Н. Мустафин, которые отмечают, что «в связи с усилением процессов инновационного развития экономики России в целом и агропромышленного комплекса в частности, назрела острая необходимость трансформации сложившейся парадигмы кадрового обеспечения, имея в виду актуальность оценки степени его влияния на эффективность сельскохозяйственного производства» [24].

Инновационный процесс обучения требует не только наличия современных технологий, но и квалифицированных кадров, которые способны осуществлять процесс обучения по новым методикам, имея знания не только по специальности, но и владея комплексом современных инновационных технологий. Рассматривая аграрную сферу, приведем мнение таких авторов, как А.К. Субаева и Ф.Н. Авхадиев, которые в процессе анализа подготовки кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой экономики констатируют, что в настоящее время «преподаватели аграрных вузов и средних профессиональных (средних специальных) учебных заведений не готовы к внедрению программ в контексте потребностей рынка труда и подготовки необходимых кадров для цифровой экономики, что приводит к несоответствию методик и технологий обучения требованиям цифровой реальности». В этой связи авторы предлагают возродить систему повышения квалификации кадров с учетом требований времени, а также высказывают такое мнение, что «с целью формирования современной системы подготовки кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой экономики необходимы сетевые площадки, в рамках которых будет проводиться обмен опытом, обновление содержания реализуемых образовательных программ и др.» [23].

Необходимость трансформации системы образования в России, как и во всем мире, стала очевидной на рубеже XX–XXI вв., поскольку стремительное развитие технологических инноваций и масштабные глобализационные процессы, а также возникновение новых вызовов и геополитических проблем (изменение климата, миграционные потоки, кризисы в области здравоохранения и др.) выдвинули на первый план требование адаптации образовательных систем к новым условиям, характеризующимся неопределенностью и постоянной турбулентностью. Таким образом, возникла острая потребность в пересмотре традиционных подходов к обучению и подготовке кадров для обеспечения соответствия образовательных программ актуальным запросам общества и устойчивого социально-экономического развития страны.

Трансформация системы образования происходит под влиянием множества факторов, однако в глобальном плане можно выделить следующие ключевые:

- переход к новому типу общества – сетевому, информационному;
- смена технологических укладов;
- переход к новой антропогенной цивилизации;
- преобразование системы международных отношений.

В контексте применения цифровых технологий в системе высшего образования следует отметить, что в 2018 г. в Российской Федерации было создано Министерство науки и высшего образования, в ведение которого переданы функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования и соответствующего дополнительного профессионального образования, научной, научно-технической и инновационной деятельности, нанотехнологий, развития федеральных центров науки и высоких технологий, государственных научных центров и наукоградов, интеллектуальной собственности.

В 2019 г. Минобрнауки России совместно с Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ (Минцифры России) приступило к реализации двух больших проектов – «Современная образовательная среда» и «Интеграционная платформа непрерывного образования».

В 2021 г. Минобрнауки России разработало Стратегию цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования [22] в целях достижения министерством уровня «цифровой зрелости» при реализации полномочий по развитию отрасли науки и образования в рамках выполнения Указа Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и выполнения поручения заместителя Председателя Правительства Российской Федерации от 04.02.2021 № ДЧ-П10-1369. Настоящая стратегия обозначает ключевые траектории достижения «цифровой зрелости» отрасли науки и высшего образования как для образовательных организаций высшего образования, так и для компаний и уполномоченных органов исполнительной власти.

Процесс цифровой трансформации, как отмечается в Стратегии, представляет собой формирование и распространение новых с точки зрения содержания моделей работы организаций в сфере науки и высшего образования. В их основе лежит комбинация непрерывного профессионального развития, новых цифровых сервисов и инструментов, инфраструктурных и организационных условий для внедрения изменений, а также сопровождение участников при освоении новых ролей и методов рабочего взаимодействия. Деятельность в этом направлении связана с персонализацией обучения и преодолением цифрового разрыва. Персонализация обучения меняет традиционную организацию образовательного процесса и обеспечивает достижение каждым обучающимся высоких результатов.

В рамках разрабатываемой стратегии, по результатам исследования и анализа текущей ситуации, был сформулирован ряд принципов, лейтмотив которых проходит сквозь все ее содержание и предлагаемые проекты реализации (табл. 1).

Таблица 1. Проекты Стратегии цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования

Наименование проекта	Краткое описание проекта
Система управления данными сферы науки и высшего образования (Датахаб)	Представляет собой совокупность процессов, регламентов, мер, сервисов и инфраструктуры направленных на повышение качества данных и систематизацию работы с ними для их использования в принятии управленческих решений, направлен на комплексный подход цифровой трансформации в отрасли, координационное, методическое и информационное сопровождение организаций в сфере науки и высшего образования в реализации стратегии цифровой трансформации
Архитектура цифровой трансформации	Предназначен для создания и развития цифровых сервисов в сфере науки и высшего образования, охватывающих все виды бизнес-процессов образовательных организаций высшего образования, направленных на удовлетворение потребностей всех участников образовательного процесса
Цифровой университет	Направлен на создание и развитие единой экосистемы сервисов для проведения исследований и разработок с целью повышения их качества и доступности, а также снижения затрат на постоянные и переменные издержки путем создания единой биржи исследований и необходимой инфраструктуры
Единая сервисная платформа науки	Направлен на создание и развитие единой экосистемы сервисов для проведения исследований и разработок с целью повышения их качества и доступности, а также снижения затрат на постоянные и переменные издержки путем организации единой биржи исследований и необходимой инфраструктуры
Маркетплейс программного обеспечения и оборудования	Направлен на формирование единой информационной среды взаимодействия образовательных организаций и поставщиков и вендоров оборудования и ПО, создание единых инструментов мониторинга уровня цифровизации образовательных организаций, включающего в себя определение степени загруженности оборудования и его соответствия современным требованиям с целью выравнивания технологического ландшафта и модернизации существующей инфраструктуры
Цифровое образование	Направлен на повышение уровня цифровых компетенций обучающихся, научно-педагогических работников, а также формирование профессиональной команды управления процессом цифровой трансформацией образовательной организации для создания и реализации стратегии развития с целью повышения качества образовательных услуг и модернизации инструментов образовательного процесса
Сервис хаб	Представляет собой единую сервисную систему для цифровой трансформации бизнес-процессов Минобрнауки России и образовательных организаций высшего образования (ООВО). Основной целью является управление ролями и структурой Минобрнауки России, оптимизация, систематизация и регламентирование бизнес-процессов за счет создания информационной системы

Источник: [22].

Для реализации описанных выше проектов предусматривалось применение таких цифровых технологий, как искусственный интеллект, большие данные, технология блокчейн, интернет вещей и облачные технологии. Каждый этап реализации данных проектов призван способствовать оптимизации принятия управленческих решений в сфере науки и высшего образования.

Изменения в геополитической ситуации в 2022 г. существенно повлияли на стратегические ориентиры и приоритеты развития российской системы высшего образования. В условиях новых вызовов и санкционного давления акцент сместился на создание национально ориентированной системы, способной более эффективно учитывать внутренние потребности страны.

Новая модель высшего образования нацелена на предоставление «максимального пространства возможностей для каждого студента» [6]. Отказ от Болонской системы рассматривается как формирование модели высшего образования (базовое высшее образование и специализированное высшее образование), подразумевающей более четкое распределение этапов подготовки (сначала получение фундаментальных знаний, затем практических навыков по выбранной специализации, а в дальнейшем – углубленное освоение профессии) [12]. В настоящее время осуществляется реализация пилотного

проекта, стартовавшего 1 сентября 2023 г. в следующих шести российских вузах: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Московский педагогический государственный университет, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II и Национальный исследовательский Томский государственный университет.

Согласно Указу Президента Российской Федерации от 12.05.2023 № 343 «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования» [20] в стране установлены новые уровни высшего образования: базовое ВО – обучение от 4 до 6 лет, специализированное ВО – обучение от 1 до 3 лет.

В условиях цифровой трансформации экономики современная модель высшего образования также претерпевает изменения [1]. Все шире в процесс обучения внедряются цифровые технологии [10], которые способствуют созданию индивидуальных траекторий обучения, развивают навыки работы в цифровой среде, содействуют непрерывному образованию (lifelong learning), стимулируют внедрение дистанционного формата и новых педагогических методов обучения с целью подготовки высококвалифицированных специалистов, соответствующих требованиям современного рынка труда. В этой связи на рисунке 1 авторами представлена модель современной цифровой образовательной экосистемы, представляющей собой многоконтурную организацию различных структурных объектов и цифровых инструментов.



Рис. 1. Концептуальная модель цифровой образовательной экосистемы

Источник: разработано авторами.

Человеческий капитал является ключевым компонентом цифровой образовательной экосистемы. Для ее эффективного функционирования необходимо наличие цифровых платформ, цифровых сервисов, цифровых проектов, надежной технической инфраструктуры, методического обеспечения, систем информационной безопасности, управление которыми осуществляет администратор. Экосистемный подход подразумевает широкое использование цифровых сервисов, внедрение инновационных бизнес-процессов на основе реализации цифровых проектов для большого числа пользователей в быстроменяющихся социально-экономических условиях, которые оказывают свое комплексное влияние на развитие современных вузов. В свою очередь, необходим учет всех процессов, которые происходят во внешней среде и находят свое отражение в изменении потребностей обучающихся, предложениях вузов осуществлять подготовку кадров по инновационным специальностям, востребованных в условиях современных вызовов. Следует отметить, что сегодня нужны не просто профессионалы в конкретной сфере, но прежде всего креативно мыслящие, творческие люди, способные к поиску решений в нестандартных ситуациях [5].

Проведенное исследование базируется на анализе опубликованных научных работ таких авторов, как А.В. Балдин [3], С.А. Борисов и А.О. Жогин [4], И.Е. Жуковская и Р.А. Амиров [8, 9], А.О. Карпов [11], С.В. Лобова, С.Н. Бочарова и Е.В. Понькина [13] и др., предложивших инновационные разработки по реализации цифровых проектов в сфере высшего образования на базе изучения комплекса нормативно-правовых документов по внедрению проектов, направленных на цифровизацию данной сферы.

Авторами изучены отдельные инновационные проекты, утвержденные приказом Минобрнауки России от 19.01.2024 № 28, перечень которых представлен в таблице 2.

В настоящее время в качестве федеральных инновационных площадок определен ряд вузов, в том числе аграрных, реализующих различные инновационные проекты или программы, а именно:

- Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского;
- Казанский государственный аграрный университет;
- Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина.

Ранее, в 2022–2024 гг., в Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина был реализован проект «Разработка бизнес-модели дополнительного обучения в агрообразовании». С 2022 г. в Тувинском государственном университете реализуется инновационный проект «Сельскохозяйственный образовательный кластер» (срок окончания реализации проекта – 2026 г.).

Проведенное исследование показало, что практически все современные вузы используют цифровые платформы, обеспечивающие эффективное управление всеми участниками образовательной и обеспечивающей учебный процесс деятельности. Грамотно структурированный интерфейс цифровых платформ позволяет четко формулировать задания и получать обратную связь от участников цифрового взаимодействия.

При изучении влияния цифровых инструментов на деятельность вузов авторами рассматривались такие аспекты, как:

- оснащение инженерно-техническими средствами;
- скорость передачи информации по каналам связи;
- возможность выхода с официального сайта вуза на сайты государственных органов и других вузов;
- методическое обеспечение;
- скорость подготовки различных отчетов;
- безопасность функционирования цифровой платформы;
- возможность постоянного мониторинга работы платформы системным администратором;
- информационная безопасность и конфиденциальность данных;
- отклики обучающихся и сотрудников.

В связи с изменением геополитической обстановки в 2022 г. в сфере высшего образования, как и в других отраслях и сферах экономики России, на повестку дня встал вопрос импортозамещения программных продуктов. Многие технические вузы стали разрабатывать собственные цифровые решения для оптимизации различных образовательных процессов. В то же время в конце 2023 г. Минобрнауки России и ПАО «Ростелеком» заключили соглашение о разработке и внедрении отечественных разработок в различные сферы деятельности вузов, способствующих повышению качества учебного процесса и позволяющих осуществлять постоянный мониторинг функционирования вузов.

Таким образом, меры, направленные на цифровую трансформацию высшего образования, постоянно дорабатываются и служат основой создания цифровой экосистемы данной сферы. Но, несмотря на все нововведения и инновации, по-прежнему важную роль в совершенствовании системы высшего образования играет человеческий капитал, ключевые элементы которого представлены на рисунке 2.

Таблица 2. Проекты и программы, реализуемые российскими вузами, учитывающие инновации в сфере высшего образования

№ п/п	Наименование вуза	Наименование инновационного проекта или программы	Период реализации (годы)
1	Алтайский государственный университет	Новые модели педагогического образования в университете	2021–2025
2	Волгоградский государственный медицинский университет Минздрава России	Система персонализированной подготовки в высшем учебном заведении	2024–2026
3	Воронежский государственный университет инженерных технологий	Создание и внедрение федеральной инновационной модели непрерывной подготовки высококвалифицированных инженерных кадров на основе платформенных технологий в условиях единой системы стратегического партнерства	2022–2026
4	Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского	Региональная инновационная площадка подготовки кадров высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) для цифровой трансформации сельского хозяйства Иркутской области	2021–2025
5	Казанский государственный аграрный университет	Разработка, апробация и внедрение цифровых компонентов в профессиональные компетенции образовательной программы по направлению 35.03.06 Агроинженерия в соответствии с применяемыми в сельскохозяйственном производстве цифровыми сквозными технологиями	2022–2025
6	МИРЭА – Российский технологический университет	Центр цифровых технологий	2022–2025
7	Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»	Инженерные команды прорыва: производительность, диверсификация, технологическое лидерство и предпринимательство	2021–2025
8	Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева	Цифровые технологии в образовании для устойчивого развития регионов	2021–2025
9	Национальный исследовательский Томский государственный университет	Модель развития педагогического образования в классическом университете на основе экосистемного подхода	2021–2025
10	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	Проектная практика как ключевой фактор индивидуализации в инженерном образовании	2022–2026
11	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	Независимая оценка качества инженерного образования как инструмент повышения востребованности образовательных программ и конкурентоспособности выпускников российских вузов на национальном и международном рынках труда	2022–2026
12	Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина	Инновационный образовательный проект «Образование 4.0»	2021–2025
13	Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ	Модель инновационной системы подготовки инженеров-экономистов, инженеров-управленцев	2024–2026
14	Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы	Развитие цифровой образовательной среды довузовской подготовки иностранных слушателей	2023–2030
15	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	Развитие кадрового и научного потенциала на базе инновационной модели «Университет 4.0»	2021–2026
16	Тувинский государственный университет	Сельскохозяйственный образовательный кластер	2022–2026

Источник: составлено авторами на основе данных [17].



Рис. 2. Ключевые элементы человеческого капитала

Источник: разработано авторами.

Человеческий капитал состоит из ряда ключевых элементов, которые можно сгруппировать в 3 укрупненных блока качеств: физические, профессиональные и психологические.

В настоящее время аграрные вузы страны активно применяют цифровые проекты, наращивая креативно-инновационный потенциал не только сферы высшего образования, но и аграрной сферы. Вместе с тем совершенствуются методы и формы управления вузами, а также наблюдается построение эффективной инновационной системы цифровизации высшей школы. В таблице 3 представлены перспективные направления развития российской высшей школы в условиях современных вызовов.

Таблица 3. Условия и перспективы развития системы высшего образования в России в контексте современных вызовов

№ п/п	Критерии развития	Результаты
1	Подходы к реформам структуры образования	Формирование новой модели высшего образования, модернизация форм подготовки специалистов
2	Технологические нововведения	Активно внедряются в сферу высшего образования различные цифровые технологии и инструменты
3	Международное сотрудничество	В условиях сложившейся геополитической обстановки наблюдается сужение рамок международной академической мобильности, при этом международное сотрудничество с дружественными странами остается приоритетом и развивается
4	Перспективы	Создается конкурентоспособная образовательная система за счет внедрения гибких учебных траекторий на основе практико-ориентированного подхода и усиления связей с реальным сектором экономики. Совершенствуется цифровая экосистема в сфере высшего образования. Повышается степень автономности вузов, предлагаются инновационные модели их деятельности
5	Сценарии развития	Модернизация стандартов: совершенствование учебных планов, обновление программ, модульное обучение и др. Цифровизация и гибридные форматы: онлайн-курсы, гибридные программы, развитие российских цифровых платформ. Сотрудничество с дружественными странами: расширение связей со странами СНГ, ШОС, БРИКС, рост числа студентов и совместных образовательных программ. Международные образовательные альянсы: развитие программ с вузами-партнерами, создание исследовательских центров мирового уровня. Укрепление международных позиций: участие в международных образовательных рейтингах, крупных научных форумах, глобальных инициативах и проектах. Поддержка талантливой молодежи: гранты, стажировки, трудоустройство, интеграционные программы и др.

Источник: составлено авторами.

В 2020 г. в России стартовала программа «Приоритет-2030», участниками которой с 2025 г. стали следующие аграрные вузы:

- Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;
- Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина;
- Ставропольский государственный аграрный университет;
- Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина;
- Башкирский государственный аграрный университет;
- Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова;
- Дальневосточный государственный аграрный университет;
- Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина.

К 2030 г. в России должны функционировать более 100 прогрессивных современных университетов – центров научно-технологического и социально-экономического развития страны. В рамках указанной программы уделяется пристальное внимание цифровой трансформации высшего образования. Вузы – участники данной программы должны эффективно реализовать проект «Цифровые кафедры», который направлен на создание возможностей для повышения квалификации и получения цифровых компетенций для освоения новой профессии в сфере ИТ.

Результаты данного исследования показали, что в настоящее время идет интенсивный процесс внедрения цифровых технологий в сферу высшего образования, реализуется ряд проектов. В частности, внедрена Государственная информационная система «Современная цифровая образовательная среда», которая «...обеспечивает сбор, обработку и предоставление актуальной информации об онлайн-курсах, программах дополнительного профессионального образования, образовательной деятельности образовательных организаций, фиксацию и верификацию достижений пользователей в цифровом портфолио, а также взаимодействие в рамках образовательного процесса между обучающимися, представителями образовательных организаций и иных организаций».

Как следует из отчета Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об итогах деятельности Министерства науки и высшего образования за 2024 год», «в отчетном периоде обеспечено подключение 453 образовательных организаций, а также 18 платформ онлайн-образования» [15]. Кроме того, «...в ГИС «Современная цифровая образовательная среда» содержатся сведения о более 4,5 млн обучающихся, в том числе информация об их зачетных книжках и студенческих билетах. Также на ГИС СЦОС размещено 1430 онлайн-курсов и 1350 программ дополнительного профессионального образования. В настоящее время на платформе ГИС СЦОС зарегистрировано порядка 617 тыс. пользователей» [15].

Наиболее успешным опытом реализации цифровых проектов среди аграрных вузов обладает Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, где создан Проектный институт цифровой трансформации АПК и функционируют 8 цифровых лабораторий:

- Лаборатория искусственного интеллекта в АПК;
- Лаборатория больших данных;
- Лаборатория интернета вещей;
- Лаборатория цифровых двойников;
- Лаборатория биоинформатики;
- Лаборатория цифровых продуктов;
- Лаборатория геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли;
- Лаборатория информационной безопасности.

В настоящее время в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева реализуется более 150 цифровых проектов в сфере агропромышленного комплекса, в частности «Роботизированные беспилотные системы на базе компьютерного зрения», «Система мониторинга деградации пастбищ», «Цифровой двойник для прогноза плодородия почв и эффективности внесения минеральных удобрений с оценкой их углеродного следа», «AgroBot CloneArm», «Оперативный анализ и управление сорной компонентой», «Распознавание сельскохозяйственных культур по спутниковым изображениям», «Оперативный мониторинг и управление орошением», «Интеллектуальная платформа анализа больших данных и прогнозирования в овощеводстве защищенного грунта», «Программный продукт для автоматического распознавания спелых тепличных томатов по видеоизображению с использованием ИИ», «Система автономного микроклиматического выращивания», «Контроль качества фруктов и овощей при приемке на распределительных центрах на базе компьютерного зрения», «Система контроля качества ягод при приемке в ритейле», «Система компьютерного зрения для животноводства», «Большая языковая модель “Ассистент. Животноводство”», «Разработка программного средства для определения лейкоцитарной формулы крови рыб на основе моделей искусственных нейронных сетей», «Платформа для принятия агрономических решений», «Цифровой двойник полевой опытной станции», «Цифровой продукт для совершенствования процессов хранения сахарной свеклы», «Система интеллектуального распознавания болезней растений (на примере парши яблонь)» и др.

Цифровые проекты в сфере высшего образования кардинально меняют модели функционирования современных университетов, требуют новых компетенций как к организации учебного процесса в вузах, так и новых подходов к управлению всей сферой высшего образования.

В данной связи авторами предлагается собственное определение понятия цифрового проекта в высшем образовании, представляющего собой проектное решение, в котором функционально модифицируется или разрабатывается новая информационная система, основанная на современных цифровых технологиях, способствующая эффективной организации обучения в вузе либо оптимизации управленческих процессов в условиях современных вызовов.

Следует также отметить, что инновационные аграрные вузы в условиях трансформационных преобразований могут использовать модель «цифрового двойника», которая представляет собой виртуальную копию реальных сельскохозяйственных объектов, процессов или систем, позволяющую осуществлять мониторинг, анализ и прогнозирование их поведения в реальном времени, а также оптимизировать принятие различных решений. В аграрном вузе в качестве цифрового двойника, то есть объекта моделирования, могут быть выбраны самые разные сферы производства и самые разные объекты: поле, ферма, специализированная лаборатория, система орошения, сельскохозяйственная техника, перерабатывающее предприятие, учебный процесс и сам вуз в целом.

В качестве перспектив подготовки высококвалифицированных кадров для различных отраслей экономики, в том числе в сфере АПК, авторами предлагается создание цифровой экосистемы высшего образования, что позволит интегрировать в едином информационном контуре вузы, Минобрнауки России, Минсельхоз России, а также другие государственные, региональные и муниципальные органы власти, крупных работодателей, упростить обмен необходимыми данными, эффективно использовать аналитические и цифровые инструменты, взаимодействовать с множеством отраслевых информационных систем и системой государственных услуг.

На рисунке 3 выделены наиболее используемые в развитии регионов цифровые технологии и представлено их влияние на совершенствование основных сфер деятельности в регионах.

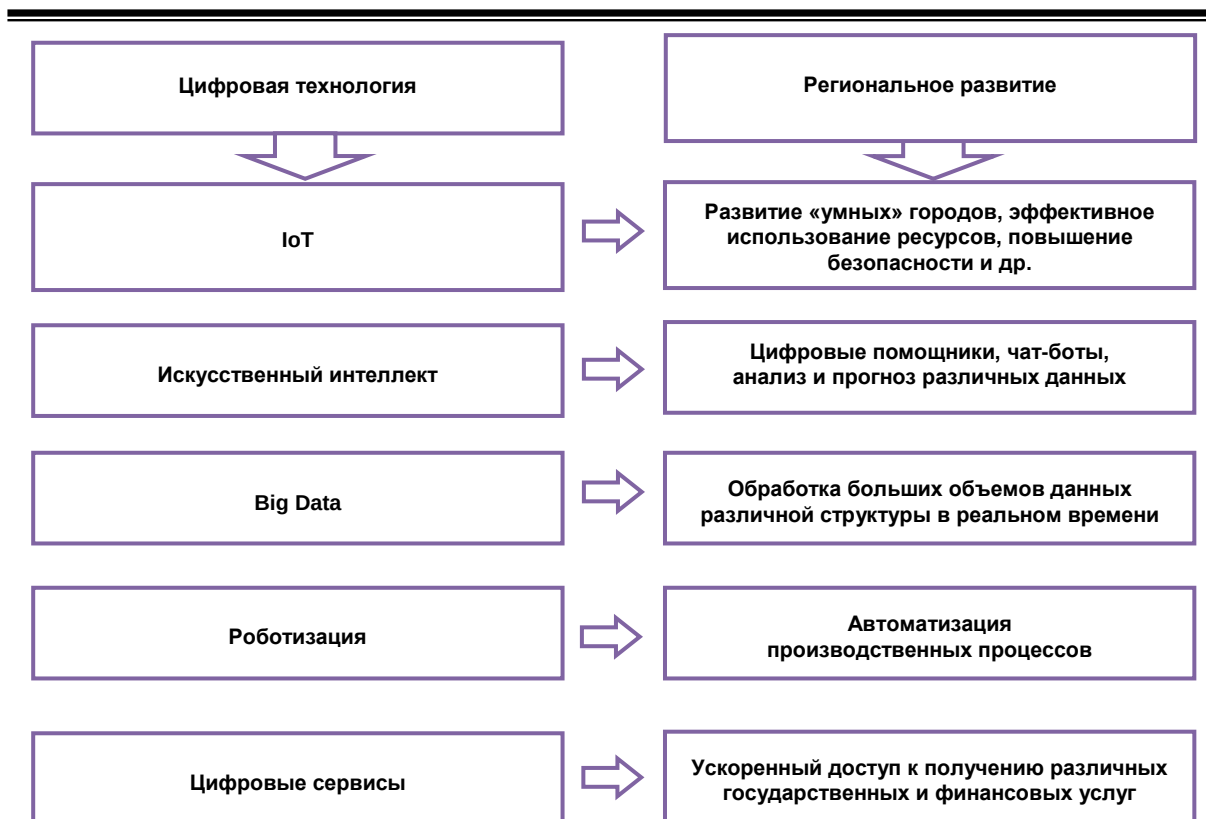


Рис. 3. Влияние цифровых технологий на развитие регионов

Источник: разработано авторами.

Ассоциацией инновационных решений и искусственного интеллекта «Регионы XXI век», созданной в 2007 г., уже более 17 лет изучается опыт внедрения цифровых технологий в России. Основной миссией данной ассоциации является создание условий для сбалансированного и устойчивого технологического прогресса в регионах России.

Ассоциация как площадка для межрегионального взаимодействия сохранила межрегиональный характер деятельности, усилив его новым технологическим содержанием с целью продвижения цифровой трансформации на уровне бизнеса и государства, внедрения ИИ-решений в экономику, социальную сферу и управление, а также формирования единого технологического пространства на всей территории России.

Ежегодно данной ассоциацией публикуется Рейтинг цифровизации и внедрения искусственного интеллекта в регионах России. Для оценки используются различные показатели: наличие инфраструктуры, возможность входа на портал государственных услуг как со стационарного компьютера, так и используя мобильное приложение, наличие полного комплекса элементов «умный город», здравоохранение, образование, проекты ИИ, открытые данные, экономика инноваций, коммуникации, динамика развития человеческого капитала.

На основе собственной методики Ассоциация инновационных решений и искусственного интеллекта «Регионы XXI век» составила рейтинг цифровизации и внедрения ИИ в регионах России за январь-апрель 2025 г. (рис. 4). Рейтинг цифровизации охватывает 85 субъектов РФ (без новых территорий) и оценивает их по 9 ключевым направлениям цифрового развития: цифровая инфраструктура; цифровые госуслуги; умные города; цифровое здравоохранение; цифровое образование и кадры; проекты ИИ; открытые данные; цифровая экономика и инновации; публичная повестка и коммуникации. Методика расчета одобрена экспертным советом на основе 20 индикаторов, агрегированных по указанным 9 направлениям. Каждому региону присваивается итоговый балл по 100-балльной шкале (суммарный индекс).

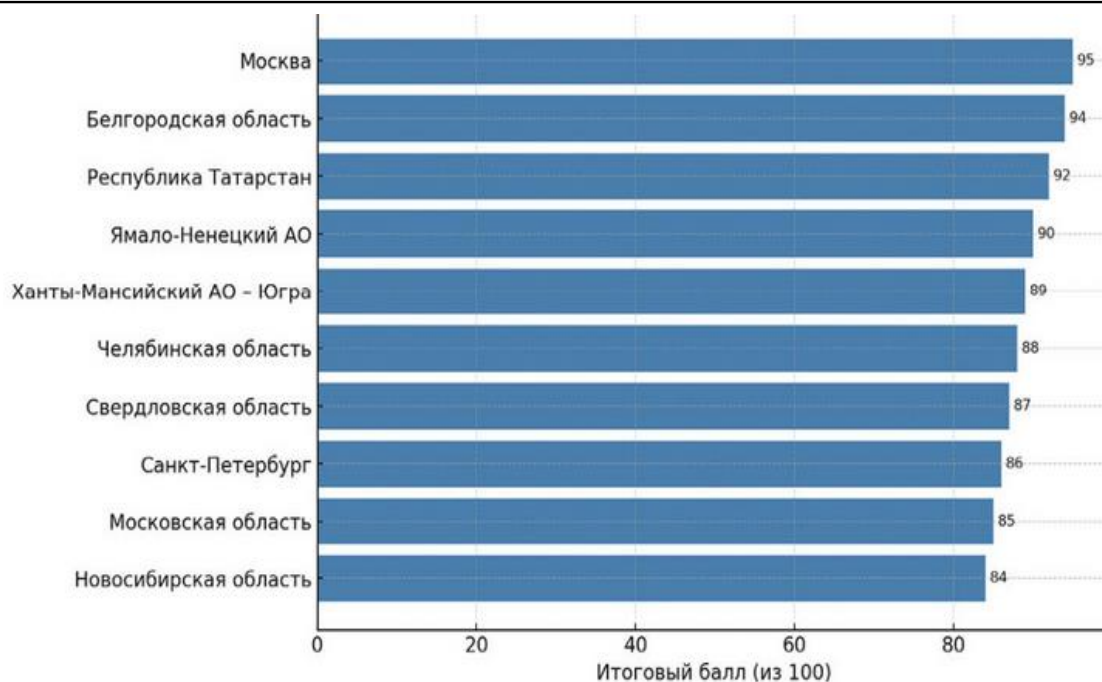


Рис. 4. Топ-10 регионов России рейтинга цифровизации и внедрения ИИ (январь-апрель 2025 г.)

Источник: [21].

Первое место занимает Москва, так как демонстрирует наивысшие показатели практически по всем направлениям, набрав 95 баллов из 100. Столица имеет развитую инфраструктуру, множество проектов в области ИИ (система компьютерного зрения на улицах, городская платформа больших данных) и считается одним из самых «умных» городов мира. Белгородская область вышла в лидеры среди регионов – на 2-м месте с 94 баллами, выделяется успехами в сфере цифровых госуслуг и управления. По итогам 2024 г. Белгородчина заняла 1-е место в рейтинге цифровой трансформации регионов, опередив более крупные субъекты. В первую десятку также входят Республика Татарстан как цифровой флагман с ИТ-кластером в Казани (3-е место, 92 балла), Ямало-Ненецкий АО (4-е место, 90 баллов) и Ханты-Мансийский АО – Югра (5-е место, 89 баллов) как регионы, обладающие значительной ресурсной базой, активно внедряющие цифровые решения в удаленных территориях. Внизу рейтинга расположились регионы, имеющие слабую ИТ-экосистему и реализующие незначительное число цифровых проектов. Тем не менее эти регионы располагают базовой инфраструктурой (подключен Интернет в школах, созданы пункты МФЦ) и могут ускорить развитие технологий за счет участия в федеральных проектах.

Анализ данных приведенного рейтинга позволяет сделать вывод, что на верхних позициях находятся регионы, в которых уделяют пристальное внимание технологическому совершенству и постоянному развитию человеческого капитала.

Заключение

Человеческий капитал является одним из важных элементов регионального развития, который способствует устойчивому экономическому росту, инновационному развитию и социальной стабильности. Важную роль в развитии человеческого капитала играет основанное на инновационных технологических решениях образование индивида в течение всей жизни.

Цифровые проекты, реализуемые в настоящее время в сфере высшего образования, позволяют интегрировать в единое информационное пространство такие компоненты как стратегия, финансы, кадры, цифровая инфраструктура, операционное управление, программное обеспечение, мобильные сервисы, риски.

Большое внимание российскими вузами, в том числе аграрными, в настоящее время уделяется облачным технологиям и системам искусственного интеллекта, способствующим персонализации обучения для студентов, гибкой адаптации образовательных направлений к потребностям современного рынка труда, установлению межвузовских связей как внутри страны, так и в международном масштабе.

Как показало авторское исследование, проведение занятий с использованием цифровых проектных решений, например с применением VR-технологий, способствует вовлеченности обучающихся и преподавателей в учебный процесс, наглядности процессов моделирования профессиональной среды, сфокусированности процесса обучения, лучшему освоению профессиональных компетенций в более комфортных условиях получения и закрепления знаний и навыков. Кроме того, цифровые проекты способствуют формированию навыков командной работы, развитию цифровых компетенций и креативного мышления.

Таким образом, цифровые проекты в аграрных вузах являются сегодня технологической трансформацией, направленной на создание гибкой и эффективной системы аграрного образования и науки, оказывающей влияние на ускорение внедрения инноваций в агропромышленном комплексе.

Список источников

1. Акмаева Р.И., Амиров Р.А., Асалиева З.А. и др. Структурная модернизация российской экономики: угрозы, возможности, перспективы: монография. Москва: ИНФРА-М, 2024. 205 с. DOI: 10.12737/2144523.
2. Амиров Р.А., Билалова У.М. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования // Управленческое консультирование. 2020. № 3. С. 80–88. DOI: 10.22394/1726-1139-2020-3-80-88.
3. Балдин А.В. Информационные технологии управления университетом. Москва: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 48 с.
4. Борисов С.А., Жогин А.О. Формирование цифровых компетенций сотрудников как элемент повышения конкурентоспособности фирмы // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 4. С. 148–154. DOI: 10.17513/vaael.2150.
5. Бузгалин А.В., Глазьев С.Ю. Российское образование в области экономической теории: необходимо обновление // Российский экономический журнал. 2022. № 5. С. 4–21. DOI: 10.33983/0130-9757-2022-5-4-21.
6. Глава Минобрнауки назвал Болонскую систему образования «прожитым этапом» [Электронный ресурс] // ТАСС. Официальный сайт. 24 мая 2022 г. URL: <https://tass.ru/obschestvo/14716295> (дата обращения: 12.03.2025).
7. Ергунова О.Т., Сомов А.Г., Седакина А.А. и др. Искусственный интеллект в управлении кадрами агропромышленного комплекса: нейросетевая методика динамического сопоставления требований работодателя и компетенций специалистов // Аграрная наука. 2025. № 8. С. 160–163. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-397-08-160-163.
8. Жуковская И.Е., Амиров Р.А. Ключевые направления формирования цифровой образовательной среды университета: инновационный и педагогический подходы // Инновации и инвестиции. 2024. № 9. С. 120–122.
9. Жуковская И.Е., Амиров Р.А. Современные векторы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего образования: опыт, проблемы, перспективы // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2024. № 4. С. 86–92.
10. Жуковская И.Е. Взаимодействие инновационных инфраструктур университетов и промышленных предприятий как единой экосистемы // Ars Administrandi (Искусство управления). 2025. Т. 17, № 4. С. 650–671. DOI: 10.17072/2218-9173-2025-4-650-671.
11. Карпов А.О. Современный университет как драйвер экономического роста: модели и миссии // Вопросы экономики. 2017. № 3. С. 58–76. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-3-58-76.
12. Клячко Т.Л. Российская система высшего образования на переломе // Вопросы теоретической экономики. 2023. № 2. С. 35–51. DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2023_2_35_51.
13. Лобова С.В., Бочаров С.Н., Понькина Е.В. Цифровизация: мейнстрим для университетского образования и вызовы для преподавателей // Университетское управление: практика и анализ. 2020. Т. 24, № 2. С. 92–106. DOI: 10.15826/umpra.2020.02.016.
14. Матвеев В.В., Ильминская С.А. Структурные компоненты и факторы развития регионального человеческого капитала // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2023. № 3. С. 104–116. DOI: 10.37493/2307-907X.2023.3.11.

15. Об итогах деятельности Министерства науки и высшего образования Российской Федерации за 2024 год [Электронный ресурс] // Минобрнауки России. Официальный сайт. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/2025/07/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4.pdf> (дата обращения: 15.03.2025).
16. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 31.05.2019 № 696 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326085/ (дата обращения: 15.03.2025).
17. Об утверждении перечня федеральных инновационных площадок: Приказ Минобрнауки России от 19.01.2024 № 28 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/408567459/501304499> (дата обращения: 15.03.2025).
18. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.12.2024 № 4146-р [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения: 15.03.2025).
19. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 02.02.2015 № 151-р [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174933/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения: 15.03.2025).
20. О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования: Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2023 № 343 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49210> (дата обращения: 15.03.2025).
21. Рейтинг цифровизации и внедрения ИИ в регионах России (январь-апрель 2025 года) [Электронный ресурс] // Регионы России: национальные приоритеты. URL: <https://rrmag.ru/2025/05/19/rejting-cifrovizaczii-i-vnedreniya-ii-v-regionah-rossii-yanvar-aprel-2025-goda/> (дата обращения: 15.03.2025).
22. Стратегия цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования до 2030 года [Электронный ресурс] // Минобрнауки России. Официальный сайт. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/iblock/e16/dv6edzmr0og5dm57dtm0wylr6uwtujw.pdf> (дата обращения: 10.03.2025).
23. Субаева А.К., Авхадиев Ф.Н. Подготовка кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой экономики // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. № 2. С. 133–137. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-133-137.
24. Тугускина Г.Н., Мустафин А.Н. Обеспечение кадрами предприятий аграрного сектора экономики: проблемы и подходы к решению // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 1. С. 162–168. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_1_162.
25. Хмелев Д.В., Улезько А.В. Институциональная среда и институты цифрового развития сельского хозяйства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1. С. 177–184. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_177.

References

1. Akmaeva R.I., Amirov R.A., Asalieva Z.A. et al. Structural modernization of the Russian economy: threats, opportunities, and perspectives: monograph. Moscow: INFRA-M Publishers; 2024. 205 p. DOI: 10.12737/2144523. (In Russ.).
2. Amirov R.A., Bilalova U.M. Prospects for the Introduction of Artificial Intelligence Technologies in Higher Education. *Administrative Consulting*. 2020;3:80-88. DOI: 10.22394/1726-1139-2020-3-80-88. (In Russ.).
3. Baldin A.V. Information technologies of university management. Moscow: Bauman Moscow State Technical University Publishers; 2007. 48 p. (In Russ.).
4. Borisov S.A., Zhogin A.O. Formation of digital competencies of employees as an element of improve the competitiveness of the company. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2022;4:148-154. DOI: 10.17513/vaael.2150. (In Russ.).
5. Buzgalin A.V., Glaziev S.Yu. Russian education in the field of economic theory: An update is needed. *Russian Economic Journal*. 2022;5:4-21. DOI: <https://doi.org/10.33983/0130-9757-2022-5-4-21>. (In Russ.).
6. Minister of Education and Science of the Russian Federation called the Bologna education system a "spent era". TASS. Official website. May 24, 2022. URL: <https://tass.ru/obschestvo/14716295>. (In Russ.).
7. Ergunova O.T., Somov A.G., Sedyakina A.A. et al. Artificial intelligence in human resources management in Agro-Industrial Complex: A neural network method of dynamic comparison of employer requirements and specialist competencies. *Agrarian Science*. 2025;8:160-163. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-397-08-160-163. (In Russ.).
8. Zhukovskaya I.E., Amirov R.A. Key directions for the formation of digital educational university environment: innovative and pedagogical approaches. *Innovations and Investments*. 2024;9:120-122. (In Russ.).
9. Zhukovskaya I.E., Amirov R.A. Modern vectors of technology implementation artificial intelligence in the field of higher education: experience, problems, prospects. *News of the St. Petersburg State Economic University*. 2024;4:86-92. (In Russ.).
10. Zhukovskaya I.E. Interaction between innovative infrastructures of universities and industrial enterprises as a single ecosystem. *Ars Administrandi*. 2025;17(4):650-671. DOI: 10.17072/2218-9173-2025-4-650-671. (In Russ.).
11. Karpov A.O. Modern University as a Driver of Economic Growth: Models and Missions. *Voprosy Ekonomiki*. 2017;3:58-76. DOI: 10.32609/0042-8736-2017-3-58-76. (In Russ.).
12. Klyachko T.L. Russian system of higher education at a turning point. *Issues of theoretical economics*. 2023;2:35-51. DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2023_2_35_51. (In Russ.).

13. Lobova S.V., Bocharov S.N., Ponkina E.V. Digitalization: Mainstream for the University Education and Challenges for the Teachers. *University Management: Practice and Analysis*. 2020;24(2):92-106. DOI: 10.15826/umpa.2020.02.016. (In Russ.).
14. Matveev V.V., Il'minskaya S.A. Structural components and factors of regional human capital development. *Newsletter of North-Caucasus Federal University*. 2023;3:104-116. DOI: 10.37493/2307-907X.2023.3.11. (In Russ.).
15. On the Results of the Activities of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for 2024. Ministry of Education and Science of Russia. Official Website. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/2025/07/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4.pdf>. (In Russ.).
16. On Approval of the State Program of the Russian Federation "Integrated Development of Rural Areas" and Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation: Resolution of the Government of the Russian Federation of May 31, 2019 No. 696. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326085/. (In Russ.).
17. On Approval of the List of Federal Innovation Platforms: Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of January 19, 2024 No. 28. URL: <https://base.garant.ru/408567459/501304499>. (In Russ.).
18. On Approval of the Spatial Development Strategy of the Russian Federation through 2030 with a Forecast to 2036: Order of the Government of the Russian Federation of December 28, 2024 No. 4146-r. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_495567/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/. (In Russ.).
19. On Approval of the Strategy for Sustainable Development of Rural Areas of the Russian Federation through 2030: Order of the Government of the Russian Federation of February 2, 2015 No. 151-r. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174933/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/. (In Russ.).
20. On Certain Issues of Improving the Higher Education System: Decree of the President of the Russian Federation of May 12, 2023 No. 343. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49210>. (In Russ.).
21. Ranking of digitalization and AI implementation in the regions of Russia (January-April 2025). Regions of Russia: National Priorities. URL: <https://rrmag.ru/2025/05/19/rejting-cifrovizaczii-i-vnedreniya-ii-v-regionah-rossii-yanvar-aprel-2025-goda/>. (In Russ.).
22. Strategy for Digital Transformation of the Science and Higher Education Sector. Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Official Website. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/iblock/e16/dv6edzmr0og5dm57dtm0wyllr6uwtujw.pdf>. (In Russ.).
23. Subaeva A.K., Avkhadiev F.N. Training of personnel for agriculture in the digital economy. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2021;2:133-137. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-133-137. (In Russ.).
24. Tuguskina G.N., Mustafin A.N. Strategic staffing of enterprises in agricultural sector of economic activity: problem-solving approach. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(1):162-168. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_1_162. (In Russ.).
25. Khmelev D.V., Ulez'ko A.V. Institutional environment and institutions for digital development of agriculture. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):177-184. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_177. (In Russ.).

Информация об авторах

Р.А. Амиров – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»; доцент кафедры экономики ГАОУ ВО «Дагестанский государственный университет народного хозяйства», a.rasul05@yandex.ru.

И.Е. Жуковская – доктор экономических наук, профессор кафедры бизнес-информатики ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», irishka.165@mail.ru.

А.Т. Амиров – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство» Прикаспийского межрегионального института (филиала) ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», alikadi77@yandex.ru.

Г.У. Магомедбеков – кандидат экономических наук, доцент, директор юридического института ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», gamzatm@mail.ru.

Information about the authors

R.A. Amirov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management, Dagestan State University; Docent, the Dept. of Economics, Dagestan State University of National Economy, a.rasul05@yandex.ru.

I.E. Zhukovskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Business Informatics, Financial University under the Government of the Russian Federation, irishka.165@mail.ru.

A.T. Amirov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Automobile Transport and Road Management, Caspian Interregional Institute (Branch) of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, alikadi77@yandex.ru.

G.U. Magomedbekov, Candidate of Economic Sciences, Docent, Director of the Law Institute, Dagestan State University, gamzatm@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 05.06.2025; одобрена после рецензирования 26.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 05.06.2025; approved after reviewing 26.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Амиров Р.А., Жуковская И.Е., Амиров А.Т., Магомедбеков Г.У., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_167

EDN: SDBFWU

**Оценка бюджетно-инвестиционных ресурсов реализации
политики промышленного суверенитета РФ: региональный подход**

Ирина Валентиновна Данилова¹, Наталья Юрьевна Коротина²,
Виктория Павловна Деева^{3✉}

^{1, 2, 3} Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

³ deevavp@susu.ru✉

Аннотация. Анализируется ресурсная достаточность российских индустриальных регионов для участия в реализации политики перехода к промышленному суверенитету. Объектом исследования выбраны регионы, в которых ведущей отраслью промышленности является обрабатывающая с различными структурами, бюджетной обеспеченностью и уровнем технологичности производства. Цель исследования заключалась в разработке индикаторов и оценке достаточности бюджетно-инвестиционных ресурсов регионов для реализации политики промышленного суверенитета России. Исследование базировалось на теории государственного сектора и эффективности бюджетных расходов, применялись методы территориальной компоновки, систематизации и сравнительного анализа. Систематизированы ресурсы развития обрабатывающей промышленности регионов с позиции масштаба инвестиций и целевого фокуса программных расходов. Агрегированная оценка ресурсов позволила определить, что только 7% индустриальных регионов характеризуются ресурсной достаточностью по принятым бенчмаркам для результативного участия в укреплении промышленного суверенитета, в большинстве регионов (67%) наблюдается компенсаторное увеличение поддержки со стороны бюджетных источников ограниченных инвестиционных ресурсов. Выявлены значительная неоднородность в ресурсной обеспеченности индустриального развития регионов, различия региональных ситуаций с точки зрения соответствия/отклонения от условных бенчмарков; установлено, что условия, наиболее способствующие достижению промышленного суверенитета, сложились в регионах с профильными программами государственной поддержки промышленности и совмещенными программами развития нескольких отраслей, включая промышленность. Результаты исследования вносят вклад в понимание необходимости сбора сводной информации в территориальном разрезе, разработки индикаторов и механизма мониторинга, системы обратной связи и фильтрации программных расходов для повышения результативности в достижении самодостаточности промышленного развития.

Ключевые слова: промышленный суверенитет, государственная поддержка регионов, программные расходы, налоговые расходы, бюджетно-инвестиционные ресурсы, обрабатывающая промышленность

Финансирование: статья подготовлена по результатам исследования, поддержанного Российским научным фондом, номер проекта 25-18-20044 (<https://rscf.ru/project/25-18-20044/>), и Правительством Челябинской области.

Для цитирования: Данилова И.В., Коротина Н.Ю., Деева В.П. Оценка бюджетно-инвестиционных ресурсов реализации политики промышленного суверенитета РФ: региональный подход // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 167–182. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_167-182.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Assessment of budgetary and investment resources for
the implementation of the industrial sovereignty policy
of the Russian Federation: a regional approach**

Irina V. Danilova¹, Natalia Yu. Korotina², Victoria P. Deeva^{3✉}

^{1, 2, 3} South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

³ deevavp@susu.ru✉

Abstract. The authors discussed resource sufficiency of Russian industrial regions for participation in the implementation of the policy of transition to industrial sovereignty. The objects of the study were the regions of the manufacturing industry with different structures, budgetary security and level of production technology. The purpose of the study was to develop indicators and assess the sufficiency of budgetary and investment resources

of the regions for the implementation of the industrial sovereignty policy of the Russian Federation. The study was based on the theory of the public sector and the effectiveness of budget expenditures; methods of territorial layout, systematization and comparative analysis were used. As a result of the study, the resources for the development of industry in the regions were systematized from the standpoint of the scale of investments and the target focus of program expenditures. An aggregated assessment of the resources of the regions made it possible to determine that only 7% of industrial regions are characterized by resource sufficiency according to the adopted benchmarks for effective participation in strengthening industrial sovereignty; in most regions (67%) there is a compensatory increase in support from budgetary sources of limited investment resources. The authors revealed significant heterogeneity in the resource endowment of industrial development in regions, differences in regional situations in compliance/deviation from conditional benchmarks and defined that the conditions most conducive to achieving industrial sovereignty have developed in regions with specialized programs of state support for industry and combined programs for the development of several branches, including industry. The results of the study contribute to understanding the need of collecting consolidated information in a territorial context, developing indicators and a monitoring mechanism, a feedback system and filtering of program costs for enhancing the efficiency at achieving self-sufficiency in industrial development.

Keywords: industrial sovereignty, state support to regions, program expenditures, tax expenditures, budgetary investment resources, manufacturing industry

Funding: the paper was prepared based on the results of research supported by the Russian Science Foundation, Project No. 25-18-20044 (<https://rscf.ru/project/25-18-20044/>), and by the Government of Chelyabinsk Oblast.

For citation: Danilova I.V., Korotina N.Y., Deeva V.P. Assessment of budgetary and investment resources for the implementation of the industrial sovereignty policy of the Russian Federation: a regional approach. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):167-182. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_167-182.

Введение

Глобальный курс на повышение экономической независимости стран связан с изменением международных связей в области технологий, цифровых и инновационных услуг, логистики и поставок инвестиционных товаров. Фокусом развития стал ориентир на повышение самодостаточности экономики в целом и промышленного сектора в частности, формирование «промышленного суверенитета» стран, что предполагает интенсификацию резервов производственного потенциала (инновационного, исследовательского, инфраструктурного и др.), расширение спектра компетенций индустриальных специализаций как способности к производству стратегически важной продукции, наличие высокотехнологичной промышленности, механизмов стабилизации в интересах снижения последствий технологических и торговых рестрикций. В современных условиях глобальная трансформация сопровождается негативными эффектами: локализацией инновационных процессов, обострением международной технологической и цифровой конкуренции, ограничением торговли высокотехнологичными услугами, интенсивностью и длительностью санкций. Перечисленные обстоятельства определили необходимость расширения набора концептуальных подходов к рассмотрению приоритетов и функций государственного регулирования [7, 14, 15].

В научном сообществе вновь возрос интерес к теории государственного сектора (а именно к теории «провалов рынка» и неэффективности расходов), фиксируется отставание экономики развитых стран в технологическом развитии [16], обосновывается необходимость, с одной стороны, увеличения государственных расходов и контроля в сегменте «рынка технологий» (критических, ключевых, стратегических), с другой – разработки инструментов стимулирования предпринимательского сектора [18]. Зарубежные авторы [15, 22] концентрируют внимание на кардинальной трансформации роли государства и государственной промышленной политики, а также на каналах расходов и поддержки суверенитета в технологической, цифровой и прочих сферах промышленности с обязательным мониторингом результативности проектов и программ, эффективности расходов [17].

Общемировые тенденции также находят отражение в теоретических исследованиях российских ученых, посвященных проблемам трансформации промышленной политики страны и регионов, инструментам поддержки ключевых отраслей. Основной сферой промышленного обновления России являются обрабатывающие производства,

неравномерно распределенные в экономическом пространстве, а также имеющие различные потенциалы участия в процессе укрепления промышленного суверенитета. В силу этого исследовательское направление данной статьи связано с диагностикой ресурсной (бюджетно-инвестиционной) достаточности перехода индустриальных регионов на платформу развития промышленного суверенитета.

Объектом исследования выбраны индустриальные регионы с разной отраслевой структурой, бюджетной обеспеченностью и технологичностью производства.

Целью исследования является разработка индикаторов для оценки достаточности бюджетно-инвестиционных ресурсов регионов для реализации политики промышленного суверенитета РФ.

Гипотеза исследования заключается в том, что субъекты РФ отличаются по уровню достаточности и качественным характеристикам бюджетно-инвестиционных ресурсов (инвестиций и государственной поддержки в формате программных и налоговых расходов) для обеспечения промышленного суверенитета национальной экономики. Учет данных бюджетно-инвестиционных ресурсов регионов расширяет возможности мониторинга и спецификации программных расходов, направленных на достижение самодостаточности промышленного развития.

Актуальные тренды бюджетной поддержки промышленного суверенитета

Ключевой задачей промышленной политики России на современном этапе является достижение промышленного суверенитета как способности обеспечить самодостаточность промышленного сектора экономики и снижение технологической и ресурсной зависимости экономики в условиях высокой неопределенности. Государственная промышленная политика в современных исследованиях рассматривается как комплекс мер, направленных на оптимизацию отраслевой структуры и коррекцию параметров воспроизводства в соответствии с постиндустриальным направлением развития [19, 25] и предполагающих переход от минимизации государственного участия [16, 25] к стратегической поддержке и финансированию развития высокотехнологичных (наукоемких) отраслей.

Возникшие технологические сдвиги обусловили необходимость обоснования новых промышленных стратегий и механизмов бюджетной поддержки, которые приняты в большинстве развитых и развивающихся стран:

- «Промышленная стратегия Великобритании: создание Великобритании, подходящей для будущего» (2017 г.) [23];
- Национальная промышленная стратегия Германии до 2030 («Индустрия 4,0» [34]);
- «Корейский новый курс» [6];
- «Закон об американском плане спасения» [4];
- программа модернизации китайской промышленности «Сделано в Китае 2025» [27];
- стратегия «Видение Саудовской Аравии: 2030» [3] и др.

В России также создана и постоянно развивается институциональная база промышленного развития: принят комплекс нормативно-правовых актов, в том числе Указ Президента РФ «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (от 28.02.2024 № 145) [11], созданы институты финансовой поддержки (Фонд развития промышленности, Фонд содействия инновациям, Агентство технологического развития РФ и др.), активизированы национальные проекты и программы. Для экономики России проблема формирования политики промышленного суверенитета имеет пространственное измерение, что обусловлено дифференциацией технологического развития регионов и, соответственно, предполагает разработку территориально ориентированных решений, учитывающих информацию о бюджетной емкости, инвестиционном потенциале, промышленных компетенциях субъектов, их функциональных и производственных возможностях.

Вследствие федеративного типа устройства и пространственной неоднородности России особую актуальность приобретает анализ регионального разреза государственной поддержки трансформации промышленности [5] и дезагрегирования целей достижения промышленного суверенитета с учетом уровня развития индустрии и доходов территорий. Применение разнообразного инструментария прямых и косвенных мер [1], разномасштабных по объемам расходов поддержки вертикальных решений (нацеленных на создание и стимулирование новых сфер и секторов экономики [29]) и горизонтальных мер (направленных на эффективную работу рынка в части инвестиций в технологии, исследования, промышленную инфраструктуру [33, 35]) затрудняет проведение оценки (с позиции региональной локализации) ввиду многоканальности ресурсов развития и непрозрачности аналитических данных. В связи с этим возникает необходимость диагностики и мониторинга агрегированной региональной результативности, верификации достижения стратегических приоритетов, что особенно актуально для территориально емких федераций или интеграций, имеющих, помимо централизованных, относительно автономные ресурсы роста.

На основе применения комплексного подхода к мониторингу эффективности экономической политики стран – членов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) руководящим органом – советом представителей – разработан проект «Количественная оценка промышленных стратегий стран ОЭСР» [30], цель которого заключается в измерении и сравнении расходов бюджетов государств на промышленную политику, а также анализе затрат и выгод политики на уровне производственных процессов с учетом регулирующих инструментов.

Традиционно результативность промышленной политики оценивается по показателям экономического роста и производительности [26], поступлениям налога на прибыль и снижению задолженности по кредитам [5], но не менее важной частью анализа является оценка достаточности совокупных ресурсов, концентрируемых территориями [28, 33]: масштабы проектных и программных бюджетных расходов, а также налоговые расходы, льготные целевые кредиты, гарантии и др. [19]. Наличие разных бюджетных источников и многообразие форматов поддержки определяют необходимость разработки системы диагностики, включающей оценку как федерального участия (т. е. доли государственной собственности и расходов бюджета в развитии промышленности [7]), так и региональной финансовой поддержки индустриальной сферы. Помимо перечисленного выше также необходима разработка системы организационных и статистических мер.

В странах ОЭСР мониторинг расходов на промышленную политику проводится в соответствии с принципами, закрепленными в следующих проектах:

1) STIP Compass – «совместная инициатива Европейской комиссии и ОЭСР, направленная на сбор в одном месте количественных и качественных данных о национальных тенденциях политики в области науки, технологий и инноваций» [35];

2) MicroBeRD+, направленный на анализ структуры, распределения и концентрации НИОКР в бизнесе, источников финансирования НИОКР и государственной поддержки инноваций [30];

3) Scoreboard State Aid Data – инструмент сбора статистических данных, применяемый с 2020 г., включающий интерактивное информационное табло, позволяющее анализировать продвижение индустрий и структуру государственной поддержки, систематизировать информацию по целям, странам и инструментам политики [32].

Безусловно, такие бенчмарки могут быть адаптированы при проведении мониторинга развития промышленности в субъектах Российской Федерации.

Очевидной научной и прикладной проблемой является отсутствие пороговых значений достаточности бюджетных средств для динамизации развития промышленности:

в среднем в развитых странах государственная поддержка в 2021 г. составляла около 1,4% ВВП. Между странами существуют значительные различия: от минимальных значений в Ирландии (0,6% ВВП) и Канаде (0,8% ВВП) до 2,2% ВВП во Франции и 2,3% ВВП в Великобритании [20].

В структуре государственной поддержки индустриального развития наибольшую долю составляют налоговые расходы (1,0% ВВП), внутринациональные гранты – в 2,5 раза меньше (0,4% ВВП), гранты Евросоюза в среднем составляют 0,08% ВВП (максимальные в Италии – 0,2%, минимальные – в Дании и Нидерландах – 0,04% ВВП) [21].

Наблюдается неоднородность и мер поддержки: большинство стран (Великобритания, Дания, Нидерланды, Швейцария, Израиль, Канада, Ирландия) отдают предпочтение налоговым мерам, во Франции и Италии преобладают целевые гранты [31]. В среднем 29% всей поддержки направлено на промышленность, прежде всего обрабатывающую, и инфраструктуру (энергетику, транспорт, телекоммуникационные системы) [20].

Формирование промышленной политики с учетом новых вызовов и в ситуации высокой пространственной неоднородности предполагает разграничение функциональной роли регионов и создание информационно-аналитической платформы для диагностики активностей. В настоящее время в России создан действенный программный инструментарий, ориентированный на приоритетные отрасли. Это – государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [9], которая нацелена на рост обрабатывающих производств, несырьевого неэнергетического экспорта, приоритетных отраслей промышленности, средства которой направляются, в том числе в субфедеральные бюджеты в формате субсидий для софинансирования регионального участия. Стратегической целью программ является развитие сбалансированной промышленности, способной к эффективному саморазвитию, посредством объединения усилий федерации, регионов, отраслей и производств, обеспечения конкурентоспособности российской продукции на внутрисоюзном и мировом рынках, достижение промышленного суверенитета. Кроме того, реализуемая государственная программа РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика» [10] способствует созданию макроэкономических условий развития промышленности: благоприятной инвестиционной среды, росту малого и среднего предпринимательства, стимулированию инноваций, сохранению и росту занятости и др.

В рамках данного исследования особый интерес представляет территориальный разрез бюджетной поддержки, включающей государственные закупки и преференции для отдельных отраслей, налоговые льготы регионам и в рамках инвестиционных проектов, кредиты, гранты и др. Авторами предложена методика диагностики агрегированных ресурсов развития на основе индикаторов и данных официальной статистики, отчетов государственных органов власти как платформа и начальный этап для проведения мониторинга ресурсов промышленной политики.

Материалы и методы исследования

Диагностика достаточности ресурсов для перехода на платформу развития промышленного суверенитета в условиях неоднородной бюджетной емкости индустриальных регионов проведена в последовательности, представленной в таблице 1.

В качестве ресурсов развития приняты инвестиции в основной капитал обрабатывающей промышленности и бюджетные ресурсы: профильные программные и налоговые расходы промышленной направленности.

Объектом исследования выбраны 42 индустриальных региона, которые специализируются на выпуске продукции обрабатывающей промышленности, при этом критерием идентификации субъектов анализа принят коэффициент локализации, рассчитанный как среднее арифметическое значений доли занятых и доли отгруженной продукции обрабатывающей промышленности в регионах (лидер промышленности) по сравнению с аналогичными долями по РФ в целом.

Таблица 1. Последовательность этапов диагностики бюджетно-инвестиционных ресурсов развития промышленности

1. Систематизация регионов по целеориентированности государственных программ развития промышленности		
1.1. Формирование блока анализируемых индустриальных регионов по значению коэффициента локализации обрабатывающей промышленности. 1.2. Разграничение программ развития промышленности с позиции целеориентированности: 1) профильные госпрограммы; 2) подпрограммы в структуре госпрограмм развития экономики; 3) программы развития нескольких отраслей экономики, в числе которых промышленность; 4) отдельные мероприятия в непрофильных программах. 1.3. Спецификация регионов по типу реализуемых программ.		
2. Оценка бюджетно-инвестиционных ресурсов развития промышленности регионов		
2.1. Инвестиционные ресурсы характеризуют усилия по саморазвитию промышленности за счет инвестиций в обрабатывающие производства. Индекс инвестиционной емкости ($I_{и,j}$) обрабатывающего производства j-го региона: $I_{и,j} = I_j / ДС_j, \quad (1)$ где I_j – инвестиции в обрабатывающую отрасль j-го региона $ДС_j$ – добавленная стоимость предприятий обрабатывающей отрасли j-го региона.	2.2. Бюджетные ресурсы характеризуют усилия органов власти по стимулированию промышленности в виде: а) финансирования государственных программ, реализуемых регионом по развитию промышленности (в том числе на условиях софинансирования и предоставления субсидий из федерального бюджета); б) предоставления налоговых преференций в регионе (налоговых расходов). Индекс бюджетной емкости ($I_{б,j}$) обрабатывающего производства региона: $I_{б,j} = I_{гп,j} + I_{н,j} = \frac{ГП_j}{ДС_j} + \frac{НР_j}{ДС_j}, \quad (2)$ где $I_{гп,j}$ – индекс программного финансирования j-го региона; $I_{н,j}$ – индекс налоговых расходов j-го региона; $ГП_j$ – расходы на госпрограммы развития промышленности j-го региона; $НР_j$ – налоговые расходы j-го региона.	
	2.3. Структура бюджетной поддержки	
	2.3.1. Коэффициент структуры направлений бюджетной поддержки: $K_б = \frac{I_{и,j}}{I_{гп,j}}. \quad (3)$	2.3.2. Коэффициент структуры источников программной поддержки: $K_п = \frac{ГП_{р,j}}{ГП_{ф,j}}, \quad (4)$ где $ГП_{р,j}$ – финансирование из регионального бюджета; $ГП_{ф,j}$ – финансирование из федерального бюджета.
3. Компаративистика бюджетно-инвестиционных ресурсов регионов		
3.1. Определение разрывов/ограничений/достаточности инвестиционных и бюджетных ресурсов развития промышленности по метрикам бенчмарков стран ОСЭР. 3.2. Систематизация региональных ситуаций в разрезе синтеза ресурсной и профильной поддержки.		

Источник: составлено авторами.

Информационной базой исследования послужили данные за период 2019–2022 гг.:

- федерального статистического наблюдения регионов России – Росстата (агрегированные в показатели добавленной стоимости, созданной обрабатывающими производствами [13]);
- постановления высших органов власти субъектов РФ об утверждении региональных государственных программ и отчеты по их исполнению [12] (данные о размере субсидий на реализацию государственных программ по федеральным и региональным источникам в разрезе регионов, специализирующихся на обрабатывающей промышленности);
- публикуемая Министерством финансов Российской Федерации информация о налоговых расходах субъектов и их бюджетной обеспеченности [8].

Результаты и их обсуждение

Исследование проводилось с акцентом на бюджетной поддержке промышленности и идентификации целеориентированности программных расходов. Было выявлено наличие государственных программ с разной установкой на промышленные приоритеты (анализировались государственные программы 42 индустриальных регионов).

Пул субъектов РФ разграничен:

- на регионы, реализующие профильные программы, направленные на развитие промышленности, – 20 регионов;
- регионы, где приняты подпрограммы с задачами и мерами по развитию промышленности в составе программ развития экономики, – 10 регионов;
- субъекты, где реализуются программы по развитию комплекса отраслей, в том числе промышленности, – 8 субъектов;
- субъекты, где в непрофильных программах присутствуют отдельные мероприятия по индустриальному развитию, – 2 субъекта (табл. 2).

Таблица 2. Систематизация регионов по целеориентированности государственных программ

Программы регионов: степень целеориентированности	
Профильные госпрограммы по развитию промышленности	Подпрограммы в структуре госпрограмм развития экономики
Республики – Башкортостан, Мордовия, Марий Эл, Татарстан; области – Владимирская, Волгоградская, Воронежская, Кировская, Курганская, Нижегородская, Омская, Орловская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Челябинская, Ярославская (20 регионов)	Край – Алтайский; области – Белгородская, Брянская, Калужская, Костромская, Липецкая, Новгородская, Псковская, Рязанская, Тверская (10 регионов)
Программы развития нескольких отраслей, в числе которых промышленность	Отдельные мероприятия в непрофильных программах
Республики – Удмуртская (П «Развитие промышленности и потребительского рынка»), Чувашская (ПП «Инновационное развитие промышленности»); края – Красноярский (ПП «Развитие инновационной деятельности, промышленности и экспорта»), Пермский (ПП «Развитие промышленности, торговли и инновационное развитие»); области – Архангельская (ПП «Развитие промышленности и инвестиционной деятельности»), Вологодская (ПП «Развитие промышленности, торговли и инновационное развитие»), Ленинградская (ПП «Развитие промышленности и инноваций в Ленинградской области»), Мурманская (ПП «Создание условий для привлечения инвестиций, развития и модернизации промышленного комплекса») (8 регионов)	Области – Ивановская (субсидии управляющим компаниям промышленных (индустриальных) парков, агропромышленных парков, технопарков, промышленных технопарков, др.), Московская (мероприятие «Создание индустриальных (промышленных) парков, промышленных технопарков, инновационно-технологических центров, промышленных площадок»), Тульская (предоставление субсидии уполномоченной организации в сфере создания и развития инфраструктуры индустриальных парков на возмещение затрат, др.), Ульяновская (мероприятие «Развитие промышленных зон», др.) (4 региона)
Принятые сокращения: П – программа, ПП – подпрограмма	

Источник: составлено авторами.

Ключевые показатели бюджетно-инвестиционных ресурсов промышленности по индустриальным регионам (2019–2024 гг.) представлены в таблице 3 (фрагмент).

Заметна высокая дифференциация всех показателей и разнонаправленная динамика. Разрыв между максимальными и минимальными значениями инвестиционной емкости индустриальных регионов увеличился с 5,5 раза в 2019 г. до 8,3 раза в 2022 г., разрыв в налоговых расходах вырос с 32 до 53 раз, бюджетной емкости – в целом снизился (с 132 до 98 раз), но остался на высоком уровне. Отличия индекса программной поддержки составляют более 600 раз в 2019 г. и почти 300 раз в 2022 г., что связано с нестабильностью макроэкономической ситуации и перестройкой направлений бюджетных потоков в связи с шоковыми стрессами (пандемия коронавируса, внешние санкции), а также особенностями учета бюджетных средств (в ряде случаев во время пандемии коронавирусной инфекции поддержка предоставлялась предприятиям-производителям, например, медицинской тех-

ники по государственной программе «Развитие здравоохранения»). Коэффициент структуры программной поддержки варьирует от 0 в ситуации отсутствия финансирования из средств бюджета субъекта РФ (например, в Саратовской области в течение всего анализируемого периода) до 100%, что означает исключительное финансирование со стороны региона (Брянская, Орловская, Тверская, Тульская, Ульяновская области).

Таблица 3. Бюджетно-инвестиционные ресурсы развития промышленности в индустриальных регионах, % (фрагмент)

Субъект РФ	Инвестиционные ресурсы		Бюджетные ресурсы									
	Индекс инвестиционной емкости		Индекс программного финансирования		Индекс налоговых расходов		Индекс бюджетной емкости		Коэффициент структуры направлений бюджетной поддержки		Коэффициент структуры источников программной поддержки	
	2019	2022	2019	2022	2019	2022	2019	2022	2019	2022	2019	2022
Алтайский край	10,4	5,9	0,05	0,03	0,07	0,09	0,12	0,13	1,32	2,73	100	100
Архангельская область	15,6	7,6	0,62	0,69	0,08	1,31	0,70	2,00	0,13	1,89	45,7	75,8
Белгородская область	15,3	10,4	4,35	2,82	0,28	0,32	4,63	3,14	0,06	0,11	76,8	92,2
Брянская область	11,9	12,1	4,99	0,08	1,83	1,33	6,82	1,42	0,37	15,68	100	100
Владимирская область	15,8	9,5	0,02	0,06	0,59	1,43	0,60	1,49	35,16	24,17	0,0	30,3
...												
Самарская область	19,7	16,4	0,03	0,10	1,66	0,93	1,69	1,03	53,76	8,87	55,8	45,5
Свердловская область	8,6	8,4	0,05	0,08	1,72	2,12	1,77	2,20	33,26	27,53	90,5	59,9
...												
Челябинская область	12,8	19,2	0,02	0,12	0,46	0,85	0,46	0,97	22,9	7,4	88,0	72,3
Чувашская Республика	8,7	6,0	5,75	3,51	0,55	0,69	6,30	4,20	0,1	0,2	98,8	95,3
Ярославская область	13,9	17,1	0,00	0,10	0,93	1,26	0,93	1,36	–	12,47	–	67,6
Среднее	16,2	14,7	1,5	1,1	1,2	1,9	2,6	3,0	11,0	10,0	80,5	74,3
Минимум	6,6	5,5	0,02	0,03	0,1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,04	0,00	0,00
Максимум	36,1	45,8	12,8	8,8	3,2	5,3	13,2	9,8	56,7	42,8	100	100
Разрыв, раз	5,5	8,3	640	293	32	53	132	98	1890	1070		

Источник: расчеты авторов.

Снижение среднего значения индекса инвестиционной емкости с 16,2 до 14,7%, свидетельствует о нестабильном характере инвестирования в связи с ограничениями и неопределенностью, что в перспективе влечет устаревание основного капитала и может тормозить промышленное развитие индустриально развитых регионов. Одновременно наблюдалась тенденция снижения индекса программного финансирования обрабатывающей промышленности с 1,5 до 1,1% и коэффициента структуры источников программной поддержки, когда доля участия бюджетов субъектов РФ снижалась с 80,5 до 74,3% и усиливалось влияние федерального центра. Регионы активизировали налоговые преференции (увеличение индекса налоговых расходов с 1,2 до 1,9%), что свидетельствовало о сдвиге с прямой поддержки на косвенную и в целом увеличило территориально ориентированную поддержку промышленности (с 2,6 до 3%).

При оценке достаточности инвестиционных и бюджетных ресурсов развития промышленности использован метод сравнения с бенчмарками стран ОЭСР. В качестве критериев достаточности были выбраны средняя инвестиционная емкость – 18,1% ДС (здесь и далее ДС – добавленная стоимость, производимая обрабатывающей промышленностью) в 2019 г. и 20,3% ДС в 2022 г. [24], а также средний индекс бюджетной емкости – 1,4% ДС в 2019 г. и 1,57% ДС в 2022 г., что является правомерным при аналогичности объектов сравнения – высокой неоднородности территорий как ключевой характеристики. Компаративистика российских индустриальных регионов показала, что средние показатели инвестиционной емкости (16,2% ДС в 2019 г. и 14,7% ДС в 2022 г.) ниже критериального значения, но данное обстоятельство объяснимо отличием статуса России как страны с более низким уровнем экономического развития. Средний индекс бюджетной емкости в РФ (3% ДС) выше, чем пороговое значение стран, уже продвинувшихся в реализации политики формирования промышленного суверенитета.

Позиционно-динамическое диагностирование регионов по параметрам ресурсной обеспеченности промышленного развития (рис. 1) показывает ситуацию своеобразного «эффекта замещения частных инвестиций государственными», что обусловлено форс-мажорными условиями развития: замечен сдвиг в соотношении ресурсного обеспечения в 2022 г. – снижение инвестиционной емкости и увеличение бюджетной поддержки. В то же время «разрыв» между регионами по достаточности ресурсов очевиден, в связи с этим можно выделить следующие типы ситуаций по ресурсной обеспеченности развития промышленности:

I – соответствие «условным бенчмаркам» – у регионов этой зоны по составляющим ресурсной поддержки отмечается «нормальная» ситуация исходя из санкционных условий развития экономики РФ;

II – ситуация с действием «эффектов замещения» – ограниченность инвестиционных ресурсов компенсируется бюджетной поддержкой;

III – акцент на ресурсы саморазвития региона и ограниченность бюджетной поддержки;

IV – ограниченность совокупных ресурсов как инвестиционных, так и бюджетных.

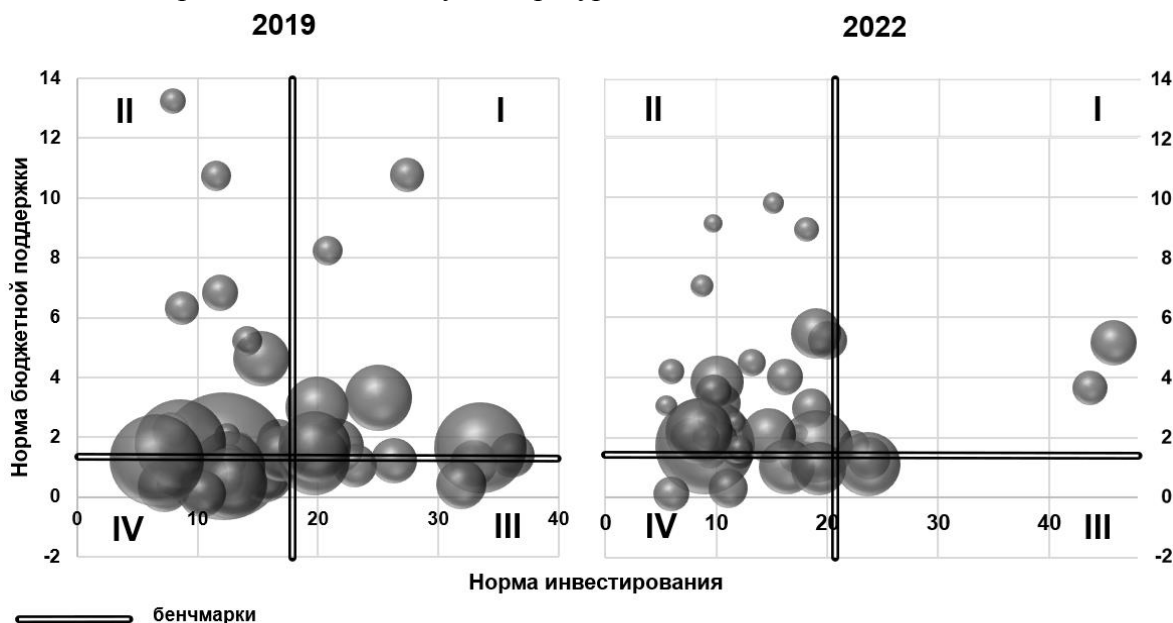


Рис. 1. Позиционно-динамическое диагностирование регионов по ресурсной обеспеченности промышленного развития по зонам: I – достаточность ресурсов; II – компенсаторная поддержка; III – бюджетная ограниченность; IV – ресурсная ограниченность

Источник: рисунок авторов.

Позиционно-динамическое диагностирование ситуаций регионов с 2019 по 2022 г. в таблице 4 визуализирует результаты изменений ресурсной обеспеченности с акцентом на наличие поддержки промышленности профильными программами.

Таблица 4. Информационная карта в разрезе ресурсной и профильной поддержки развития промышленности

Региональные ситуации соответствия/отклонений от условных бенчмарков			
2019 г.		2022 г.	
I – ситуация соответствия	II – акцент на бюджетную поддержку	I – ситуация соответствия	II – акцент на бюджетную поддержку
Республика Татарстан, Пермский край, Воронежская, Мурманская, Орловская, Самарская, Смоленская, Ленинградская, Тамбовская области (9 регионов)	Республики Мордовия, Марий Эл, Чувашская, Белгородская, Брянская, Волгоградская, Ивановская, Калужская, Московская, Новгородская, Псковская, Свердловская, Ульяновская области (13 регионов)	Калужская, Омская, Ленинградская области (3 региона)	Республики Марий Эл, Башкортостан, Мордовия, Чувашская, Татарстан, Удмуртская, Пермский край, Архангельская, Белгородская, Волгоградская, Вологодская, Ивановская, Кировская, Курганская, Московская, Мурманская, Нижегородская, Новгородская, Орловская, Пензенская, Псковская, Рязанская, Свердловская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская, Ульяновская области (28 регионов)
III – акцент на ресурсы саморазвития	IV – ограниченность совокупной ресурсной поддержки	III – акцент на ресурсы саморазвития	IV – ограниченность совокупной ресурсной поддержки
Липецкая, Вологодская, Нижегородская, Омская, Тульская, области (5 регионов)	Республики Башкортостан, Удмуртская, Алтайский, Красноярский края, Архангельская, Владимирская, Кировская, Костромская, Курганская, Пензенская, Рязанская, Саратовская, Тверская, Челябинская и Ярославская области (15 регионов)	Красноярский край, Воронежская область (2 региона)	Алтайский край, Брянская, Владимирская, Костромская, Липецкая, Самарская, Саратовская, Челябинская, Ярославская, области (9 регионов)

Примечание: полужирным шрифтом выделено наличие профильных программ развития промышленности в регионе, заливкой – зона наибольшего сосредоточения регионов.

Источник: составлено авторами по результатам расчетов.

Таблица 4 дополнена информационными картами (рис. 2), данные которых демонстрируют следующее:

- преимущественным инструментом бюджетной поддержки в индустриальных регионах являются налоговые преференции;
- в большинстве регионов финансирование промышленности осуществляется за счет региональных средств;
- федеральная помощь преобладает только в 6 регионах.

Структура бюджетной поддержки:

- налоговые расходы
- программное финансирование

значение коэффициента структуры источников программной поддержки ◆

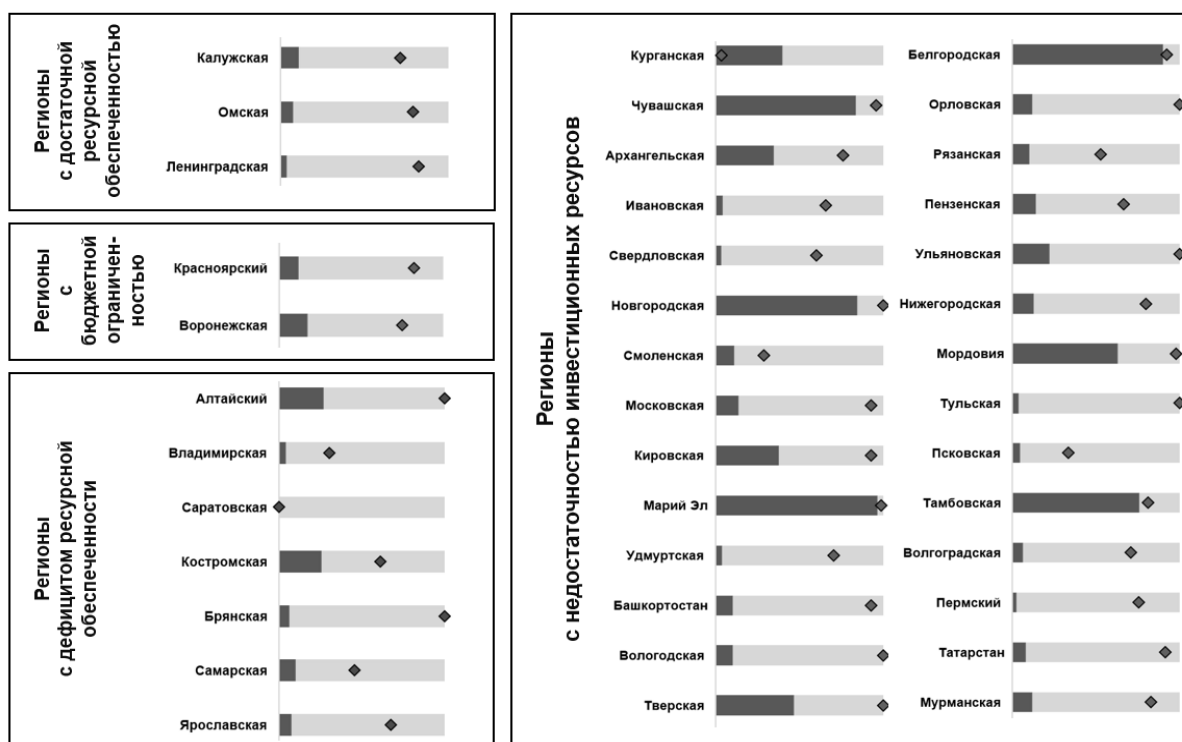


Рис. 2. Информационная карта структуры бюджетной поддержки и структуры источников программной поддержки

Источник: рисунок авторов.

Достаточными ресурсами саморазвития в 2019 г. (по индексу инвестиционной емкости) и весомым участием бюджетной поддержки по принятым бенчмаркам отличаются 9 субъектов федерации (21% от общего числа индустриальных регионов). Для этих субъектов была характерна высокая доля регионального финансирования (в т.ч. 100% в 4 регионах). В то же время группа достаточно разнородна по структуре бюджетной поддержки: низкое соотношение финансирования госпрограмм и налоговых расходов отмечено в Тамбовской области (0,16) и высокое – в Смоленской (57,0). По итогам 2022 г. эта группа сократилась в 3 раза (3 региона, 7%), сохранила позиции только Ленинградская область.

Группа регионов, характеризующихся ограниченными инвестиционными возможностями, но с компенсационной поддержкой бюджетного финансирования промышленности, в 2022 г. была самой многочисленной (28 регионов, 67%), в базовом периоде в нее входило только 13 регионов (31% от общего количества). В группу перешли регионы, у которых наблюдалось снижение инвестиционной емкости: Республика Татарстан, Пермский край, Мурманская, Орловская, Смоленская области. Компенсация разрывов достигнута преимущественно за счет средств бюджетов субъектов РФ (средний коэффициент структуры источников программного финансирования составляет 76%, за исключением Курганской области – 3%).

Группа с акцентом в ресурсах развития на инвестиции, но с ограниченной бюджетной составляющей (5 регионов в 2019 г. и 2 региона в 2022 г.) также характеризуется высоким участием бюджетных средств региона (в среднем 80%), поэтому увеличение федеральной поддержки этих регионов будет способствовать активизации развития промышленности.

Особого внимания требуют регионы, у которых оба показателя ниже порогового значения, таких регионов в 2019 г. было 15 (36%), в 2022 г. – 9 (21%). Наблюдается значительное разнообразие промышленного профиля регионов данной группы при схожих частных показателях: Владимирская и Ярославская области, где преобладают высокотехнологичные производства, а также Челябинская область со специализацией в средне-низкотехнологичной металлургической промышленности [2]. Эти регионы характеризуются инвестиционной емкостью на уровне 13–15% (то есть с отклонением от порогового значения в пределах 20%), но имеют невысокие показатели бюджетной поддержки промышленности. Активность регионов в федеральных проектах позволила бы укрепить позиции в развитии промышленности страны.

Детализированы данные по бюджетно-инвестиционным ресурсам развития индустриальных регионов в рамках группировки по целеориентированности программной поддержки, в связи с чем полужирным шрифтом в таблице 5 выделены регионы, в которых приняты профильные программы развития промышленности, при этом следует обратить внимание на их локализацию в группах I и II с наличием соответствия ресурсной поддержки принятым бенчмаркам.

Таблица 5. Бюджетно-инвестиционные ресурсы развития промышленности регионов в разрезе целеориентированности государственных программ (средние данные за 2022 г.)

Индекс инвестиционной емкости	Индекс программного финансирования	Индекс налоговых расходов	Индекс бюджетной емкости	Коэффициент структуры направлений бюджетной поддержки	Коэффициент структуры источников программной поддержки	Бюджетная обеспеченность
1. Профильные госпрограммы, направленные на развитие промышленности (20 регионов)						
15,1	1,3	1,8	3,1	8,7	66,6	0,819
2. Подпрограммы в структуре госпрограмм развития экономики (10 регионов)						
12,8	1,1	1,1	2,2	6,6	76,9	0,874
3. Программы развития нескольких отраслей экономики, в числе которых промышленность (8 регионов)						
17,8	0,7	2,9	3,6	15,3	83,0	1,058
4. Отдельные мероприятия в непрофильных программах (4 региона)						
11,5	0,4	2,7	3,1	14,4	89,6	0,935
Средняя по всем регионам						
14,7	1,1	1,9	3,0	10,0	74,3	0,889

Примечание: темной заливкой выделены максимальные значения, светлой – минимальные.

Источник: составлено авторами.

Заметно, что фокус развития промышленности совпадает с высоким индексом бюджетной емкости (группа регионов I), в том числе и по величине индекса программных расходов, при этом софинансируемых федеральным бюджетом (средний коэффициент структуры источников – 66,6%). Совмещенные программы развития нескольких отраслей, включая промышленность, свойственны регионам с высокой (в среднем) бюджетной обеспеченностью (1,06) и высоким индексом налоговых расходов (2,9), что логично при высокой инвестиционной емкости обрабатывающей промышленности: регионы могут позволить применять косвенные стимулы для бизнеса в виде налоговых преференций. Наименее определенная ситуация и по бюджетной емкости, и по активности

инвестиций в промышленности у регионов, в которых мероприятия развития промышленности реализуются в рамках одной из подпрограмм развития экономики, что предполагает применение косвенных мер, стимулирующих налоговыми льготами бизнес региона и низкую целеориентированность.

Очевидно, что современная ситуация внешних ограничений влияет на ресурсы федерального бюджета и требует их концентрации на приоритетных направлениях – прежде всего развитии промышленности высокотехнологичных регионов с низкой бюджетной обеспеченностью и ресурсов развития промышленности в целом.

Выводы

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы о ресурсной обеспеченности реализации политики промышленного суверенитета регионов, специализирующихся на обрабатывающих производствах:

- во-первых, не все индустриальные регионы имеют государственные программы с целевым фокусом программных расходов на «встраивании» в новую промышленную повестку;

- во-вторых, только 7% индустриальных регионов характеризуются достаточностью бюджетно-инвестиционных ресурсов на уровне стран, продвинувшихся в реализации политики формирования промышленного суверенитета, и хотя в большинстве регионов (67%) созданы условия, способствующие усилению промышленного суверенитета в виде совокупности мер бюджетно-налогового стимулирования, сокращается, но остается значительным количество регионов (21%), в которых ограничены и инвестиционные, и бюджетные ресурсы развития промышленности;

- в-третьих, условия, наиболее благоприятствующие достижению промышленного суверенитета, сложились в регионах, имеющих профильные программы государственной поддержки промышленного развития и комплексные программы развития нескольких отраслей, включая промышленность;

- в-четвертых, значительны межрегиональные отличия в мерах государственной поддержки промышленности, при том что явные «разрывы/ограничения» развития индустриальных регионов предполагают необходимость мониторинга ситуации со стороны государственных органов власти и коррекции оперативных и программных решений.

Приведенная выше аргументация свидетельствует о необходимости информационного обеспечения и экспертного анализа трансформации ресурсного обеспечения промышленного развития регионов. Полученные результаты являются начальным этапом в процессе разработки системы индикаторов состояния и динамики ресурсов промышленной политики, эмпирической основой для предложений по формированию стимулов укрепления промышленного суверенитета РФ в условиях геополитической напряженности и санкционных мер.

Список источников

1. Абу-Абед Ф.Н., Применение технологий интеллектуального управления и бизнес-проектирования Индустрии 5.0 в Майнинге 5.0 // Экономика и управление инновациями. 2022. № 3(22). С. 50–59. DOI: 10.26730/2587-5574-2022-3-50-59.

2. Данилова И.В., Правдина Н.В. Маркеры разблокировки траектории развития монопрофильных регионов РФ // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2023. Т. 17, № 1. С. 24–35. DOI: 10.14529/em230102.

3. Дударев К. Комментарии экспертов РСМД: Саудовская НЭП и перспективы развития связей между Россией и Саудовской Аравией [Электронный ресурс] // Российский совет по международным делам. Дата публикации: 03.08.2017. URL: <https://russiancouncil.ru/blogs/riacexperts/saudovskaya-nep-i-perspektivy-razvitiya-svyazey-mezhdu-rossiyei-i-saudo/> (дата обращения: 13.05.2025).

4. Закон об американском плане спасения от 2021 года, принятый 117-м Конгрессом США и подписанный Президентом 11 марта 2021 г. [Электронный ресурс] // Советы по налогообложению TAS (Taxpayer Advocate Service). Сводка индивидуальных налоговых изменений по годам. URL: <https://ru.taxpayeradvocate.irs.gov/news/tax-tips/tas-tax-tips-american-rescue-plan-act-of-2021-individual-tax-changes-summary-by-year/2021/03> (дата обращения: 10.05.2025).

5. Иванов П.А. Бюджетно-финансовые аспекты развития промышленности в российских регионах // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 11–1 (105). С. 216–218. DOI: 10.24412/2411-0450-2023-11-1-212-215.
6. Лешаков П.С. Экономика Республики Корея в условиях новых глобальных вызовов // Современные проблемы Корейского полуострова: сборник статей российских корееведов. Москва: ИКСА РАН, 2022. С. 196–206. DOI: 10.48647/IFES.2022.88.21.021.
7. Малкина М.Ю. Промышленность российских регионов в условиях новых антироссийских санкций // Пространственная экономика. 2024. Т. 20, № 3. С. 39–66. DOI: 10.14530/se.2024.3.039-066.
8. Налоговые расходы субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства финансов Российской Федерации. URL: <https://minfin.gov.ru/ru/performance/budget/policy/raskhod/sub/> (дата обращения: 01.05.2025).
9. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (с изменениями и дополнениями): Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70643464/> (дата обращения: 18.04.2025).
10. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» (с изменениями и дополнениями): Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 316 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70644224/> (дата обращения: 18.04.2025).
11. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 18.04.2025).
12. Открытые данные – информация о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления, размещенная в сети «Интернет» [Электронный ресурс] // Набор открытых данных Министерства юстиции Российской Федерации. URL: <https://minjust.gov.ru/ru/pages/opendata/> (дата обращения: 18.04.2025).
13. Регионы России. Социально-экономические показатели [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Статистические издания. URL: <https://www.rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 20.04.2025).
14. Aiginger K., Ketels C. Industrial policy reloaded // Journal of Industry, Competition and Trade. 2024. Vol. 24(1). Pp. 1–10. DOI: 10.1007/s10842-024-00415-8.
15. Aiginger K., Rodrik D. Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century // Journal of Industry, Competition and Trade. 2020. Vol. 20. Pp. 189–207. DOI: 10.1007/s10842-019-00322-3.
16. Alcorta L. Industrial Policy for Prosperity: Reasoning and Approach // UNIDO Working Paper. No. 02/2011. Vienna, 2011.
17. Andreoni A., Chang H. The Political Economy of Industrial Policy: Structural Interdependencies, Policy Alignment and Conflict Management // Structural Change and Economic Dynamics. 2019. Vol. 48. Pp. 136–150. DOI: 10.1016/j.strueco.2018.10.007.
18. Business R&D structure and dynamics and the impact of public support for business R&D. The OECD microBeRD // Organisation for Economic Co-operation and Development Official Website. URL: <https://www.oecd.org/en/about/projects/microberd.html>.
19. Crespi F., Caravella S., Menghini M. et al. European Technological Sovereignty: An Emerging Framework for Policy Strategy // Intereconomics. 2021. Vol. 56. Pp. 348–354. DOI: 10.1007/s10272-021-0987-4.
20. Criscuolo C., Díaz L., Guillouet L. et al. Quantifying industrial strategies across nine OECD countries // OECD Science, Technology and Industry Policy Papers. 2023. No. 150. DOI: <https://doi.org/10.1787/5f2dcc8e-en>.
21. Criscuolo C., Gonne N., Kitazawa K. An industrial policy framework for OECD countries: Old debates, new perspectives // OECD Science, Technology and Industry Policy Papers. 2022. No. 127. DOI: 10.1787/0002217c-en.
22. Günther T. Interaction between competition and industrial policies // Item 6 of the provisional agenda. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva, 2023. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ciclpd69_en.pdf.
23. Industrial Strategy: building a Britain fit for the future // GOV.UK Policy paper. GOV.UK. Publication date: November 27, 2017. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-building-a-britain-fit-for-the-future>.
24. Investment: % of GDP // CEIC Data Official Website. URL: <https://www.ceicdata.com/en/indicator/investment-nominal-gdp>.
25. Jansen P., Devroe W. Industrial policy, competition policy and strategic autonomy (Chapter 3) // EU Industrial Policy in the Multipolar Economy. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2022. Pp. 80–121. DOI: 10.4337/9781800372634.00008.
26. Lane N., Juhász R. Economics Must Catch Up on Industrial Policy // Promarket Special on Industrial Policy. March 14, 2023. URL: <https://www.promarket.org/2023/03/14/economics-must-catch-up-on-industrial-policy/>.
27. Made in China 2025: Global Ambitions Built on Local Protections // U.S. Chamber of Commerce. Official Website. Publication date: March 16, 2017. URL: https://www.uschamber.com/assets/archived/images/final_made_in_china_2025_report_full.pdf.
28. Mazzucato M., Rodrik D. Industrial Policy with Conditionality: A Taxonomy and Sample Cases // UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Working Paper Series: IIPP WP 2023-07. London, 2023. URL: <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/publicpurpose/wp2023-07>.

29. McNamara K.R. Transforming Europe? The EU's industrial policy and geopolitical turn // *Journal of European Public Policy*. 2023. Vol. 31(9). Pp. 2371–2396. DOI: 10.1080/13501763.2023.2230247.
30. OECD microBeRD Project. Business R&D structure and dynamics and the impact of public support for business R&D // Organisation for Economic Co-operation and Development Official Website. URL: <https://www.oecd.org/en/about/projects/microberd.html>.
31. O'Sullivan E., Andreoni A., Lopez-Gomez C. et al. What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective // *Oxford Review of Economic Policy*. 2013. Vol. 29(2). Pp. 432–462. DOI: 10.1093/oxrep/grt027.
32. Regulation (EC) No. 794/2004 of the European Commission (State Aid Scoreboard) // European Commission Official Website. URL: https://competition-policy.ec.europa.eu/stateaid/scoreboard/scoreboard-state-aid-data_en.
33. Schmitz L., Seidl T. As open as possible, as autonomous as necessary: Understanding the rise of open strategic autonomy in EU trade policy // *JCMS: Journal of Common Market Studies*. 2023. Vol. 61(3). Pp. 834–852. DOI: 10.1111/jcms.13428.
34. Schneider E. Germany's Industrial Strategy 2030. EU Competition Policy and the Crisis of New Constitutionalism // *New Political Economy*. 2023. Vol. 28(2). Pp. 241–258. DOI: 10.1080/13563467.2022.2091535.
35. Your hub for data-driven STI policy analysis and advice // STIP Compass portal. URL: <https://stip.oecd.org/stip>.

References

1. Abu-Abed F.N. Application of intelligent management technologies and business design of industry 5.0 in mining 5.0. *Economics and Innovation Management*. 2022;3(22):50-59. DOI: 10.26730/2587-5574-2022-3-50-59. (In Russ.).
2. Danilova I.V., Pravdina N.V. Markers for unblocking the development trajectory of the Russian Federation's mono-profile regions. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*. 2023;17(1):24-35. DOI: 10.14529/em230102. (In Russ.).
3. Dudarev K. Comments by RIAC Experts: Saudi NEP and Prospects for the Development of Relations Between Russia and Saudi Arabia. Russian International Affairs Council. Publication date: 03.08.2017. URL: <https://russiancouncil.ru/blogs/riacexperts/saoudovskaya-nep-i-perspektivy-razvitiya-svyazey-mezhdu-rossiei-i-saudol/>. (In Russ.).
4. American Rescue Plan Act of 2021 passed by the 117th U.S. Congress and signed by the President on March 11, 2021. TAS Tax Tips: individual tax changes summary by year. URL: <https://ru.taxpayeradvocate.irs.gov/news/tax-tips/tas-tax-tips-american-rescue-plan-act-of-2021-individual-tax-changes-summary-by-year/2021/03>. (In Russ.).
5. Ivanov P.A. Budgetary and financial aspects of industrial development in Russian regions. *Economics and Business: theory and practice*. 2023;11-1(105):216-218. DOI: 10.24412/2411-0450-2023-11-1-212-215. (In Russ.).
6. Leshakov P.S. The Economy of the Republic of Korea under New Global Challenges. In: Korean Peninsula: Current Issues: collection of articles by Russian Koreanologist. Moscow: Institute of China and Contemporary Asia of the Russian Academy of Sciences Publishers; 2022:196-206. DOI: 10.48647/IFES.2022.88.21.021. (In Russ.).
7. Malkina M.Yu. Industry in Russian Regions under new anti-Russian sanctions. *Spatial Economics*. 2024;20(3):39-66. DOI: 10.14530/se.2024.3.039-066. (In Russ.).
8. Tax expenditures of the subjects of the Russian Federation. Official Website of the Ministry of Finance of the Russian Federation. URL: <https://minfin.gov.ru/ru/performance/budget/policy/raskhod/sub/>. (In Russ.).
9. On Approval of the State Program of the Russian Federation "Development of Industry and Improvement of its Competitiveness" (amended and restated): Decree of the Government of the Russian Federation of April 15, 2014 No. 328. URL: <https://base.garant.ru/70643464/>. (In Russ.).
10. On Approval of the State Program of the Russian Federation "Economic Development and Innovative Economy" (amended and restated): Decree of the Government of the Russian Federation of April 15, 2014 No. 316. URL: <https://base.garant.ru/70644224/>. (In Russ.).
11. On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of 28.02.2024 No. 145. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358>. (In Russ.).
12. Open Data – information on the activities of state bodies and local governments, posted on the Internet. Set of open data of the Ministry of Justice of the Russian Federation. URL: <https://minjust.gov.ru/ru/pages/opendata/>. (In Russ.).
13. Regions of Russia. Social and Economic Indicators. Official Website of the Federal State Statistics Service. Statistical publications. URL: <https://www.rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>. (In Russ.).
14. Aiginger K., Ketels C. Industrial policy reloaded. *Journal of Industry, Competition and Trade*. 2024;24(1):1-10. DOI: 10.1007/s10842-024-00415-8.
15. Aiginger K., Rodrik D. Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century. *Journal of Industry, Competition and Trade*. 2020;20:189-207. DOI: 10.1007/s10842-019-00322-3.
16. Alcorta L. Industrial Policy for Prosperity: Reasoning and Approach. *UNIDO Working Paper*. No. 02/2011. Vienna, 2011.
17. Andreoni A., Chang H. The Political Economy of Industrial Policy: Structural Interdependencies, Policy Alignment and Conflict Management. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2019;48:136-150. DOI: 10.1016/j.strueco.2018.10.007.

18. Business R&D structure and dynamics and the impact of public support for business R&D. The OECD microBeRD. Organisation for Economic Co-operation and Development Official Website. URL: <https://www.oecd.org/en/about/projects/microberd.html>.
19. Crespi F., Caravella S., Menghini M. et al. European Technological Sovereignty: An Emerging Framework for Policy Strategy. *Intereconomics*. 2021;56:348-354. DOI: 10.1007/s10272-021-0987-4.
20. Criscuolo C., Díaz L., Guillouet L. et al. Quantifying industrial strategies across nine OECD countries. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers. 2023. No. 150. DOI: <https://doi.org/10.1787/5f2dcc8e-en>.
21. Criscuolo C., Gonne N., Kitazawa K. An industrial policy framework for OECD countries: Old debates, new perspectives. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers. 2022. No. 127. DOI: 10.1787/0002217c-en.
22. Günther T. Interaction between competition and industrial policies. Item 6 of the provisional agenda. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva, 2023. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ciclpd69_en.pdf.
23. Industrial Strategy: building a Britain fit for the future. GOV.UK Policy paper. GOV.UK. Publication date: November 27, 2017. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-building-a-britain-fit-for-the-future>.
24. Investment: % of GDP. CEIC Data Official Website. URL: <https://www.ceicdata.com/en/indicator/investment-nominal-gdp>.
25. Jansen P., Devroe W. Industrial policy, competition policy and strategic autonomy (Chapter 3). In: EU Industrial Policy in the Multipolar Economy. Cheltenham: Edward Elgar Publishing; 2022:80-121. DOI: 10.4337/9781800372634.00008.
26. Lane N., Juhász R. Economics Must Catch Up on Industrial Policy. Promarket Special on Industrial Policy. March 14, 2023. URL: <https://www.promarket.org/2023/03/14/economics-must-catch-up-on-industrial-policy/>.
27. Made in China 2025: Global Ambitions Built on Local Protections. U.S. Chamber of Commerce. Official Website. Publication date March 16, 2017. URL: https://www.uschamber.com/assets/archived/images/final_made_in_china_2025_report_full.pdf.
28. Mazzucato M., Rodrik D. Industrial Policy with Conditionalities: A Taxonomy and Sample Cases. UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Working Paper Series: IIPP WP 2023-07. London, 2023. URL: <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/publicpurpose/wp2023-07>.
29. McNamara K.R. Transforming Europe? The EU's industrial policy and geopolitical turn. *Journal of European Public Policy*. 2023;31(9):2371-2396. DOI: 10.1080/13501763.2023.2230247.
30. OECD microBeRD Project. Business R&D structure and dynamics and the impact of public support for business R&D. Organisation for Economic Co-operation and Development Official Website. URL: <https://www.oecd.org/en/about/projects/microberd.html>.
31. O'Sullivan E., Andreoni A., Lopez-Gomez C. et al. What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective. *Oxford Review of Economic Policy*. 2013;29(2):432-462. DOI: 10.1093/oxrep/grt027.
32. Regulation (EC) No. 794/2004 of the European Commission (State Aid Scoreboard). European Commission Official Website. URL: https://competition-policy.ec.europa.eu/stateaid/scoreboard/scoreboard-state-aid-data_en.
33. Schmitz L., Seidl T. As open as possible, as autonomous as necessary: Understanding the rise of open strategic autonomy in EU trade policy. *JCMS: Journal of Common Market Studies*. 2023;61(3):834-852. DOI: 10.1111/jcms.13428.
34. Schneider E. Germany's Industrial Strategy 2030. EU Competition Policy and the Crisis of New Constitutionalism. *New Political Economy*. 2023;28(2):241-258. DOI: 10.1080/13563467.2022.2091535.
35. Your hub for data-driven STI policy analysis and advice. STIP Compass portal. URL: <https://stip.oecd.org/stip>.

Информация об авторах

И.В. Данилова – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической теории, региональной экономики, государственного и муниципального управления ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», danilovaiv@susu.ru.

Н.Ю. Коротина – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономической безопасности ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», nkorotina@susu.ru.

В.П. Деева – преподаватель кафедры экономической безопасности ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», deevavp@susu.ru.

Information about the authors

I.V. Danilova, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Professor, the Dept. of Economic Theory, Regional Economics, State and Municipal Management, South Ural State University, danilovaiv@susu.ru.

N.Yu. Korotina, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economic Security, South Ural State University, nkorotina@susu.ru.

V.P. Deeva, Lecturer, the Dept. of Economic Security, South Ural State University, deevavp@susu.ru.

Статья поступила в редакцию 26.08.2025; одобрена после рецензирования 01.10.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 26.08.2025; approved after reviewing 01.10.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Данилова И.В., Коротина Н.Ю., Деева В.П., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 314.14:332.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_183

EDN: SEHBNR

Демографическая ситуация на сельских территориях РФ и тенденции развития трудовых ресурсов аграрной сферы регионов

**Зинаида Петровна Меделяева^{1✉}, Андрей Юрьевич Гусев²,
Ирина Геннадьевна Кошкина³, Ольга Геннадьевна Клепикова⁴**

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

² Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

³ Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, Рязань, Россия

⁴ Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Рязань, Россия

¹ medelaeva@mail.ru✉

Аннотация. Проведенный анализ наличия и использования трудовых ресурсов в РФ в целом и в Рязанской области в частности свидетельствует, что, с одной стороны, происходящие в стране процессы способствуют высвобождению трудовых ресурсов практически из всех отраслей экономики, с другой – наблюдается сокращение их численности в сельской местности. В 2024 г. зафиксирован более высокий коэффициент рождаемости в сельской местности (1,57 при общем показателе в среднем по стране 1,36), однако рост населения на сельских территориях не отмечен, в том числе и по причине недостаточной численности женщин в абсолютном значении. Выявлено, что низкий уровень безработицы в отрасли сельского хозяйства, как и в других ведущих отраслях и сферах национальной экономики, обусловлен прежде всего сокращением численности трудоспособного населения, а значит, и дефицитом трудовых ресурсов, что заставляет работодателей привлекать в производственный процесс возрастное население. Несмотря на тенденции современного периода, авторами установлено, что аграрный сектор экономики активно развивается, что проявляется в устойчивом росте многих экономических показателей производственно-финансовой деятельности, следовательно, потребность в квалифицированных кадрах будет с каждым годом возрастать в связи с ростом уровня интеллектуализации труда работников всех сфер материального и нематериального производства. Заменить живой труд, даже опираясь на роботизацию и цифровизацию, в обозримом будущем не представляется возможным. Это значит, что потребность в трудовых ресурсах во многих сферах национальной экономики, особенно в сфере материального производства и в частности в отрасли сельского хозяйства, будет возрастать, и на это обстоятельство региональным органам власти и управления следует обратить особое внимание и разработать эффективные механизмы вовлечения сельского населения в трудовую деятельность.

Ключевые слова: аграрный сектор экономики, демография, трудовые ресурсы, безработица, коэффициент рождаемости, коэффициент трудовой занятости сельского населения

Для цитирования: Меделяева З.П., Гусев А.Ю., Кошкина И.Г., Клепикова О.Г. Демографическая ситуация на сельских территориях РФ и тенденции развития трудовых ресурсов аграрной сферы регионов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 183–191. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_183-191.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Demographic situation in rural areas of the Russian Federation and human resources development trends in agrarian sector of the regions

Zinaida P. Medelyaeva^{1✉}, Andrey Yu. Gusev², Irina G. Koshkina³, Olga G. Klepikova⁴

¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

² Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

³ Academy of Law and Management of Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan, Russia

⁴ Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Ryazan, Russia

¹ medelaeva@mail.ru✉

Abstract. The analysis of the availability and use of labor resources in the Russian Federation as a whole and in Ryazan Oblast in particular shows that, on the one hand, the processes taking place in the country contribute to the release of labor resources from almost all sectors of the economy, on the other hand, there is a decrease in their number in rural areas. In 2024, a higher birth rate index was recorded in rural areas (1.57, compared with the national average of 1.36), but population growth in rural areas is not observed, including due to the insufficient number of women in absolute terms. It has been revealed that the low unemployment rate in agriculture, as in other leading sectors and spheres of the national economy, is primarily due to a decrease in the number of able-

bodied citizens, and hence a shortage of labor resources, which forces employers to involve the older population in the production process. Despite the trends of the modern period, the authors have established that the agricultural sector of the economy is actively developing, which is manifested in the steady growth of many economic indicators of production and financial activity, therefore, the need for qualified personnel will increase every year due to the increasing level of intellectualization of labour in all spheres of material & non- material production. It is not possible to replace human labor, even relying on robotics and digitalization, in the foreseeable future. This means that the need for labor resources in many areas of the national economy, especially in the field of material production and, in particular, in agriculture, will increase, and regional authorities and administrations should pay special attention to this fact and develop effective mechanisms for involving rural populations in labor activities.

Keywords: agricultural sector of the economy, demography, labor resources, unemployment, birth rate index, rural employment rate

For citation: Medelyaeva Z.P., Gusev A.Yu., Koshkina I.G., Klepikova O.G. Demographic situation in rural areas of the Russian Federation and human resources development trends in agrarian sector of the regions. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):183-191. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_183-191.

Рыночная экономика всегда стремится к полной занятости, однако все страны сталкиваются с таким экономическим явлением, при котором часть трудоспособного населения не трудоустроена, несмотря на желание работать. Безработица – это негативное, но сопутствующее рыночной экономике явление.

Наличие безработицы, ее уровень характеризуют состояние производительных сил страны, социально-политическую, экономическую ситуацию в обществе. Более того, детальный анализ уровня и причин безработицы в разрезе регионов, отраслей национальной экономики позволяет определять и выявлять узкие места развития производительных сил и соответствия их производственным отношениям.

Высокий уровень безработицы имеет свои негативные последствия, связанные в первую очередь с социальным напряжением в обществе, стимулирует обнищание масс, при этом увеличивается количество правонарушений во всех сферах деятельности и жизни общества. Все это дестабилизирует общественно-политическую ситуацию в стране, напрямую влияет на состояние национальной экономики, ее финансы, и наоборот, повышение уровня занятости населения обеспечивает экономическую стабильность, рост производительности труда, уверенность в будущем, процветание нации.

Главная задача органов власти и управления всех уровней – стимулировать развитие национальной экономики, поддерживать ее устойчивый рост, что, в свою очередь, повышает занятость населения, обеспечивает его материальный достаток, моральное удовлетворение. Таким образом, эффективное регулирование и управление экономической ситуацией, прежде всего трудовыми ресурсами, в стране позволяет напрямую влиять на уровень безработицы, стимулируя или замедляя эти процессы. Рост занятости также обеспечивает повышение эффективности деятельности организаций, доходов населения, поднимая его благосостояние на более высокий уровень, улучшая качество жизни [1]. Тем не менее следует учитывать и объективные процессы, протекающие в экономиках многих стран, особенно развитых, которые связаны с заменой живого труда машинным.

Современная техника, технологии, ориентированные на цифровую трансформацию производственных процессов, все чаще замещают живой труд и служат главным фактором снижения уровня занятости населения. Это объективные процессы, динамику которых можно либо ускорить, либо замедлить, но остановить невозможно. Дальнейшее развитие экономик передовых стран пойдет по пути роботизации, цифровой трансформации общества, что, в свою очередь, высвободит часть трудовых ресурсов из производственной цепи, заменив их трудом машинным. С другой стороны, такая тенденция позволит высвободить больше времени для развития личности, расширения ее кругозора, творческих способностей.

Важным направлением развития России на современном этапе является технологическая модернизация всех сфер материального производства и в первую очередь

промышленного и аграрного секторов национальной экономики. Указанное направление развития будет способствовать росту производительности труда, что особенно актуально для страны, которая испытывает дефицит трудовых ресурсов. Техно-технологическая модернизация призвана не только обеспечить прирост объемов производства продукции во всех секторах национальной экономики, но и повысить ее качество, что особенно актуально в условиях жесткой конкурентной борьбы на мировых торговых площадках.

Для аграрного сектора национальной экономики технико-технологическая революция – это приоритетный путь выхода на мировые рынки сбыта своей продукции. Учитывая консервативный характер отрасли сельского хозяйства в сравнении с другими отраслями экономики страны, можно спрогнозировать, что темпы внедрения цифровизации, темпы обновления техники и технологий будут несколько ниже, чем в отраслях промышленности, торговли, финансовой сферы. Указанную особенность следует учитывать при прогнозировании потребности в трудовых ресурсах для отрасли сельского хозяйства как на уровне регионов, так и страны в целом. В современной России с каждым годом все большую актуальность приобретает проблема нехватки трудовых ресурсов во всех сферах национальной экономики, особенно в отраслях промышленности и сельского хозяйства. Согласно прогнозам, такая тенденция сохранится в течение длительного промежутка времени, поэтому в указанных отраслях возникает проблема поиска резервов замещения недостатка рабочих рук, особенно в сфере аграрного производства, где наряду с естественным сокращением численности сельского населения, наблюдается тенденция его оттока в связи с переселением в города.

Современные подходы к поиску решений замещения живого труда сводятся к разнообразным предложениям. Так, в ряде публикаций подтверждается, что дефицит трудовых ресурсов в настоящее время составляет около 200 тыс. человек и является сдерживающим фактором развития аграрного сектора национальной экономики [10], ими предлагаются организационно-экономические методы вовлечения населения в трудовую деятельность в сфере АПК, основанные на артельной собственности. Другие авторы считают, что инновации способны заместить часть трудовых ресурсов [5]. Результаты исследований ряда специалистов [3] свидетельствуют, что уровень обеспечения техникой и технологиями в таких системообразующих аграрных регионах, как Краснодарский край, Ростовская, Белгородская области недостаточен для дальнейшего технико-технологического развития и только поддержка дальнейшего развития НТП в этих регионах позволит существенно повысить производительность труда и обеспечить рост объемов производства.

Многие экономисты-аграрники ключевые направления поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей в настоящее время видят в укреплении трудового потенциала, росте квалификации кадров и их заработной платы, улучшении качества жизни [2].

При исследовании применялись такие методы и приемы, как индексный и факторный анализ, метод экспертных оценок, анализ динамических рядов, что позволило объективно оценить сложившиеся тенденции в области демографии и выявить ключевые направления роста эффективности использования трудовых ресурсов.

Проведенные исследования показывают, что важным фактором демографического и территориального развития страны является акцент на сельские территории как в плане их социального развития, так и демографического роста. Во многих федеральных округах России коэффициенты рождаемости в сельской местности превышают городские показатели: в Южном федеральном округе – 1,38 к 1,36; в Северо-Кавказском и Дальневосточном округах – соответственно 1,98 к 1,49 и 1,88 к 1,42, на Урале – 1,88 к 1,54.

По двенадцати регионам, где был зафиксирован естественный прирост за 2024 г., при среднем показателе рождаемости 1,41 по городскому населению он составил 1,36, по сельскому – 1,57. В то же время по федеральным округам эти процессы неоднозначны и общий прирост числа рожденных детей определяется не только коэффициентом рождаемости, но и численностью женщин детородного возраста, которая во многих регионах снижается.

Рязанский регион в настоящее время активно развивает аграрный сектор экономики, что подтверждается ростом объемов производства сельскохозяйственной продукции как в натуральном, так и стоимостном выражениях, а это значит, что потребность в трудовых ресурсах для отрасли, с учетом позитивной динамики производства, будет с каждым годом возрастать. Следовательно, для реализации перспектив эффективного развития отрасли сельского хозяйства следует прогнозировать возможные перспективы наличия и уровня занятости трудовых ресурсов. В Указе Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» одной из целей заявлено обеспечение устойчивого роста численности населения страны. В том числе суммарный коэффициент рождаемости должен увеличиться до 1,6 к 2030 г. и до 1,8 к 2036 г. [7].

По данным таблицы 1 проследим динамику занятости населения и уровня безработицы в Рязанской области.

Таблица 1. Показатели численности трудоспособного населения, уровня занятости и безработицы в Рязанской области, 2000–2022 гг.

Показатели	Годы					Изменение за период
	2000	2010	2020	2021	2022	
Численность сельского населения региона, тыс. чел.	396,8	332,2	297,6	291,9	301,5	–95,3
в том числе трудоспособного сельского населения, тыс. чел.	210,3	176,0	155,7	153,3	156,1	–58,7
из него население безработное, тыс. чел.	5,1	13,5	9,3	6,9	6,2	–8,9
Индекс динамики	1,00	0,89	0,62	0,46	0,41	
Удельный вес безработного населения в общей численности сельского населения региона, %	3,8	4,1	3,1	2,4	2,1	–1,7 п.п.
Индекс динамики	1,00	1,07	0,82	0,63	0,55	
Удельный вес безработного населения в общей численности трудоспособного сельского населения региона, %	7,2	7,7	5,9	4,5	3,9	–3,3 п.п.
Индекс динамики	1,00	1,08	0,82	0,63	0,54	

Источник: составлено авторами по данным [8].

При сокращении общей численности сельского населения исследуемого региона, в том числе трудоспособного, происходит снижение уровня безработицы в регионе. Так, удельный вес безработного населения в общей численности сельского населения региона в 2022 г. составил 2,1%, в то время как в 2000 г. этот показатель был на уровне 3,8%, т.е. снижение уровня безработицы среди сельского населения более чем за двадцать лет составило 1,7 п.п. С учетом того, что среди всего сельского населения регио-

на присутствуют люди пожилого возраста, т. е. пенсионеры, наиболее точный показатель уровня безработицы можно проследить по параметру удельного веса безработного населения в общей численности трудоспособного сельского населения региона. Согласно расчету, этот показатель в 2022 г. составлял 3,9%, в 2000 г. – 7,2%, следовательно, сокращался более высокими темпами в сравнении с предыдущим показателем, а именно, на 3.3 п.п. В динамике указанных параметров оценки уровня занятости есть свои специфические особенности, характеризующие текущую ситуацию в экономике региона. Необходимо отметить, что данные тенденции присущи и другим областям Центрально-Черноземного макрорегиона (ЦЧМР) [6].

Низкий уровень безработицы в отрасли сельского хозяйства, как и в других ведущих отраслях национальной экономики, обусловлен прежде всего ростом спроса на трудовые ресурсы, с одной стороны, и сокращением численности трудоспособного населения в трудоспособном возрасте во всех отраслях национальной экономики, с другой. Такая ситуация сложилась вследствие «демографической ямы», имевшей место в перестроечный период 90-х гг., когда рождаемость в стране существенно сократилась. Это повлияло на приток трудовых ресурсов в экономику в настоящее время и будет влиять на ее состояние и потребности в трудовых ресурсах в обозримом будущем.

На современном этапе социально-экономического развития страны в целом и ее регионов в частности, одним из индикаторов качества жизни населения, с нашей точки зрения, может являться показатель «коэффициент трудовой занятости населения» ($K_{тз}$), который рассчитывается как соотношение занятого населения во всех сферах как материального, так и нематериального производства к общей численности трудоспособного населения на определенную дату. Данный параметр следует исчислять как в целом по стране, так и в разрезе округов, регионов, муниципалитетов.

$$K_{тз} = ЗН / ТН,$$

где ЗН – занятое (активное) население, чел.;

ТН – общая численность населения в трудоспособном возрасте, чел.

Чем выше уровень занятости населения ($K_{тз}$), тем стабильней социально-экономическая и политическая ситуация в стране, регионе, тем выше экономическая эффективность производственной, торговой, финансовой деятельности. Устойчивая динамика снижения этого параметра свидетельствует о негативных процессах, протекающих в экономике, демографической ситуации страны, региона.

Исследование данного показателя следует проводить в динамике за несколько лет с целью выявления сложившихся тенденций, на базе чего можно осуществлять разработку в обозримом будущем эффективных мер, направленных на стабилизацию и повышение уровня занятости населения, что будет проявляться в росте этого коэффициента. В таблице 2 представлены показатели динамики численности сельского населения региона и его трудовой активности и занятости за период 2020–2022 гг., а также проведен расчет предложенного коэффициента трудовой занятости сельского населения.

Аналитическое исследование показателей, приведенных в таблице 2, за достаточно длительный временной период позволяет сделать ряд важных выводов о сложившейся ситуации в демографической политике региона.

В области с 2000 по 2022 г. существенно снизилась численность сельского населения, а именно – на 95,3 тыс. чел., или на 24% в сравнении с 2000 г, одновременно с этим сократилась и численность населения в трудоспособном возрасте – на 54,2 тыс. чел., или на 26%.

Таблица 2. Динамика численности сельского населения Рязанской области и его трудовая активность за период 2020–2022 гг.

Показатели	Годы					Изменение за период
	2000	2010	2020	2021	2022	
Сельское население региона, тыс. чел.	396,8	332,2	297,6	291,9	301,5	–95,3
Индекс динамики	1,00	0,83	0,75	0,73	0,76	
Население в трудоспособном возрасте из общей численности сельского населения региона, тыс. чел.	210,3	176,0	155,7	153,3	156,1	–54,2
Индекс динамики	1,00	0,85	0,75	0,73	0,74	
Удельный вес трудоспособного сельского населения региона в общей численности сельского населения, %	53,1	53,0	52,4	52,6	51,8	–1,3 п.п.
Занятое сельское население в сельской местности, тыс. чел.	103,4	49,8	26,4	27,6	28,8	–74,6
Индекс динамики	1,00	0,48	0,26	0,27	0,28	
Коэффициент трудовой занятости сельского населения (K_{tz})	0,49	0,28	0,17	0,18	0,18	
Индекс динамики	1,00	0,57	0,35	0,37	0,37	
Сельское население региона старше трудоспособного возраста, тыс. чел.	128,4	110,9	107,3	104,4	98,9	–29,5
Индекс динамики	1,00	0,86	0,85	0,81	0,78	

Источник: составлено авторами по данным [8, 9].

Важным показателем эффективности использования трудовых ресурсов является показатель уровня занятости сельского населения. Согласно данным таблицы 2, он снизился с 103,4 тыс. чел. в 2000 г. до 28,8 тыс. чел. в 2022 г., или на 72%. При этом следует учитывать, что значительный удельный вес в структуре сельского населения занимает население старше трудоспособного возраста, т.е. пенсионеры. Указанная категория граждан составляет около 33% в общей численности сельского населения региона. Приведенные данные свидетельствуют о сложившейся устойчивой негативной тенденции в области использования трудовых ресурсов региона. Подтверждением этому являются данные изменения предлагаемого коэффициента трудовой занятости населения, которые подтверждают отрицательную динамику расчетного параметра. Так, если в 2000 г. указанный коэффициент составлял 0,49, то в 2022 г. – всего лишь 0,18, т. е. снижение произошло на 0,31, что говорит о значительном сокращении уровня занятости сельского населения региона. Последствия такого положения дел проявляются в недостатке трудовых ресурсов, в первую очередь, в сельском хозяйстве, что снижает в целом эффективность деятельности отрасли.

Недостаток трудовых ресурсов проявляется во многих направлениях функционирования сельского хозяйства: дефицит работников в отраслях растениеводства и животноводства, обслуживающих производствах, а также по другим, не менее важным направлениям трудового участия. В настоящее время решение проблемы дефицита кадров на селе, с нашей точки зрения, связано с технико-технологической модернизацией отрасли сельского хозяйства, заменой ручного труда машинным, цифровой трансформацией отрасли. Указанные направления, как показывает опыт передовых

экономик мира, позволяют нивелировать недостаток живого труда, что способствует росту производительности труда, росту объемов производства сельскохозяйственной продукции и, как следствие, росту прибыльности и доходности аграрного сектора национальной экономики, т. е. эффективности производства. Вместе с этим следует помнить, что живой труд является ключевым и незаменимым элементом в системе материального производства, потребность в нем, согласно прогнозам специалистов, будет сохраняться и в обозримом будущем.

В данной ситуации вполне приемлемо, что в случае необходимости и потребности в рабочей силе можно задействовать опыт старшего поколения населения региона, вовлекая его в производственный цикл. Такой механизм привлечения может носить временный характер, тем не менее он может оказаться эффективным и позволит сгладить существующие текущие проблемы в части обеспечения трудовыми ресурсами сельскохозяйственную отрасль. Об этом говорил Президент России В.В. Путин: «...экономике нужны не только молодые кадры, но и опытные, знающие специалисты» [4].

Более детальное исследование проблем, связанных с уровнем занятости сельского населения региона, можно осуществить на базе разложения предлагаемого нами коэффициента трудовой занятости населения (K_{tz}) на основе расчета двухфакторной модели, позволяющей определить влияние ключевых факторов на расчетный показатель (табл. 3).

Таблица 3. Аналитическое разложение коэффициента трудовой занятости сельского населения (факторный анализ коэффициента занятости)

Показатели	2000 г.	2022 г.	Изменения за период, + / –
Коэффициент трудовой занятости сельского населения (K_{tz})	0,490	0,184	–0,306
Общая численность населения региона в трудоспособном возрасте, тыс. чел.	210,3	156,1	–54,2
Фактически занятое сельское население региона, тыс. чел.	103,4	28,8	–74,6
Условный показатель «условный коэффициент трудовой занятости населения», чел.	0,136		
Определение степени влияния фактора «фактически занятое сельское население региона»	–0,354		
Определение степени влияния фактора «общая численность населения региона в трудоспособном возрасте»	+0,048		

Источник: рассчитано авторами.

Согласно расчетам, коэффициент трудовой занятости сельского населения снизился с 0,490 в 2000 г. до 0,184 в 2022 г., или на 0,306. Это весьма существенное сокращение численности занятых в экономике, которое свидетельствует о кризисе в демографической политике региона. Разложение указанного показателя на факторы, влияющие на него, позволило выявить, что снижение численности фактически занятого сельского населения в системе трудового участия на 74,6 тыс. чел. уменьшило значение исследуемого параметра на 0,354. Таким образом, указанный фактор является ключевым в оценке эффективности использования трудовых ресурсов региона. Поэтому главным направлением эффективного использования трудовых ресурсов является вовлечение в трудовую деятельность уже имеющихся в регионе потенциальных трудовых ресурсов.

В настоящее время аграрный сектор экономики Рязанской области активно развивается, что проявляется в устойчивом росте многих экономических показателей производственно-финансовой деятельности, а это значит, что потребность в трудовых ресурсах в регионе будет постоянно возрастать. Для решения проблем в этом аспекте необходимы механизмы вовлечения сельского населения региона в трудовую деятельность, предусматривающие рост заработной платы, моральное стимулирование, социальную поддержку, преференции работающим в отрасли и др.

Специфика аграрного производства состоит в том, что значительная часть населения сельской местности занимается производством сельскохозяйственной продукции в своих личных подсобных хозяйствах, что, безусловно, влияет и на сложившийся официальный уровень занятости сельского населения. Тем не менее эта группа является потенциальным резервом трудовых ресурсов для отрасли сельского хозяйства в случае достижения критических значений дефицита кадров, привлечь которых в общественное производство можно за счет мер стимулирования этой категории граждан в целях более полного задействования их в производственном цикле.

Выводы

Проведенный анализ наличия и использования трудовых ресурсов Рязанской области свидетельствует, что, с одной стороны, происходящие в стране процессы способствуют высвобождению трудовых ресурсов из многих отраслей экономики, с другой – наблюдается снижение их численности в сельской местности. Тем не менее потребность в квалифицированных кадрах будет с каждым годом возрастать, что обусловлено протекающими в экономике процессами, связанными с ростом уровня интеллектуализации труда работников всех сфер материального и нематериального производства. Заменив живой труд, даже опираясь на роботизацию и цифровизацию большинства направлений развития общества, в обозримом будущем не представляется возможным. Это значит, что потребность в трудовых ресурсах во многих сферах национальной экономики, особенно в сфере материального производства и в частности в отрасли сельского хозяйства, будет возрастать, и на это обстоятельство региональным органам власти и управления следует обратить особое внимание и разработать эффективные механизмы вовлечения сельского населения в трудовую деятельность.

Список источников

1. Гусев А.Ю., Кошкина И.Г., Климюк Л.Я. Ключевые направления роста прибыли и рентабельности организаций аграрной сферы региона // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 3. С. 63–68. DOI: 10.32651/243-63.
2. Ермоленко О.Д. Человеческий капитал сельскохозяйственного производства и его инфраструктурное обеспечение // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 9. С. 35–42. DOI: 10.32651/249-35.
3. Исаева О.В., Криничная Е.П. Оценка уровня технико-технологического развития аграрного сектора: комплексный подход // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 10. С. 9–18. DOI: 10.32651/2410-9.
4. Итоги ПМЭФ-2024: трудовые ресурсы – одна из главных тем [Электронный ресурс] // «Центр трудовых ресурсов» СПб ГАУ. Дата публикации: 10 июня 2024 г. URL: <https://vk.com/@spbgauctr-itogi-pmef-2024-trudovye-resursy-odna-iz-glavnyh-tem> (дата обращения: 18.05.2025).
5. Коваль С.В., Жуковская Е.А., Астра А.А. Новые подходы к мотивации сотрудников для решения проблем с человеческим капиталом в АПК // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 11. С. 82–89. DOI: 10.32651/2411-82.
6. Медеяева З.П., Шилова Н.П. Состояние и тенденции развития трудовых ресурсов аграрной сферы Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. № 2(77). С. 207–218. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_2_207.

7. Прирост сельского населения в РФ поможет решить демографические задачи [Электронный ресурс] // ФГБУ «Центр Агроаналитики». Дата публикации: 23 августа 2024 г. URL: <https://specagro.ru/news/202408/prirost-selskogo-naseleniya-v-rf-pomozhet-reshit-demograficheskie-zadachi-rskhb> (дата обращения: 18.05.2025).

8. Сельское хозяйство, охота и лесоводство Рязанской области: статистический сборник. Рязань: Рязаньстат, 2023. 140 с.

9. Численность населения в Рязанской области [Электронный ресурс] // GOGOV – о главном в России без политики. Дата публикации: 01.02.2025. URL: <https://gogov.ru/population-ru/rzn> (дата обращения: 18.05.2025).

10. Шарипов С.А., Харисов Г.А. Роль кадрового обеспечения в организации эффективного аграрного сектора экономики региона // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 2. С. 74–80. DOI: 10.32651/252-74.

References

1. Gusev A.Yu., Koshkina I.G., Klimiuk L.Ya. Key areas of profit growth and profitability of agricultural enterprises in the region. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024;3:63-68. DOI: 10.32651/243-63. (In Russ.).

2. Ermolenko O.D. Human capital of agricultural production and its infrastructural support. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024;9:35-42. DOI: 10.32651/249-35. (In Russ.).

3. Isaeva O.V., Krinichnaya E.P. Assessment of the level of technical and technological development of the agricultural sector: an integrated approach. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024;10:9-18. DOI: 10.32651/2410-9. (In Russ.).

4. The results of St. Petersburg International Economic Forum-2024: labor resources are one of the main topics. Center of Labor Resources of St. Petersburg State University. Publication date: June 10, 2024 URL: <https://vk.com/@spbgauctr-itogi-pmef-2024-trudovye-resursy-odna-iz-glavnyh-tem>. (In Russ.).

5. Koval S.V., Zhukovskaia E.A., Astra A.A. New approaches to motivating employees to solve problems with human capital in the Agro-Industrial Complex. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024;11:82-89. DOI: 10.32651/2411-82. (In Russ.).

6. Medelyaeva Z.P., Shilova N.P. Current state and development trends of human resources in Voronezh regional agrarian sector. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;2(77):207-218. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_2_207. (In Russ.).

7. The growth of the rural population in the Russian Federation will help solve demographic problems. Federal State Budgetary Institution "Center for Agroanalytics". Publication date: August 23, 2024. URL: <https://specagro.ru/news/202408/prirost-selskogo-naseleniya-v-rf-pomozhet-reshit-demograficheskie-zadachi-rskhb>. (In Russ.).

8. Agriculture, hunting and forestry of Ryazan Oblast: statistical digest. Ryazan: Ryazanstat Publishers; 2023. 140 p. (In Russ.).

9. Population in Ryazan Oblast. GOGOV is a website about the main things in Russia without politics. Publication date: 01.02.2025. URL: <https://gogov.ru/population-ru/rzn>. (In Russ.).

10. Sharipov S.A., Kharisov G.A. The role of staffing in the organizing an effective agricultural sector of the regional economy. *Economics of Agriculture of Russia*. 2025;2:74-80. DOI: 10.32651/252-74. (In Russ.).

Информация об авторах

З.П. Меделяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», medelaeva@mail.ru.

А.Ю. Гусев – доктор экономических наук, профессор кафедры организации агробизнеса, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», ay.gusev@mail.ru.

И.Г. Кошкина – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента ФКАОУ ВО «Академия права и управления федеральной службы исполнения наказаний», ig.koshkina-fsin@mail.ru.

О.Г. Клепикова – кандидат юридических наук, доцент кафедры гражданско-правовых дисциплин ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», og.klepikova@yandex.ru.

Information about the authors

Z.P. Medelyaeva, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Head of the Dept. of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, medelaeva@mail.ru.

A.Yu. Gusev, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Agribusiness Organization, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, ay.gusev@mail.ru.

I.G. Koshkina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Management, Academy of Law and Management of Federal Penitentiary Service of Russia, ig.koshkina-fsin@mail.ru.

O.G. Klepikova, Candidate of Juridical Sciences, Docent, the Dept. of Civil Law Disciplines, Ryazan State University named after S. Yesenin, og.klepikova@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 02.09.2025; одобрена после рецензирования 16.10.2025; принята к публикации 20.10.2025.

The article was submitted 02.09.2025; approved after reviewing 16.10.2025; accepted for publication 20.10.2025.

© Меделяева З.П., Гусев А.Ю., Кошкина И.Г., Клепикова О.Г., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.143

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_192

EDN: SHYYKX

Социально-экономическое развитие Нижегородской области: оценка структурных диспропорций по видам экономической деятельности на основе индексного метода

**Андрей Александрович Ксенофонов^{1✉}, Анвар Шагизович Камалетдинов²,
Анастасия Андреевна Юссуф³, Ирина Андреевна Карачун⁴**

^{1, 2, 3} Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

⁴ Белорусский государственный университет, Минск, Белоруссия

¹ AAKsenofontov@fa.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследования, посвященного актуальной проблеме анализа уровня социально-экономического развития российских регионов, в основу которого положен тезис о том, что налоговые доходы, собираемые на территории субъекта федерации, отражают его социально-экономическое развитие, а более точную оценку можно получить на основе определения отношения налоговых доходов к численности занятого в их создании населения. С использованием индексного метода проведена оценка деятельности Нижегородской области (НО) в сравнении с Московской областью (МО) и общероссийскими рейтинговыми позициями. МО выбрана как регион-лидер и ключевой объект сравнения в рамках кластера опережающего развития по стране. Выявлено, что НО занимает 25-ю позицию рейтинга социально-экономического положения субъектов РФ, что подтверждает ее статус региона с развитием выше среднего уровня, но фиксирует существенный разрыв с лидером (у МО – 13-я позиция). Эмпирически выявлена глубокая структурная диспропорция. Установлены сильные конкурентные позиции в обрабатывающей промышленности (11-е место, у МО – 16-е) и в обеспечении электроэнергией (10-е место, что выше 17-го места МО), а также высокий уровень развития деятельности в области информации и связи (8-е место, у МО – 6-е). В то же время диагностировано критическое отставание от среднероссийского уровня в социально ориентированных секторах, что формирует контраст с более сбалансированной моделью развития МО. Выявлено, что мощная промышленная и энергетическая специализация не обеспечивает автоматического распространения позитивных эффектов на смежные отрасли и социальную сферу. Практическая значимость исследования заключается в обосновании для органов власти Нижегородской области необходимости реализации целенаправленной политики по преодолению внутренних диспропорций через стимулирование строительства, агропромышленного комплекса и сферы социальных услуг для перехода к более сбалансированной и устойчивой модели развития в рамках своего кластера.

Ключевые слова: региональная экономика, индексный метод, виды экономической деятельности, налоговый доход, занятое население, Нижегородская область

Для цитирования: Ксенофонов А.А., Камалетдинов А.Ш., Юссуф А.А., Карачун И.А. Социально-экономическое развитие Нижегородской области: оценка структурных диспропорций по видам экономической деятельности на основе индексного метода // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 192–201. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_192–201.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Social and economic development of Nizhny Novgorod Oblast: assessment of structural imbalances by type of economic activity according to index numbers method

Andrei A. Ksenofontov^{1✉}, Anvar Sh. Kamaletdinov², Anastasia A. Yussuf³, Irina A. Karachun⁴

^{1, 2, 3} Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

⁴ Belarusian State University, Minsk, Belarus

¹ AAKsenofontov@fa.ru[✉]

Abstract. The results of a study devoted to the urgent problem of analyzing the level of social and economic development of Russian regions are presented, which is based on the thesis that tax revenues collected on the territory of a constituent entities of the Russian Federation reflect its social & economic development, and a more accurate assessment can be obtained by determining the ratio of tax revenues to the number of people employed

in their generation. Using index numbers method, the activities of Nizhny Novgorod Oblast (NO) were evaluated in comparison with Moscow Oblast (MO) and the All-Russian rating positions. Moscow Oblast was selected as a leading region and a key object of comparison within the framework of the cluster of advanced development in the country. It has been revealed that Moscow Oblast occupies the 25th position in the rating of social & economic situation of the constituent entities of the Russian Federation, which confirms its status as a region with above-average development, but fixes a significant gap with the leader (Moscow Oblast occupies the 13th position). A deep structural imbalance has been empirically revealed. Strong competitive positions have been established in the manufacturing industry (the 11th place compared to the 16th one of Moscow Oblast), and in electricity, gas, steam and air conditioning supply (the 10th place compared to the 17th one of Moscow Oblast), as well as rather high level of development in information and communication area (the 8th place compared to the 6th one of Moscow Oblast). At the same time, there is a critical lag behind the average Russian level in socially oriented sectors, which forms a contrast with a more balanced model of development of Moscow Oblast. It has been revealed that powerful industrial and energy specialization does not automatically spread positive effects to related industries and the social sphere. Practical significance of the study lies in the justification for the authorities of Nizhny Novgorod Oblast of the need for implementing a targeted policy to overcome internal imbalances by stimulating construction, Agro-Industrial Complex and social services in order to transition to a more balanced and sustainable development model within their cluster.

Keywords: regional economy, index numbers method, economic activities, agriculture, tax income, employed population, Nizhny Novgorod Oblast

For citation: Ksenofontov A.A., Kamaletdinov A.Sh., Yussuf A.A., Karachun I.A. Social and economic development of Nizhny Novgorod Oblast: assessment of structural imbalances by type of economic activity according to index numbers method. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):192-201. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_192-201.

Введение
Экономика Российской Федерации в настоящее время сталкивается с серьезными вызовами, обусловленными сложной геополитической и геоэкономической ситуацией в мире, в связи с чем особую актуальность приобрели вопросы обеспечения экономической безопасности страны и формирования ее экономического суверенитета, происходящих в контексте беспрецедентного ужесточения внешних экономических ограничений. Санкционному давлению подверглось большинство крупных российских компаний. Ограничения затронули экспорт отечественной продукции и сырьевой базы, импорт современных информационных и производственных технологий, финансовую деятельность и др. Несмотря на все деструктивные попытки недружественных стран по дестабилизации общественно-политической ситуации, экономика России выдержала, преодолев особо острый и сложный этап. Эти внешние условия стали катализатором перехода национальной экономики к новой модели развития, ориентированной на укрепление внутренних источников роста и повышение уровня экономической суверенизации.

Федеративная модель Российской Федерации, представленная 89 субъектами, обуславливает дифференцированную региональную политику. Устойчивое развитие национальной экономики в значительной степени детерминировано повышением эффективности деятельности ее субъектов. В 2022 г. в состав Российской Федерации были включены четыре новые территории: Донецкая и Луганская народные республики (ДНР и ЛНР), Херсонская и Запорожская области, ускоренное развитие которых является одним из приоритетных направлений для страны. В связи с отсутствием статистической информации о социально-экономическом положении данных регионов, исследование коснется только 85 субъектов РФ.

Методы исследования

Методологической базой исследования выступили общенаучные методы: системный подход, анализ и синтез, сравнение и сопоставление. Экономико-статистические методы использованы в качестве специальных методов.

Основные расчеты проведены на основе индексного подхода, широко применяемого в анализе показателей развития региональной экономики. Специфика его использования для межсубъектного сравнения регионов подробно раскрыта авторами в публикации [2]. В результате были составлены рейтинги социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и эффективности функционирующих на их тер-

риториях отраслей экономики в динамике. Данные для исследований взяты из открытых источников Федеральной налоговой службы (ФНС России) [5] и Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [4].

В соответствии с полученным рейтингом регионы были разделены на три кластера: опережающего развития, среднего уровня развития и отстающих в развитии. К субъектам опережающего развития были отнесены два города федерального значения – г. Москва и г. Санкт-Петербург, а также ряд субъектов Российской Федерации, занимающихся добычей полезных ископаемых. К числу последних отнесены Ямало-Ненецкий автономный округ, Ненецкий автономный округ (НАО), Ханты-Мансийский автономный округ и др.

По мнению авторов, эти ресурсодобывающие субъекты имеют высокий потенциал в области экономического роста и играют важнейшую роль в наполнении консолидированного бюджета страны. Ограничением в их развитии являются природно-климатические условия. Но все же, с точки зрения индустриализации экономики интерес представляют регионы, занимающиеся не добычей, а переработкой сырья и дальнейшей обработкой материалов. В кластере опережающего развития к таким субъектам можно отнести Московскую и Ленинградскую области. Отметим, что согласно «Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности» (ОКВЭД) [3] все отрасли народного хозяйства соответствуют определенным видам экономической деятельности. Сырьевая составляющая относится к разделу В ОКВЭД «Добыча полезных ископаемых», промышленная – к разделу С «Обрабатывающие производства».

По мнению авторов статьи, необходимо больше внимания уделять проблемам территориальных кластеров, имеющих средний уровень развития. Данные субъекты в основном не обладают значимыми залежами сырьевых ресурсов, но рассматривают в качестве отправной точки своего роста обрабатывающую промышленность. Именно эти регионы являются драйвером индустриального развития страны. К числу таких субъектов можно отнести Нижегородскую область.

В этой связи целью проводимого исследования является анализ социально-экономического состояния Нижегородской области и выявление факторов, сдерживающих ее устойчивое развитие. Согласно современным воззрениям управленческой науки (системного подхода и маркетинговых методов исследований) анализ деятельности экономического субъекта целесообразно проводить в сравнении с ключевым конкурентом или субъектом, опережающим в развитии, поэтому в исследовании проведены расчеты для 85 регионов России и в качестве субъекта-лидера для сравнения выбрана Московская область. Отметим, что на эту роль также претендовала Ленинградская область из кластера опережающего развития.

Объектом исследования выбран субъект Российской Федерации – Нижегородская область, предметом – отрасли народного хозяйства, функционирующие на ее территории. С помощью индексного метода произведено межсубъектное сравнение российских регионов по четырнадцати видам экономической деятельности и по совокупным налоговым поступлениям в 2023 г.

Индексный метод часто применяется для оценки экономического положения стран, регионов, экономических отраслей и пр. Примером использования индексов в макроэкономике является индикатор подлинного прогресса (Genuine Progress Indicator, GPI) как интегральная мера экономического благосостояния стран мира [8, 9]. На основе данного показателя проводится оценка эффективности функционирования экономик разных государств и их регионов. Например, С. Guan et al., X. Long & X. Ji использовали GPI для анализа экономического потенциала Китайской Народной Республики [13, 16],

M.J.V. Fox & J.D. Erickson анализировали эффективность деятельности пятидесяти штатов США [12]. D.C. Andrade & J.R. Garcia опубликовали результаты динамической оценки GPI Бразилии за период с 1970 по 2010 г. [7]. P. Ekins & S. Simon данный индикатор рассчитали для Великобритании и Нидерландов [11], N.Hanley et al. – применительно к Шотландии [14].

Индексный метод широко используется, в частности для анализа экономического состояния Российской Федерации [17, 18], для изучения эффективности использования человеческих ресурсов [1, 6] и анализа экологической обстановки в различных регионах [10, 15].

Основной тезис настоящего исследования – налоговый доход (НД), получаемый на территории любого из регионов России, в определенной степени отражает его экономическое состояние. Более точную картину может дать отношение объема годовых налоговых поступлений субъекта федерации к численности занятых в их создании человеческих ресурсов (ЗН). Аналогом данного показателя является валовый региональный продукт (ВРП), отнесенный к численности населения (ВРП на душу населения). Как было отмечено выше, разработанная методика расчета индекса представлена в работе «Индексный метод оценки эффективности функционирования видов экономической деятельности» [2], в которой введено понятие показателя эффективности налоговых поступлений – ОПЭН, который является отношением НД к ЗН субъекта федерации. Авторами рассчитан ОПЭН_{ij} для каждого региона страны по четырнадцати видам экономической деятельности и общий рейтинг по суммарным налоговым поступлениям. Индексу *i* соответствует количество рассматриваемых регионов (то есть 85), а индексу *j* – одна из четырнадцати рассматриваемых экономических отраслей.

Данные для проведения исследования являются открытыми и свободно распространяемыми. Федеральная налоговая служба России на своем портале размещает информацию о величине налоговых поступлений для восьмидесяти пяти регионов России [5]. Росстат в третьем разделе сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели» [4] публикует данные о численности человеческих ресурсов (ЗН). Временной лаг используемых данных ФНС России составляет один год, а Росстата – два года. В представленном исследовании произведены расчеты и изучена деятельность Нижегородской области за 2023 г.

Результаты и их обсуждение

Нижегородская область – один из четырнадцати субъектов Приволжского федерального округа. Город Нижний Новгород является не только областным центром, но и столицей округа. Область расположена на берегах реки Волги и занимает территорию, площадью 76,6 тыс. км². Численность населения составляет 3 081 817 человек. Рост населения относительно 2022 г. составил 17 тыс. человек.

Регион является одним из промышленных центров Российской Федерации. На его территории расположены крупные производственные предприятия, такие как АО «Нижегородский химико-фармацевтический завод», ООО «Горьковский автомобильный завод», НАО «Гидромаш», ООО «Новый Завод» и др.

Обратимся к детальному социально-экономическому анализу функционирования Нижегородской области. С помощью индексного метода оценивали результаты деятельности области в сравнении с показателями 85 субъектов федерации и «прямого конкурента» – Московской области. На рисунке 1 представлено распределение субъектов РФ по показателю *ОПЭН суммарный НД* за 2023 г. Нулевая отметка на графике соответствует среднему уровню экономического развития по стране.

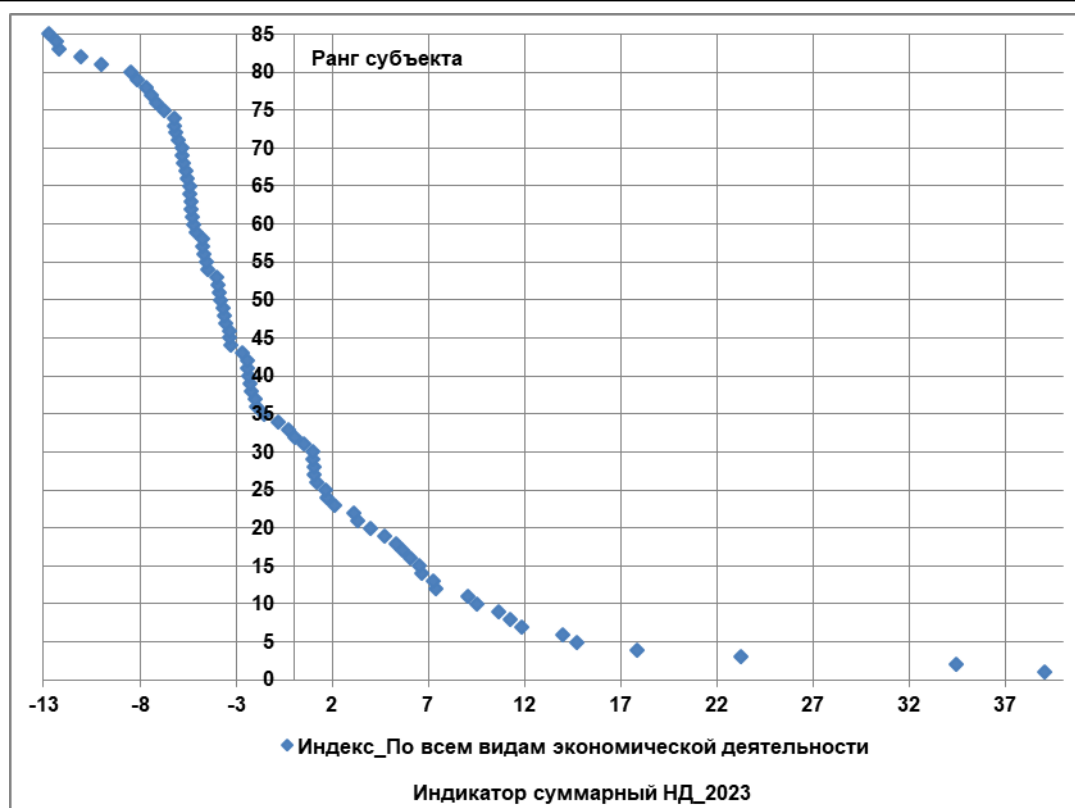


Рис. 1. Рейтинг социально-экономического положения регионов России в 2023 г.

Источник: построено авторами на основании расчетов, проведенных по данным [4, 5].

Нижегородская область занимает 25-ю позицию рейтинга и имеет значение индекса ОПЭН по суммарному НД, равное 1,62. Отметим, что в 2022 г. субъект занимал 28-ю, а в 2021 г. – 29-ю позицию рейтинга. Область находится незначительно выше уровня среднего развития по стране. Наивысший показатель рейтинга принадлежит г. Москве и составляет 39,08. Отметим, что значение индикатора столицы в 2022 г. составляло 33,87. Наименее экономически развитым регионом с показателем, равным 12,72, является Республика Ингушетия. Выше отметки среднего уровня расположились тридцать два региона, а ниже – пятьдесят три. Московская область имеет индекс социально-экономического развития 7,24, что соответствует рангу 13. Условно, исходя из полученного рейтинга, в 2023 г. к кластеру субъектов опережающего развития можно отнести двенадцать субъектов, к группе субъектов, отстающих в развитии, – двадцать шесть. Размах вариации составил 51,80. В 2022 г. размах вариации был равен 44,87, что свидетельствует о том, что расслоение субъектов по уровню налоговых доходов в рассматриваемом периоде увеличилось.

Нижегородскую область можно отнести к кластеру субъектов среднего экономического уровня. Проведем финансово-экономический анализ деятельности региона по четырнадцати отраслям народного хозяйства. Аналогично с ОПЭН по суммарному НД авторами были рассчитаны четырнадцать рейтингов, каждый соответствует одной из четырнадцати экономических отраслей.

На рисунке 2 представлена диаграмма эффективности функционирования Нижегородской области в сравнении с Московской областью в 2023 г. Московская область выбрана для сравнения, так как является субъектом опережающего развития. Как и на рисунке 1, нулевая отметка на диаграмме соответствует среднему уровню развития регионов по стране.

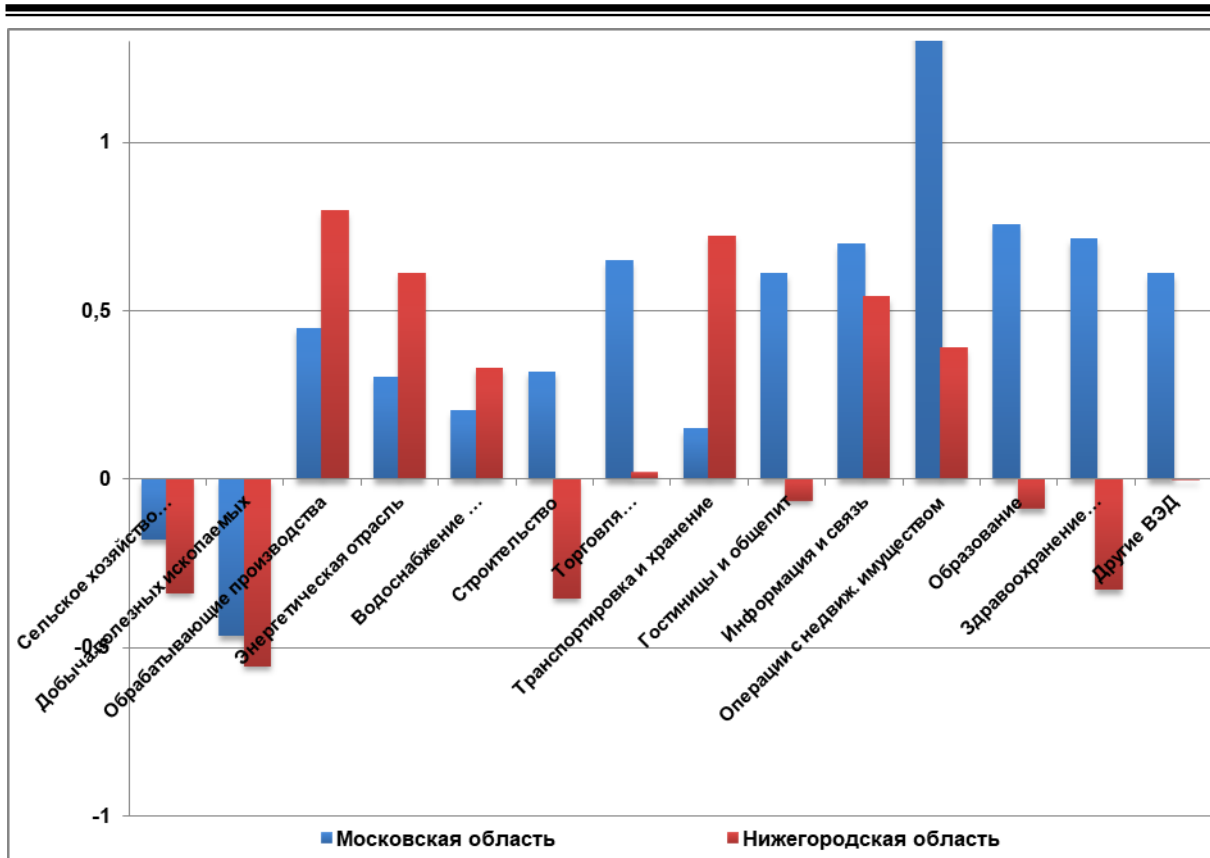


Рис. 2. Эффективность функционирования Нижегородской и Московской областей в 2023 г.

Источник: построено авторами на основании расчетов, проведенных по данным [4, 5].

Из анализа диаграммы (рис. 2) следует, что Нижегородская область отстает от Московской по 10 экономическим отраслям. Особенно сильное отставание можно отметить по таким отраслям, как «Образование», «Здравоохранение», «Строительство» и «Операции с недвижимым имуществом». Среди рассматриваемых субъектов Нижегородская область имеет наилучшее обеспечение энергией. Анализируя вид экономической деятельности «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», необходимо отметить, что размах вариации составил 10,04. Существенно опережая остальные субъекты, максимальное значение индикатора в энергетической отрасли имеет г. Москва (показатель равен 6,12), а минимальное – Чукотский Автономный округ (–3,93). Значение соответствующего индикатора Нижегородской области составляло 0,61 (ранг 10), а Московской области – 0,30 (ранг 17). Можно говорить о том, что Нижегородская область хорошо обеспечена электроэнергией и с этих позиций имеет устойчивые предпосылки для промышленного роста. В Московской области энергетическая составляющая, наоборот, является сдерживающим фактором усиления ее социально-экономических позиций.

По виду экономической деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» лидирующую позицию с величиной индикатора 6,68 занимает Мурманская область, а наиболее слабым субъектом явилась Кабардино-Балкарская Республика (индикатор равен –0,51). Московская и Нижегородская области имеют ранги соответственно двадцать девять и пятьдесят восемь. Размах вариации составил 7,20, что свидетельствует о весьма существенном расслоении регионов. На рисунке 3 представлен график, визуализирующий распределение регионов Российской Федерации в сельскохозяйственной отрасли.

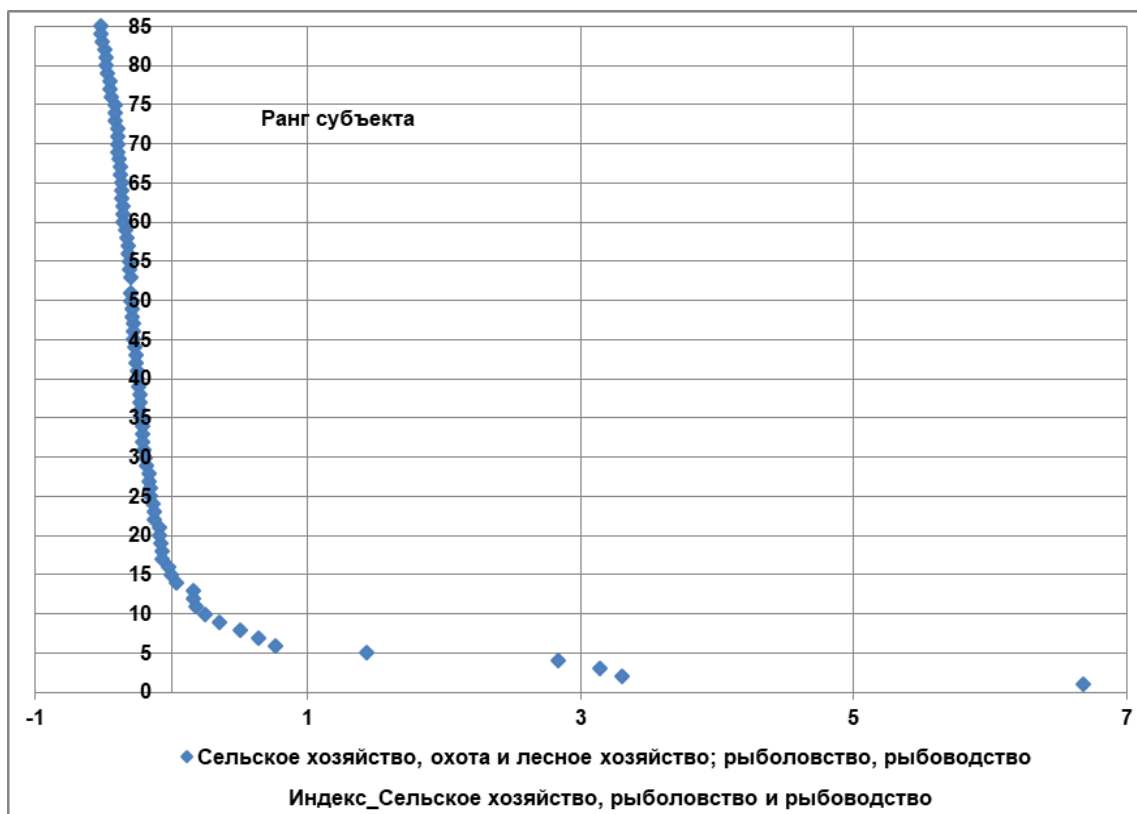


Рис. 3. Рейтинг эффективности функционирования регионов России в сельскохозяйственной отрасли в 2023 г.

Источник: построено авторами на основании расчетов, проведенных по данным [4, 5].

Можно отметить весьма устойчивые позиции по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства», которые имеют и Нижегородская, и Московская области. Размах вариации в данной отрасли составляет 7,39. Лидирующие позиции в обрабатывающей промышленности принадлежат Ямало-Ненецкому автономному округу (4,09), Ленинградской области (2,74), г. Санкт-Петербургу (2,00), Омской области (1,97) и Рязанской области (1,54). В рассматриваемой отрасли с показателем $(-3,30)$ наименее развита Амурская область. Нижегородская и Московская области занимают одиннадцатую и шестнадцатую позиции рейтинга, а индикаторы имеют значения соответственно 0,80 и 0,45.

На современном этапе развития одним из наиболее важных видов экономической деятельности является «Деятельность в области информации и связи». В данной отрасли обе области относятся к субъектам опережающего развития и находятся выше уровня среднего развития по стране. Ранг Московской области равняется пяти (индикатор $-0,70$), Нижегородской области – восьми (0,54), размах вариации – 7,32.

В анализируемых субъектах отсутствуют значимые залежи полезных ископаемых. Основными видами экономической деятельности, сдерживающими развитие Нижегородской области, являются «Строительство», «Образование» и «Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг».

В строительной отрасли размах вариации составил 6,57. Нижегородская область находится существенно ниже уровня среднего развития по стране, занимая пятьдесят первую позицию соответствующего рейтинга. Величина ОПЭН НО в строительной отрасли составила $(-0,35)$. Московская область расположилась на двадцать третьем месте.

По виду экономической деятельности «Образование» Нижегородская область находится ниже среднего уровня и занимает тридцать вторую позицию $(-0,08)$. Также

область существенно отстает в здравоохранении и имеет сорок пятый ранг ($-0,33$). Московская область занимает двенадцатую позицию рейтинга ($0,71$). Образовательная отрасль отвечает за воспроизводство кадрового потенциала регионов и имеет важнейшее значение для развития всех отраслей народного хозяйства. Авторами выявлена сильная корреляционная связь между образовательной деятельностью и отраслью здравоохранения по всем субъектам РФ.

Заключение

В рамках исследования выявлено, что Нижегородская область занимает двадцать пятую позицию в рейтинге социально-экономического развития регионов России (по данным 2023 г.), что соответствует уровню выше среднего. В то же время наблюдается существенный разрыв с регионом-лидером – у Московской области тринадцатая позиция в рейтинге.

Нижегородская область прочно интегрирована в промышленный каркас страны, но ее развитие носит выраженно диспропорциональный характер. Эмпирически подтверждена сильная конкурентная позиция в обрабатывающей промышленности (11-е место) и в обеспечении электроэнергией (10-е место), что указывает на сохранение исторически сложившейся индустриальной и энергетической специализации. Закономерным дополнением к этому является высокий уровень показателей деятельности в области информации и связи (8-е место), что может свидетельствовать о росте уровня цифровой зрелости промышленного комплекса.

На структурную диспропорцию в развитии Нижегородской области указывает отставание социально ориентированных секторов (образование – 32-я позиция, здравоохранение – 45-я) и аграрного производства (58-е место). Это позволяет заключить, что промышленный сектор, обеспечивая большую часть налоговых поступлений, не генерирует в достаточной мере мультипликативный эффект для развития смежных отраслей и социальной сферы, которая остается «догоняющей». Выявленная структурная диспропорция формирует контраст с более сбалансированной моделью развития Московской области, ограничивает комплексное социально-экономическое развитие субъекта и снижает качество жизни, что в долгосрочной перспективе может отрицательно сказаться на кадровом потенциале.

Результаты исследования имеют практическое значение для органов власти Нижегородской области, акцентируя внимание на необходимости разработки и реализации сбалансированной стратегии развития, направленной на преодоление дисбалансов через стимулирование строительства, агропромышленного комплекса и сферы социальных услуг.

Среди направлений дальнейших исследований можно отметить углубленный анализ межотраслевых связей и мультипликативных эффектов, а также анализ распределения налоговых доходов, генерируемых промышленными кластерами, и соответствующих бюджетных расходов на социальное развитие и инфраструктуру в муниципальных образованиях Нижегородской области. Это позволит сформировать научно обоснованный практический инструментарий для преодоления структурных диспропорций в социально-экономическом развитии региона.

Список источников

1. Ильясова Ю.В., Мираньков Д.Б., Шенгелия Т.А. Развитие человеческого капитала Российской Федерации и его позиции в международных рейтингах // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2020. Т. 6(72). № 2. С. 44–58.
2. Камалетдинов А.Ш., Ксенофонтов А.А. Индексный метод оценки эффективности функционирования видов экономической деятельности // Финансы: теория и практика. 2019. Т. 23, № 3(111). С. 82–95. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-3-82-95.
3. О принятии и введении в действие Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД-2) ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) и Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) ОК 034-2014 (КПЕС 2008): Приказ Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст (ред. от 27.12.2024) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163268/ (дата обращения: 15.08.2025).
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023. Статистический сборник [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). Публикации. Статистические издания. URL: <https://www.rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 20.10.2024).
5. Статистика и аналитика, 2024–2005 гг. [Электронный ресурс] // Аналитический портал официального сайта Федеральной налоговой службы (ФНС России). URL: https://www.nalog.gov.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/ (дата обращения: 12.08.2025).
6. Стофарандова В.В., Абдусаламова Р.А. Основные особенности и перспективы индекса человеческого развития в Российской Федерации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12, № 9-1. С. 122–130.
7. Andrade D.C., Garcia J.R. Estimating the Genuine Progress Indicator (GPI) for Brazil from 1970 to 2010 // Ecological Economics. 2015. Vol. 118(C). Pp. 49–56. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2015.07.018.
8. Berik G. Measuring what matters and guiding policy: An evaluation of the Genuine Progress Indicator // International Labour Review. 2020. Vol. 159(1). Pp. 71–94. DOI: 10.1111/ilr.12153.
9. Cook D., Davidsdottir B. An appraisal of interlinkages between macro-economic indicators of economic well-being and the sustainable development goals // Ecological Economics. 2021. Vol. 184. Article No. 106996. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2021.106996.
10. Eckstein D., Künzel V., Schäfer L. The global climate risk index 2021. Who suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2019 and 2000 to 2019. Technical Report. Bonn: Germanwatch, 2021. URL: www.germanwatch.org/en/cr/.
11. Ekins P., Simon S. Estimating sustainability gaps: methods and preliminary applications for the UK and the Netherlands // Ecological Economics. 2001. Vol. 37(1). Pp. 5–22. DOI: 10.1016/S0921-8009(00)00279-2.
12. Fox M.J.V., Erickson J.D. Design and meaning of the genuine progress indicator: A statistical analysis of the U.S. fifty-state model // Ecological Economics. 2020. Vol. 167. Article No. 106441. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106441.
13. Guan C., Weng Y., Zhao J. et al. Examining China's sustainable development based on genuine progress indicator // Sustainable Production and Consumption. 2021. Vol. 28. Pp. 1635–1644. DOI: 10.1016/j.spc.2021.09.007.
14. Hanley N., Moffatt I., Faichney R. et al. Measuring sustainability: a time series of alternative indicators for Scotland // Ecological economics. 1999. Vol. 28(1). Pp. 55–73. DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00027-5.
15. Hickel J. The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene // Ecological economics. 2020. Vol. 167(C). Article No. 106331. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.05.011.
16. Long X., Ji X. Economic growth quality, environmental sustainability, and social welfare in China-provincial assessment based on genuine progress indicator (GPI) // Ecological economics. 2019. Vol. 159. Pp. 157–176. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.01.002.
17. Mikheeva N. Qualitative aspect of the regional growth in Russia: Inclusive development index // Regional Science Policy & Practice. 2020. Vol. 12(4). Pp. 611–627. DOI: 10.1111/rsp3.12289.
18. Sharafutdinov R., Gerasimov V., Akhmetshin E. et al. Inclusive development index in Russia: analysis, methods, possibility of application // Género & Direito. 2019. Vol. 8(4). Pp. 231–241. DOI: 10.22478/ufpb.2179-7137.2019v8n4.48400.

References

1. Ilyasova Yu.V., Mirankov D.B., Shengelia T.A. Development of human capital of the Russian Federation and its position in international rankings. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Economics and Management*. 2020;6(72):44-58. (In Russ.).
2. Kamaletdinov A.Sh., Ksenofontov A.A. Index method for evaluating the performance of economic activities. *Finance: Theory and Practice*. 2019;23(3):82-95. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-3-82-95. (In Russ.).
3. On the Adoption and Implementation of the All-Russian Classifier of Economic Activities (OKVED-2) ОК 029-2014 and the All-Russian Classifier of products by types of economic activity (OKPD-2) ОК 034-2014:

Rosstandart Order No. 14-st of 31.01.2014 (as amended on 27.12.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163268. (In Russ.).

4. Regions of Russia. Social and Economic Indicators. 2023. Statistical Digest. Official Website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). Statistical publications. URL: <https://www.rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>. (In Russ.).

5. Statistics and Analytics, 2024-2005. Analytical portal of the Official Website of the Federal Tax Service (FTS of Russia). URL: https://www.nalog.gov.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/. (In Russ.).

6. Stofarandova V.V., Abdusalamova R.A. Main features and prospects of the human development index in the Russian Federation. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2022;12(9-1):122-130. (In Russ.).

7. Andrade D.C., Garcia J.R. Estimating the Genuine Progress Indicator (GPI) for Brazil from 1970 to 2010. *Ecological Economics*. 2015;118(C):49-56. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2015.07.018.

8. Berik G. Measuring what matters and guiding policy: An evaluation of the Genuine Progress Indicator. *International Labour Review*. 2020;159(1):71-94. DOI: 10.1111/ilr.12153.

9. Cook D., Davidsdottir B. An appraisal of interlinkages between macro-economic indicators of economic well-being and the sustainable development goals. *Ecological Economics*. 2021;184:106996. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2021.106996.

10. Eckstein D., Künzel V., Schäfer L. The global climate risk index 2021. Who suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2019 and 2000 to 2019. Technical Report. Bonn: Germanwatch; 2021. URL: www.germanwatch.org/en/cr.

11. Ekins P., Simon S. Estimating sustainability gaps: methods and preliminary applications for the UK and the Netherlands. *Ecological Economics*. 2001;37(1):5-22. DOI: 10.1016/S0921-8009(00)00279-2.

12. Fox M.J.V., Erickson J.D. Design and meaning of the genuine progress indicator: A statistical analysis of the U.S. fifty-state model. *Ecological Economics*. 2020;167:106441. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.106441.

13. Guan C., Weng Y., Zhao J. et al. Examining China's sustainable development based on genuine progress indicator. *Sustainable Production and Consumption*. 2021;28:1635-1644. DOI: 10.1016/j.spc.2021.09.007.

14. Hanley N., Moffatt I., Faichney R et al. Measuring sustainability: a time series of alternative indicators for Scotland. *Ecological Economics*. 1999;28(1):55-73. DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00027-5.

15. Hickel J. The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*. 2020;167(C):106331. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.05.011.

16. Long X., Ji X. Economic growth quality, environmental sustainability, and social welfare in China-provincial assessment based on genuine progress indicator (GPI). *Ecological Economics*. 2019;159:157-176. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.01.002.

17. Mikheeva N. Qualitative aspect of the regional growth in Russia: Inclusive development index. *Regional Science Policy & Practice*. 2020;12(4):611-627. DOI: 10.1111/rsp3.12289.

18. Sharafutdinov R., Gerasimov V., Akhmetshin E. et al. Inclusive development index in Russia: analysis, methods, possibility of application. *Gênero & Direito*. 2019;8(4):231-241. DOI: 10.22478/ufpb.2179-7137.2019v8n4.48400.

Информация об авторах

A.A. Ксенофонтов – кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой общего и проектного менеджмента ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», AAKsenofontov@fa.ru.

A.Ш. Камалетдинов – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математики ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», AShKamaletdinov@fa.ru.

A.A. Юссуф – кандидат экономических наук, доцент кафедры общего и проектного менеджмента ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», AAYussuf@fa.ru.

I.A. Карачун – кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровой экономики Белорусского государственного университета, karachun@bsu.by.

Information about the authors

A.A. Ksenofontov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, Head of the Dept. of General and Project Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, AAKsenofontov@fa.ru.

A.S. Kamaletdinov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, the Dept. of Mathematics, Financial University under the Government of the Russian Federation, AShKamaletdinov@fa.ru.

A.A. Yussuf, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of General and Project Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, AAYussuf@fa.ru.

I.A. Karachun, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Digital Economics, Belarusian State University, karachun@bsu.by.

Статья поступила в редакцию 10.09.2025; одобрена после рецензирования 12.10.2025; принята к публикации 20.10.2025.

The article was submitted 10.09.2025; approved after reviewing 12.10.2025; accepted for publication 20.10.2025.

© Ксенофонтов А.А., Камалетдинов А.Ш., Юссуф А.А., Карачун И.А., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 332.12:338.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_202

EDN: SICNHC

Эффективность использования продуктов вторичной переработки топинамбура в органическом животноводстве

Юлия Викторовна Ткачева^{1✉}, Сергей Николаевич Семенов²

^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ julchen19@yandex.ru[✉]

Аннотация. Увеличение объемов производства органической продукции является важной стратегической задачей развития сельского хозяйства РФ: к 2030 г. расходы населения на органическую продукцию должны вырасти более чем в 7 раз. Статус органического производства накладывает жесткие требования к организации и технологиям производства, поэтому товары со знаком «Органик» зачастую оказываются на порядок дороже тех, что произведены по традиционной технологии. Следовательно, вопрос эффективности органического производства приобретает особую актуальность в сложных современных условиях. Проведенное исследование показывает, что в настоящее время не всегда предприятия, занятые в отрасли, имеют хорошее финансовое состояние. Основным фактором убыточности выступает отсутствие отлаженных сертифицированных технологий производства, учитывающих климатические особенности регионов, в которых расположены органические фермы, а также ориентированные на устойчивые породы коров. В этих условиях стоимость кормов является не только самой большой статьей расходов, но и главным фактором обеспечения продуктивности животных, их устойчивости к негативным внешним условиям, а также основой профилактики заболеваний, поэтому важно не только снизить затраты, но и обеспечить повышение качества продукции. Выполнена оценка эффективности использования продуктов вторичной переработки топинамбура в органическом животноводстве. Обосновано путем расчета экономической эффективности введение в рацион коров молочного направления кормовой добавки. Синергетический эффект достигается повышением продуктивности животных и качества молока, а также возможностью комплексного решения проблемы утилизации отходов переработки топинамбура. Также произведен расчет показателя IOFC и обосновано его использование в условиях производства органического молока. Показано, что применение кормовой добавки на основе топинамбура экономически эффективно, что подтверждается повышением рентабельности продаж на 6,18 п.п., величины IOFC, снижением стоимости сбалансированного рациона животных на 1,9%.

Ключевые слова: органическое производство, органическое животноводство, кормовая добавка, рацион коров молочного направления, продуктивность, экономическая эффективность, сценарии развития, IOFC

Для цитирования: Ткачева Ю.В., Семенов С.Н. Эффективность использования продуктов вторичной переработки топинамбура в органическом животноводстве // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 202–214. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_202–214.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Utilization efficiency of Jerusalem artichoke waste products in organic animal husbandry

Yulia V. Tkacheva^{1✉}, Sergey N. Semenov²

^{1, 2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ julchen19@yandex.ru[✉]

Abstract. Increasing the volume of organic production is an important strategic goal for the development of agriculture in the Russian Federation: by 2030, household spending on organic products should increase by more than 7 times. The status of organic production imposes strict requirements on the organization and production technologies, so products with the Organic label are often much more expensive than those produced using traditional technology. Consequently, the issue of efficiency of organic production is becoming particularly relevant in difficult modern conditions. The conducted research shows that currently, enterprises engaged in the industry do not always have a good financial condition. The main factor of unprofitability is the lack of well-established certified production technologies that take into account the climatic characteristics of the regions

where organic farms are located, as well as those focused on sustainable cow breeds. In these conditions, the cost of feed is not only the largest item of expenditure, but also the main factor in ensuring animal productivity, their resistance to negative external conditions, as well as the basis for disease prevention, so it is important not only to reduce costs, but also to improve product quality. Utilization efficiency of Jerusalem artichoke waste products in organic animal husbandry has been assessed. The introduction of a feed additive into the diet of dairy cows is justified by calculating the economic efficiency. The synergistic effect is achieved by increasing animal productivity and milk quality, as well as the possibility of a comprehensive solution to the problem of Jerusalem artichoke processing waste disposal. The IOFC indicator has also been calculated and its use in the conditions of organic milk production has been justified. It is shown that the use of Jerusalem artichoke-based feed additives is economically effective, which is confirmed by an increase in the return on sales by 6.18 percentage points, the value of IOFC, and a decrease in the cost of the daily ration of animals by 1.9%.

Keywords: organic production, organic animal husbandry, feed additive, dairy cow diet, productivity, economic efficiency, development scenarios, IOFC

For citation: Tkacheva Yu.V., Semenov S.N. Utilization efficiency of Jerusalem artichoke waste products in organic animal husbandry. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):202-214. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_202-214.

Введение
Рынок органической продукции – один из самых динамичных в мире. Все чаще люди начинают задумываться о том, что они едят, предъявляя повышенные требования к качеству продуктов питания. Выбирая органическую продукцию, потребитель меняет привычную картину мира в пользу сохранения окружающей среды, биоразнообразия, а также производства с минимальным негативным антропогенным воздействием [19].

Ключевые факторы органического производства в России:

- нормативно-правовая база ведения органического производства;
- сертификация (подтверждение соответствия) органической продукции;
- меры государственной поддержки производителей органической продукции [18].

В России продажи органической продукции показывают рост на 16–18% в год, при том что сам рынок сформировался только в 2019 г., а в 2020 г. в России впервые вступил в силу федеральный закон об органическом сельском хозяйстве № 280-ФЗ [9]. Россия вошла в число стран мира, имеющих собственное законодательство в этой области.

Стратегия развития органического производства Российской Федерации до 2030 г. (далее – Стратегия) ставит основной целью опережающее развитие производства и потребления органической продукции, предполагающее темпы его роста выше, чем темпы роста сельского хозяйства в целом. При этом достигаться она будет на принципах устойчивого развития сельских территорий и кооперации, сбалансированного развития внутреннего рынка потребления отечественных органических продуктов и их экспорта, внедрения и использования передовых научно-технических разработок в области органического сельского хозяйства и стимулирования предпринимательства в сфере производства органической продукции [9, 11, 12, 13].

Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 № 280-ФЗ регламентирует все основные вопросы производства в России органической продукции [9]. Документ вводит понятия «органическая продукция», «производители органической продукции» и «органическое сельское хозяйство», а также регулирует нормы ее производства, хранения, транспортировки, маркировки и реализации. Производители, выпускающие продукты с маркировкой «органик», должны получить сертификаты в организациях (органах по сертификации), аккредитованных в Росаккредитации, и быть включенными в Единый государственный реестр производителей органической продукции (ведется Минсельхозом России).

На данный момент в России выдано 682 сертификата органической продукции. Эта цифра выросла практически в 36 раз по сравнению с 2019 г. Число сертифицированных органических производителей в 56 регионах находится на отметке 254, что почти в 13,5 раза больше, чем было в 2019 г. [7, 18].

Стратегией предусмотрены индикативные сценарии развития отрасли в зависимости от применяемых механизмов и объемов государственной поддержки, а также конъюнктуры рынка (рис. 1).



Рис. 1. Сценарии развития отечественного органического производства в перспективе до 2030 г. в рамках Стратегии

Источник: составлено авторами по обобщенным данным [9, 11, 12, 14, 18].

Базовый сценарий предполагает динамичный рост российского производства органической продукции с опорой преимущественно на внутренний рынок. Так, целью реализации Стратегии является увеличение расходов на органическую продукцию со 147 руб./чел. в 2021 г. до 1040 руб./чел. в 2030 г., привлечение инвестиций в отрасль до 60 млрд руб., а также привлечение в бизнес до 700 тыс. чел.

Консервативный сценарий исходит из более негативных предпосылок развития внутреннего рынка и экспорта органической продукции, а также сохранения сложившейся практики господдержки и регулирования сектора.

Оптимистический сценарий основывается на прогнозных гипотезах реализации благоприятных факторов, предусматривающих более высокие темпы прироста денежных доходов населения РФ и увеличение числа регулярных потребителей и среднего уровня потребительских расходов на органическую продукцию, а также ускоренное расширение экспорта в условиях снятия ограничений на импорт из РФ со стороны дружественных стран и взаимного признания сертификатов соответствия стандартам органического производства во внешней торговле с ведущими странами – импортерами органической продукции.

Государственные стандарты РФ устанавливают требования к производству, маркировке, сертификации и эксплуатации средств производства органической продукции в России. Соблюдение этих стандартов гарантирует безопасность продуктов и обеспечивает качество органической продукции на рынке. Сертифицированные российские производители органической продукции также активно развивают международное сотрудничество. Однако пока органическая продукция на рынке продовольствия составляет всего около 1%.

Основной интерес для покупателей представляет продукция мясного и молочного животноводства. Как следствие, наибольшая динамика роста проявляется в развитии молочного и мясного направлений отрасли. В настоящее время 30% земель сельскохозяйственного назначения в России используется в животноводстве, при этом 100–120 тыс. га – в органическом животноводстве.

Процессы органического животноводства в стране регулируют четыре стандарта: ГОСТ 33980-2016 «Правила производства ...» [5], ГОСТ 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации...» [4], ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические...» [2] и ГОСТ Р 59425-2021 «Продукция органического производства из дикорастущего сырья...» [3]. В современных условиях, учитывая практику применения закона об органическом производстве, в национальные стандарты вносятся изменения, российское законодательство сверяется с IFOAM International.

Стандарты органического животноводства предъявляют строгие требования к содержанию, кормлению и здоровью крупного рогатого скота. Корова – главный элемент процесса производства, которому необходимо обеспечить комфорт и соответствующее содержание [3]. При органическом производстве животные содержатся ближе к условиям их естественного пребывания, чтобы снизить стресс для животных и запустить биологические процессы обеспечения здоровья.

В органическом животноводстве на территории одного предприятия не должно быть более 500 гол. в молочном стаде и более тысячи – в мясном. В регионах с теплым климатом по ГОСТу допустимо содержание животных на открытом воздухе круглый год, без постройки специальных сооружений.

При обустройстве крытых коровников нужно учитывать ряд требований [7].

1. В частности, при отделке помещений нельзя использовать пластик, краски и токсичные материалы.

2. Породы коров для фермы по производству органической продукции должны подходить под климатические особенности конкретной местности. В противном случае без антибиотиков и стимуляторов роста животное будет часто болеть. А поскольку в органическом животноводстве эти препараты запрещены, то и эффективность всего предприятия будет зависеть от организации производства. Следовательно, приоритетом является не столько продуктивность, сколько устойчивость животных к неблагоприятным условиям среды и заболеваниям.

3. В рационе животных 50% кормов должно быть собственного производства. Телята должны находиться на натуральном вскармливании не менее трех месяцев. Принудительное кормление запрещено.

4. Место содержания скота должно обрабатываться различными дезинфицирующими и моющими средствами. Допускается лечение гомеопатическими и фитотерапевтическими средствами, а также препаратами местного применения, например йодом или перекисью водорода. В том случае, если у животного развивается заболевание, в лечении которого невозможно применить эти препараты, под наблюдением ветврача назначаются антибиотики. Молоко животного не сдаивается в общую массу в период карантина, длящегося до полного вывода антибиотиков.

5. При производстве органических продуктов в их составе должно использоваться не менее 95% ингредиентов органического происхождения. Содержание остальных ингредиентов не должно быть более 5%.

6. Для упаковки органической продукции не допускается использование материалов из ПВХ (поливинилхлорида) или веществ, которые могут привести к загрязнению органической продукции. Органическая продукция должна быть отделена от неорганической, чтобы не произошло смешивания или подмены.

Эффективность применения продуктов вторичной переработки топинамбура в органическом животноводстве рассмотрим на примере ООО «Савинская Нива» Калужской области, учредителем которого является ГК «ЭкоНива».

ООО «Савинская Нива» расположено в Мосальском районе Калужской области. Основной вид деятельности – смешанное сельское хозяйство. ООО «Савинская Нива» является единственным органическим хозяйством молочного направления в составе ГК «ЭкоНива». В Калужской области предприятие начало свою работу в 2010 г. С 2012 по 2015 г. хозяйство прошло конверсионный период от традиционного земледелия к органическому, которое базируется на принципах защиты экосистемы и здоровья человека. Органическое животноводство и растениеводство, которыми занимается ООО «Савинская Нива», регламентированы строгими нормами и правилами. Поголовье скота здесь находится на беспривязном содержании в максимально естественных условиях. В хозяйстве работают 80 сотрудников.

Концепция органического производства соблюдается ГК «ЭкоНива» по цепочке всего процесса производства: «от поля до прилавка». Модель организации процесса производства органической продукции с учетом стандартов и требований представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Модель принципов организации производства ООО «Савинская Нива»

Источник: составлено авторами.

Примечание: *EcoGlobe уже 20 лет работает на рынке органик и имеет право проводить сертификацию по европейскому, американскому и швейцарскому органическим стандартам.

Органическими считаются продукты, которые производятся без использования синтетических минеральных удобрений и химических средств защиты растений, что позволяет активизировать естественные процессы, направленные на сохранение и улучшение плодородия почвы, биологического разнообразия, а также отсутствие веществ, способных нанести вред окружающей среде. Так, в качестве подкормок используется только органическое удобрение с самих ферм. Вся продукция растениеводства и животноводства сертифицирована согласно стандартам ЕС 2018/848 и межгосударственному стандарту ГОСТ 33980-2016 (табл. 1).

Таблица 1. Требования к органическому содержанию коров, основанные на стандартах ЕС

Критерий	Описание	Состояние показателей в ООО «Савинская Нива»
Переходный период	Для получения органического статуса необходимо время. Пастбища должны обрабатываться без запрещенных веществ не менее двух лет, а для животных устанавливается длительный период преобразования (например, 12 месяцев для КРС на мясо)	Предприятие работает с 2010 г. Переходный период – 2012–2015 гг.
Происхождение и пополнение стада	Животные должны рождаться и выращиваться в органическом хозяйстве. Пополнение из неорганических хозяйств разрешено в исключительных случаях (например, при расширении фермы) и только молодняком	Породы: черно-пестрая, симментальская, айширская, бурая швицкая. Первые животные были разных пород. Отобраны наиболее эффективные с экономической точки зрения
Содержание и благополучие	Обязателен свободный выпас в пастбищный сезон. Запрещено постоянное привязное содержание. Нормы плотности (ЕС): не более двух молочных коров на 1 га в год для предотвращения перегрузки пастбищ	Содержание животных максимально приближено к естественным условиям. На вольном выпасе коровы находятся с мая по октябрь, не ограничены в потреблении кормов. Поля ратируются, культивируются и восстанавливаются
		На лугах, которые засеваются самостоятельно, произрастает злаково-бобовая травосмесь из 4–5 трав. Все культуры соответствуют требованиям органического производства
Кормление	Корма на 100% должны быть органическими, выращенными без ГМО, химических удобрений и пестицидов. Основа рациона – грубые корма (трава, сено). Доля концентратов в год не должна превышать 40% (краткосрочно – до 50% в начале лактации)	Рацион летнего периода (перечень пастбищных трав): клевер красный/белый, райграс пастбищный, овсяница красная, люцерн рогатый
		Рацион зимнего периода: сенаж (клевер/разнотравье), силос кукурузный, сено, солома. Концентраты: овес, пшеница, бобы кормовые, лен, соя, горох. Технология кормления в стойловый период – полнормовый рацион в кормушки
Здоровье и лечение	Основа – профилактика через комфортные условия содержания. Запрещено профилактическое применение антибиотиков и гормонов. Если животное было вылечено антибиотиками, такая продукция теряет органический статус	Антибиотики и гормоны не применяются
Особые правила для телят	Запрещено отлучать от матери до трех месяцев, до четырех месяцев необходимо выпаивать цельным молоком. Использование заменителей запрещено	Телята содержатся с матерями-коровами
Максимальный размер стада	Некоторые стандарты ограничивают численность. Например, на одном хозяйственном дворе рекомендуется содержать не более 500 гол. в молочном и 1000 гол. в мясном стаде	350 голов
Периодичность мониторинга предприятия на органик-статус в российских и международных органах сертификации	Не менее 1 раза в год (требования согласно ЕС 2018/848 и межгосударственному стандарту ГОСТ 33980-2016) [10]	Раз в год. Соответствует

Источник: составлено авторами по официальным данным и результатам обследования.

В органическом хозяйстве ГК «ЭкоНива» содержание животных максимально приближено к естественным условиям. Так, на вольном выпасе коровы находятся с мая по октябрь и не ограничены в потреблении кормов. На лугах, которые засеваются самостоятельно, произрастает злаково-бобовая травосмесь из 4–5 видов трав. Все культуры соответствуют требованиям органического производства.

В системе качества Organic контролируется весь процесс производства: начиная от заготовки кормов для коров и заканчивая упаковкой готового продукта, уходящего на полки магазинов. В органическом производстве не допускается замена молочных жиров на растительные, не используются ГМО, красители, стабилизаторы и загустители.

За статус «Органик» сельхозтоваропроизводители и переработчики получают дополнительную надбавку по цене, дополнительное конкурентное преимущество за повышенное качество продукции, а также дополнительную лояльность потребителей. Однако поскольку потребители не всегда владеют полной информацией о составе и качестве органической продукции, то чрезмерное повышение стоимости может спровоцировать снижение спроса. Следовательно, вопрос эффективности органического производства приобретает особую актуальность в сложных современных условиях. Так, потребление органических продуктов повышает устойчивость организма человека к заболеваниям, формирует более выраженный иммунитет и др., но поскольку эффект имеет отсроченный характер, то не может быть оценен покупателем априорно.

Рассмотрим показатели финансового состояния и эффективности деятельности предприятия (табл. 2).

Таблица 2. Показатели финансового состояния и эффективности деятельности ООО «Савинская Нива»

Показатели	Порядок расчета	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Темп роста, 2024/2022, %
1. Активы, тыс. руб.	–	271 225	348 018	433 755	159,9
2. Кредиторская задолженность, тыс. руб.	–	805 008	885 085	961 607	119,5
3. Активы без кредиторской задолженности (капитал), тыс. руб.	п. 1–п. 2	–533 783	–537 067	–527 852	98,9
4. Выручка от продаж, тыс. руб.	–	95 935	148 092	171 487	178,8
5. Собственный капитал, тыс. руб.	–	–596 975	–601 674	–614 318	102,9
6. Чистая прибыль, тыс. руб.	–	–59 466	–4 709	–12 634	21,2
7. Финансовый рычаг	п. 5 / п. 3	–	–	–	–
8. Рентабельность собственного капитала	п. 6 / п. 5	–	–	–	–
9. Рентабельность активов	п. 6 / п. 3	–	–	–	–
10. Оборачиваемость активов	п. 4 / п. 3	–	–	–	–

Источник: рассчитано авторами по данным [1].

Согласно данным таблицы 2, ООО «Савинская Нива» имеет неустойчивое финансовое состояние: собственный капитал предприятия отрицателен, деятельность убыточна. В качестве положительного фактора необходимо отметить рост выручки и совокупной величины активов. Предприятие имеет значительную величину кредиторской задолженности, общий объем которой превышает активы в несколько раз. Таким образом, финансовая модель ООО «Савинская Нива» имеет неудовлетворительное состояние, в том числе по причине убыточной деятельности. Также следует обратить внимание на невозможность произвести расчеты показателей «финансовый рычаг», «оборачиваемость активов», «рентабельность собственного капитала», «рентабельность активов».

Оценка структуры баланса на предмет его ликвидности также указывает, что деятельность предприятия поддерживается за счет обеспечения текущей и промежуточной ликвидности, за счет сбалансированного движения потоков денежных средств по основной деятельности, а также участия в интеграции ГК «ЭкоНива» (табл. 3).

Таблица 3. Показатели структуры баланса ООО «Савинская Нива», тыс. руб.

Показатели	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Темп роста, 2024/2022, %
Актив				
A1 – денежные средства организации и финансовые вложения (краткосрочные)	314	868	257	81,8
A2 – дебиторская задолженность и прочие активы	11 248	52 761	88 615	787,8
A3 – статьи раздела II «Запасы» и «НДС», а также статья из раздела I актива баланса «Финансовые вложения»	90 828	124 317	165 989	182,8
A4 – статьи раздела I «Внеоборотные активы»	168 835	170 072	178 894	106,0
Пассив				
П1 – кредиторская задолженность, а также ссуды, не погашенные в срок	805 008	885 085	961 607	119,5
П2 – краткосрочные кредиты и займы	23 757	23 757	17 409	73,3
П3 – долгосрочные кредиты и займы	35 696	35 606	62 850	176,1
П4 – статьи раздела III «Капитал и резервы»	–596 975	–601 674	–614 318	102,9
Излишек (недостаток) имущества для покрытия				
A1 – П1 (критерий: A1 > П1)	–804 694	–884 217	–961 350	119,5
A2 – П2 (критерий: A2 > П2)	–12 509	29 004	71 206	–569,2
A3 – П3 (критерий: A3 > П3)	55 132	88 711	103 139	187,1
A4 – П4 (критерий: A4 < П4)	765 810	771 746	793 212	103,6

Источник: рассчитано авторами по данным [1].

Рассмотрим показатели формирования финансового результата (табл. 4).

Таблица 4. Показатели формирования финансового результата ООО «Савинская Нива», тыс. руб.

Наименование показателя	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Отклонение, $\frac{-}{+}$	Темп роста, 2024/2022, %
Выручка	95 935	148 092	171 487	75 552	178,8
Себестоимость продаж	89 279	118 968	153 492	64 213	171,9
Валовая прибыль (убыток)	6 656	29 124	17 995	11 339	270,4
Доля валовой прибыли в выручке, %	6,9	19,7	10,5	3,6	151,2
Коммерческие расходы	0	475	0	0	–
Управленческие расходы	16 871	26 855	30 717	13 846	182,1
Прибыль (убыток) от продаж	–10 215	1 794	–12 722	–2 507	124,5
Проценты к получению	0	0	34	34	–
Проценты к уплате	43 638	5 077	6 485	–37 153	14,9
Прочие доходы	5 069	3 285	7 471	2 402	147,4
Прочие расходы	10 228	4 564	823	–9 405	8,0
Прибыль (убыток) до налогообложения	–59 012	–4 562	–12 525	46 487	21,2
Текущий налог на прибыль	454	147	109	–345	24,0
Чистая прибыль (убыток)	–59 466	–4 709	–12 634	46832	21,2

Источник: рассчитано авторами по данным [1].

Данные таблицы 4 позволяют сделать вывод, что формирование убытка происходит ввиду большой величины накладных расходов в 2022 и 2024 гг., причем уплата процентов за привлеченные средства в виде кредитов и займов, а также прочие расходы формируют отрицательный чистый результат периодов даже в 2023 г. Следует обратить внимание, что рост производственной себестоимости несколько меньше роста выручки, что позволило сформировать прирост валовой прибыли в 2,7 раза в 2024 г. по отношению к 2022 г. Однако в 2023 г. темп роста показателей составлял соответственно 129,1 и 115,8%, что выше уровня инфляции. Также обращает на себя внимание рост управленческих расходов: к 2022 г. он составил 182,1%.

Доля валовой прибыли в выручке по анализируемым годам (2022–2024 гг.) составляла соответственно 6,9, 19,7 и 10,5%. Это указывает на то, что производственные расходы, имеющие переменный характер, превышают 80%. В этих условиях применимо «правило 50%»: для поиска резервов роста прибыли необходимо снижать переменные расходы, т. е. производственную себестоимость.

Стоимость кормов в органическом животноводстве составляет 15–20% в производственной себестоимости и колеблется в зависимости от сезона – это самая крупная и важная статья затрат предприятия. При этом на зимний период необходима заготовка кормов, также соответствующего требованиям органических стандартов качества.

Следует отметить, что в этих условиях особенно важна государственная поддержка ООО «Савинская Нива», а также ориентация производственных мощностей предприятия на экспорт: требования европейского стандарта более жесткие, чем российского. Однако достижение целей Стратегии невозможно без формирования конкурентных преимуществ на международных продовольственных рынках органического сегмента.

В российской практике управления обычно применяются показатели переменных и постоянных затрат для расчета маржинальной прибыли и принятия решений по управлению бизнесом. Чтобы учесть конкретные производственные и экономические факторы, в зарубежной практике применяется специальный маржинальный показатель IOFC (Income Over Feed Cost, перевод – доходность сверх стоимости кормов, или ДССК), который отражает выручку, полученную при реализации молока от одной коровы за вычетом стоимости кормов [8].

По мнению авторов, вместо конкретной цены за «скотоместо», которая постоянно варьирует, следует применять IOFC (ДССК) в качестве индикатора прибыльности фермы, рассчитываемый как выручка от молока минус стоимость кормов и показывающий, сколько денежных средств остается на операционные расходы и прибыль. В этой связи полагаем особенно актуальным изучение возможностей снижения стоимости рациона коров за счет использования кормов и кормовых добавок, полученных в условиях технологий органического производства.

В соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. [13] и Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» [14] по программе «Создание и внедрение отечественных конкурентоспособных технологий» по направлениям: производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия; контроль качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и экспертиза генетического материала, приоритетным направлением является создание и испытание кормовых добавок для повышения устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы.

Именно в этом направлении ведется активная работа отдельных научных групп Воронежского ГАУ, в том числе по созданию рецептур отечественных, конкурентоспособных кормовых добавок для продуктивных животных в рамках органических технологий. На основании проведенных исследований доказана целесообразность использо-

вания в рационах коров новой кормовой добавки с целью повышения продуктивности, сохранения качества и безопасности молока. В 2025 г. был проведен опыт по введению в рацион коров продуктов вторичной переработки топинамбура.

Топинамбур – это культура, известная в сельском хозяйстве достаточно давно, является ценной для органического животноводства, так как обладает высокими кормовыми качествами, неприхотлива в выращивании и способствует улучшению здоровья и продуктивности животных. При этом клубни топинамбура являются ценным источником инулина, введение которого в состав кормового рациона крупного рогатого скота молочного направления позволяет повысить качество молока и физиологические параметры [15, 16].

Использование топинамбура в органическом животноводстве выгодно не только для продуктивности, но и с экономической и экологической точек зрения, что соответствует концепции органического производства. При этом основной проблемой является обеспечение правильного хранения и скармливания животным. Недостатками использования в рационе животных являются сезонность, значительные затраты на транспортировку и хранение, а также ограниченность объема корма в структуре ежедневного рациона. Экспериментальная часть работы выполнена в условиях исследуемого органического хозяйства Калужской области. Объектами исследования являлись:

- 1) кормовая добавка на основе органического сырья (топинамбура);
- 2) крупный рогатый скот молочного направления;
- 3) молоко клинически здоровых коров симментальской породы.

Схема эксперимента предусматривала наличие 4 групп животных, по две на каждый вариант. Группы формировались по принципу случайной выборки, с идентичными условиями содержания и доения. Клиническое обследование животных осуществляли с обязательным контролем общего состояния, термометрией, подсчетом дыхательных движений и сокращений рубца, оценкой состояния вымени. Для более объективной оценки состояния молочной железы проводили пробное сдаивание.

Рацион контрольной группы соответствовал общехозяйственной рецептуре. В опытной группе в дополнение к основному рациону вводилась разработанная кормовая добавка из топинамбура (табл. 5).

Таблица 5. Схема опыта

Группы	Численность поголовья в группе	Особенности кормления
Контрольная (1)	20 + 20	Общий рацион (ОР)
Опытная (2)	20 + 20	Общий рацион + органическая кормовая добавка из вторичных отходов переработки топинамбура

Источник: составлено авторами.

В ходе эксперимента установлено, что за первые 100 дней лактации максимальный суммарный надой оказался выше в экспериментальной группе животных и составил $2005,7 \pm 11,24$ кг. Средняя продуктивность в этой группе на момент проведения контрольной дойки была $24,1 \pm 2,63$ кг. Аналогичные показатели у контрольных животных оказались ниже на 1,61% в валовом исчислении и на 6,64% с учетом суточного удоя на 100-й день лактации (табл. 6).

Таблица 6. Молочная продуктивность и качество молока подопытных животных

Группы	Молочная продуктивность, кг		Биохимические показатели молока, массовая доля	
	за 100 дней лактации	на 100-й день лактации	жира на 100-й день лактации	белка на 100-й день лактации
Контрольная	$1973,8 \pm 5,31$	$22,5 \pm 2,82$	$3,77 \pm 0,01$	$3,21 \pm 0,03$
Опытная	$2005,7 \pm 11,24$	$24,1 \pm 2,63$	$3,84 \pm 0,01$	$3,25 \pm 0,01$
Опытная к контрольной, %	101,6	107,1	101,9	101,2

Источник: рассчитано авторами на основании опытных данных.

Определение биохимического состава молока включало в себя оценку массовой доли жира и белка. Содержание белка и жира является ключевыми параметрами при определении натуральности и качества молока. Как видно из таблицы 6, массовая доля жира в опытной группе оказалась максимальной по сравнению с группой контроля. Значение составило $3,84 \pm 0,01\%$. Аналогично выглядела ситуация при определении массовой доли белка – $3,25 \pm 0,01\%$ в группе животных с рационом, обогащенным экспериментальной кормовой добавкой.

Оценка натуральности молока посредством определения плотности и кислотности показала, во всех группах данные значения находились в рамках физиологически обусловленных и нормативно закрепленных параметров: соответственно $1028,0 \pm 0,02 \text{ кг/м}^3$ и $16,4 \pm 0,05 \text{ }^\circ\text{T}$, без существенных различий по группам.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что во всех группах животных, участвующих в исследовании, микробиологическая чистота молока не выходила за рамки требований нормативных документов. Патогенные микроорганизмы выявлены не были. Кроме того, оценка здоровья молочной железы по численности соматических клеток указывала на отсутствие воспалительных процессов у подопытных коров. Все вышеперечисленное позволило сделать вывод о безопасности молока, что является ключевым фактором обеспечения населения высококачественной продукцией.

Произведем оценку экономических показателей производства молока в контрольной и опытной группах (табл. 7).

Таблица 7. Показатели экономической эффективности опыта (расчет на 1 гол.)

Показатели	Группы		Отношение опытной к контрольной, %
	Контрольная (1)	Опытная (2)	
Стоимость суточного рациона 1 коровы (в среднем за 100 дней), руб.	295,20	291,10 (–4,10)	98,1
Надой на 1 голову на 100-й день, кг	22,5	24,1 (+1,6)	107,1
Цена 1 кг молока с учетом изменения качества, руб.	61,10	61,28 (+0,18)	100,3
Доход от продажи молока в сутки, руб.	1374,75	1476,84 (+102,09)	107,4
ЮФС (ДССК), руб.	1079,55	1185,74 (+106,19)	109,84
Валовая прибыль, руб./сут.	199,85	306,04 (+106,19)	153,13
Рентабельность продаж по валовой прибыли, %	14,54	20,72 (6,18 п.п.)	142,503

Источник: рассчитано авторами на основании опытных данных.

Как показывают проведенные расчеты, применение кормовой добавки на основе топинамбура позволяет получить больший ЮФС (ДССК). Прирост на 1 голову в сутки, согласно опытным данным, составил 106,19 руб. Эффективное кормление и качество кормовых добавок позволяют получить прирост рентабельности на 6,18 п.п. Мультиплицированный эффект на 1 корову за 1 сезон можно определить исходя из общей продуктивности и количества лактаций животного. Количество лактаций определяется в среднем как 3 единицы, в отдельных случаях максимальное – 9. Кроме того, использование кормовой добавки будет способствовать укреплению общего здоровья и увеличению срока эксплуатации животного. Если продуктивность за лактацию 1 коровы была отмечена на уровне 5600 кг в 2024 г., то в 2025 г. достижимый уровень оценивается как 6000 кг.

Следует отметить, что показатель продуктивности 6000 кг на 1 голову в органическом животноводстве соответствует прогнозируемому значению средней продуктивности коров в ЦФО к 2030 г. и может считаться высоким [6, 17]. Закупочная цена на органическое молоко выше на 50%, однако возможности роста производства весьма ограничены, а эксплуатация животных для сохранения их производственных качеств требует соблюдения положений стандартов и сертификатов.

Таким образом, применение кормовой добавки на основе топинамбура экономически эффективно, что подтверждается повышением рентабельности продаж, величины ЮФС, снижением стоимости суточного рациона животных.

Список источников

1. Бухгалтерская отчетность организаций в составе баланса и отчета о финансовых результатах [Электронный ресурс] // Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. Официальный сайт ФНС России. URL: <https://www.nalog.gov.ru/rn77/bo/> (дата обращения: 12.06.2025).
2. ГОСТ Р 56104-2014. Продукты пищевые органические. Термины и определения. Москва: Стандартинформ, 2015. 5 с.
3. ГОСТ Р 59425-2021. Продукция органического производства из дикорастущего сырья. Правила сбора, заготовки, переработки, хранения, транспортирования и маркировки. Москва: Стандартинформ, 2021. 13 с.
4. ГОСТ Р 57022-2016. Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства. Москва: Стандартинформ, 2016. 23 с.
5. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. Москва: Стандартинформ, 2016. 42 с.
6. Китаева О.В., Ужик В.Ф. Отечественные тенденции развития молочного скотоводства в России // Московский экономический журнал. 2021. № 12. С. 13. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10720.
7. Ликарчук Ю. В Роскачестве разъяснили правила органического животноводства [Электронный ресурс] // Ветеринария и жизнь (ВИЖ). Информационный портал и газета. Дата публикации: 06.10.2020. URL: <https://vetandlife.ru/v-roskachestve-razyasnili-pravila-organicheskogo-zhivotnovodstva/> (дата обращения: 12.06.2025).
8. Мортенсен Т. Управленческая экономика для молочной фермы // Животноводство России. Научно-практический журнал для руководителей и специалистов АПК. 2024. № 10. С. 48–50.
9. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43456> (дата обращения: 12.06.2025).
10. Об органическом производстве и о маркировке органических продуктов, а также об отмене Регламента (ЕС) 834/2007 Совета ЕС: Регламент (ЕС) 2018/848 Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 30 мая 2018 года [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/reglament-es-2018-848-evropejskogo-parlament/> (дата обращения: 12.06.2025).
11. Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 20.01.2024. № 101-р [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/408379481/> (дата обращения: 12.06.2025).
12. Об утверждении стратегии развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 июля 2023 г. № 1788-р [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1302171516> (дата обращения: 12.06.2025).
13. Об утверждении федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71655402/> (дата обращения: 12.06.2025).
14. О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства: Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71655402/> (дата обращения: 12.06.2025).
15. Семенов С.Н., Мармурова О.М., Воронис О.Н. и др. Продуктивность крупного рогатого скота в условиях органических технологий // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции (Гродно, 18 апреля – 06 июня 2025 г.). Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2025. С. 195–196.
16. Семенов С.Н., Ткачева Ю.В., Голобурдин А.Ю. и др. Натуральные кормовые композиции в современных технологиях производства животноводческой продукции: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. 133 с.
17. Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., Фомина Н.Н. Проблемы, тенденции и перспективные параметры развития животноводства в России и в Центральном Черноземье // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 4(83). С. 261–272. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_261.
18. Шапошникова Ю.В., Семенов С.Н., Шелякин И.Д. и др. Нормативно-правовое регулирование производства органической продукции в Российской Федерации // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы IX международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук Н.М. Алтухова (Воронеж, 01–31 января 2025 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. С. 134–137.
19. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2025. Research Institute of Organic Agriculture. FiBL & IFOAM – Organics International. Willer H, Trávníček J., Schlatter B. (Eds.). 354 p. PDF version, corrigenda and supplementary material: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2025.html>.

References

1. Accounting statements of organizations as part of the balance sheet and the report on financial results. State information resource of accounting (financial) statements. Official Website of the Federal Tax Service (FTS of Russia). URL: <https://www.nalog.gov.ru/rn77/bo/>. (In Russ.).
2. GOST R 56104-2014. Organic foods. Terms and definitions. Moscow: Standartinform Publishers; 2015. 5 p. (In Russ.).
3. GOST R 59425-2021. Organic products made from wild raw material. Requirements for collection, harvesting, purchases, deliveries, labelling and processing. Moscow: Standartinform Publishers; 2021. 13 p. (In Russ.).
4. GOST R 57022-2016. Organic production. The procedure of voluntary certification of organic production. Moscow: Standartinform Publishers; 2016. 23 p. (In Russ.).

5. GOST 33980-2016. Organic production. Production regulations, processing, labelling and implementation. Moscow: Standartinform Publishers; 2016. 42 p. (In Russ.).
6. Kitayova O.V., Uzhik V.F. Domestic trends in the development of dairy cattle breeding in Russia. *Moscow Economic Journal*. 2021;12:13. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10720. (In Russ.).
7. Likarchuk Yu. Roskachestvo explained the rules of organic animal husbandry. *Veterinary Medicine and Life. Information portal and newspaper*. Publication date: October 6, 2020 URL: <https://vetandlife.ru/v-roskachestve-razyasnili-pravila-organicheskogo-zhivotnovodstva/>. (In Russ.).
8. Mortensen T. Managerial economics for a dairy farm. *Animal Husbandry of Russia. Scientific and Practical Journal for managers and specialists of the Agricultural Sector*. 2024;10:48-50. (In Russ.).
9. On Organic Products and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of August 3, 2018 No. 280-FZ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43456>. (In Russ.).
10. On Organic Production and Labeling of Organic Products, as well as on Cancellation of Council Regulation (EC) 834/2007: Regulation (EC) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of the European Union of May 30, 2018. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/reglament-es-2018-848-evropejskogo-parlament/>. (In Russ.).
11. On approval of the Action Plan for the Implementation of the Strategy for the Development of Organic Production in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of January 20, 2024 No. 101-r. URL: <https://www.garant.ru/products/408379481/>. (In Russ.).
12. On approval of the Strategy for the Development of Organic Production in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of July 4, 2023 No. 1788-r. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1302171516>. (In Russ.).
13. On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025: Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71655402/>. (In Russ.).
14. On Measures of Implementation of the State Scientific and Technical Policy in the Interests of Agricultural Development: Decree of the President of the Russian Federation No. 350 of July 21, 2016. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71655402/>. (In Russ.).
15. Semenov S.N., Marmurova O.M., Voronis O.N. et al. Productivity of cattle in the conditions of organic technologies. In: *Modern technologies of agricultural production: collection of scientific papers based on the materials of the XXVIII International Research-to-Practice Conference (Grodno, April 18 - June 06, 2025)*. Grodno: Grodno State Agrarian University Publishers; 2025:195-196. (In Russ.).
16. Semenov S.N., Tkacheva Yu.V., Goloburdin A.Yu. et al. Natural feed compositions in modern animal husbandry technologies: monograph. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2023. 133 p. (In Russ.).
17. Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P., Fomina N.N. Problems, trends and promising parameters of animal husbandry development in Russia and in the Central Chernozem Region. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(4):261-271. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_4_261-271. (In Russ.).
18. Shaposhnikova Yu.V., Semenov S.N., Shelyakin I.D. et al. Statutory regulation of organic production in the Russian Federation. In: *Veterinary and sanitary aspects of the quality and safety of agricultural products: Proceedings of the IX International Research-to-Practice Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Veterinary Sciences N.M. Altukhov (Voronezh, January 01-31, 2025)*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2025:134-137. (In Russ.).
19. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2025. Research Institute of Organic Agriculture. FiBL & IFOAM – Organics International. Willer H, Trávníček J., Schlatter B. (Eds.). 354 p. PDF version, corrigenda and supplementary material: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2025.html>.

Информация об авторах

Ю.В. Ткачева – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», julchen19@yandex.ru.

С.Н. Семенов – кандидат ветеринарных наук, доцент, зав. кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы, эпизоотологии и паразитологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ramon_ss@mail.ru.

Information about the authors

Yu.V. Tkacheva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, julchen19@yandex.ru.

S.N. Semenov, Candidate of Veterinary Sciences, Docent, Head of the Dept. of Veterinary and Sanitary Expertise, Epizootology and Parasitology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ramon_ss@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 23.11.2025; одобрена после рецензирования 24.12.2025; принята к публикации 25.12.2025.

The article was submitted 23.11.2025; approved after reviewing 24.12.2025; accepted for publication 25.12.2025.

© Ткачева Ю.В., Семенов С.Н., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 336.62

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_215

EDN: SJIIAR

**Концептуальные подходы к оценке и учету земельных сервитутов
в системе федеральных стандартов бухгалтерского учета**

**Наталья Алексеевна Лытнева^{1✉}, Виктория Борисовна Малицкая²,
Мария Борисовна Чиркова³, Евгения Александровна Кыштымова⁴,
Галина Вячеславовна Денисьева⁵**

^{1, 5} Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия
народного хозяйства и государственного управления при Президенте
Российской Федерации», Орел, Россия

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

³ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

⁴ Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

[✉] ukap-lytneva@yandex.ru

Аннотация. Сервитутные операции, связанные с земельными ресурсами, все больше входят в практику бухгалтерского учета, вызывая множество вопросов по оценке, признанию их стоимости в составе объектов учета. Рассмотрена одна из ситуаций, связанная с земельным сервитутом, применение которого в последнее время получило развитие, что обусловлено увеличением операций с земельными ресурсами, используемыми под строительство объектов, создание производственных зон и зон отдыха, размещение предприятий аграрного бизнеса. Неоднородность операций связана с применением различных видов сервитутов, а также с их обременением, вызванным необходимостью решения возникших проблем. Анализ методических аспектов новых ФСБУ показал, что конкретных решений по сервитутам не было принято. По-прежнему не ясно, как отражать такие объекты в учете: в составе нематериальных активов, в составе прав пользования активами или в составе расходов по обычным видам деятельности. Представлена авторская точка зрения, касающаяся способа учета стоимости сервитута у сервитуария, и определение стоимости сервитута в системе бухгалтерского учета. Раскрыты особенности регулирования правовых вопросов по обременению земельных участков посредством сервитута, подходы к определению соразмерной суммы платежа за установленный сервитут, основные показатели, применяемые для оценки совокупной стоимости сервитута. Подробно изучены различные способы признания стоимости сервитута в бухгалтерском учете: а) в составе расходов по обычным видам деятельности; б) в составе капитальных вложений; в) в составе нематериальных активов. Следует отметить, что рассмотренные варианты признания установленного сервитута на право ограниченного пользования чужими земельными участками в бухгалтерском учете не отменяют друг друга. Организации самостоятельно осуществляют выбор методики признания в бухгалтерском учете сервитута в соответствии с новациями вступивших в действие ФСБУ. При этом методика должна быть утверждена учетной политикой организации в соответствии со спецификой деятельности организации.

Ключевые слова: учет, сервитут, стандарты (ФСБУ), земельные ресурсы, нематериальные активы, право, обременение, оценка совокупной стоимости

Для цитирования: Лытнева Н.А., Малицкая В.Б., Чиркова М.Б., Кыштымова Е.А., Денисьева Г.В. Концептуальные подходы к оценке и учету земельных сервитутов в системе федеральных стандартов бухгалтерского учета // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 215–224. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_215-224.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Conceptual approaches to land easements registration and
estimation in the system of federal accounting standards**

**Nataliya A. Lytneva^{1✉}, Victoriya B. Malitskaya²,
Mariya B. Chirkova³, Evgeniya A. Kyshtymova⁴,
Galina V. Denisieva⁵**

^{1, 5} Central Russian Institute of Management – Branch of The Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration, Orel, Russia

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

³ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

⁴ Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

[✉] ukap-lytneva@yandex.ru

Abstract. Easement operations related to land resources are increasingly becoming part of accounting practice, raising many questions concerning their estimation and recognition of their value as part of accounting objects. One of the situations related to land easement is considered, the use of which has recently developed due to an increase in operations with land resources used for the construction of facilities, the creation of industrial and recreation areas, and the location of agricultural businesses. The heterogeneity of operations is associated with the use of various types of easements, as well as with their encumbrance caused by the need to solve the problems that have arisen. An analysis of the methodological aspects of the new FAS showed that no specific decisions on easements were made. It is still not clear how to reflect such objects in accounting: as part of intangible assets, as part of the rights to use assets, or as part of expenses for ordinary activities. The author's point of view is presented regarding the method of current value of an easement accounting, and determining the value of an easement in the accounting system. The paper reveals the specifics of regulating legal issues related to the encumbrance of land plots through easement, approaches to determining the appropriate amount of payment for an established easement, and the main indicators used to assess the total value of an easement. Various ways of recognizing the value of an easement in accounting have been studied in detail: i) as part of expenses for ordinary activities; ii) as part of capital investments; iii) as part of intangible assets. It should be noted that the considered options for recognizing an established easement for the right of limited use of other people's land plots in accounting do not cancel each other. Organizations independently select the methodology for recognizing an easement in accounting in accordance with the innovations of federal accounting standards that have entered into force. At the same time, the methodology must be approved by the accounting policy of the organization in accordance with the specifics of the organization's activities.

Keywords: accounting, easement, federal accounting standards (FAS), land resources, intangible assets, law, encumbrance, total cost estimation

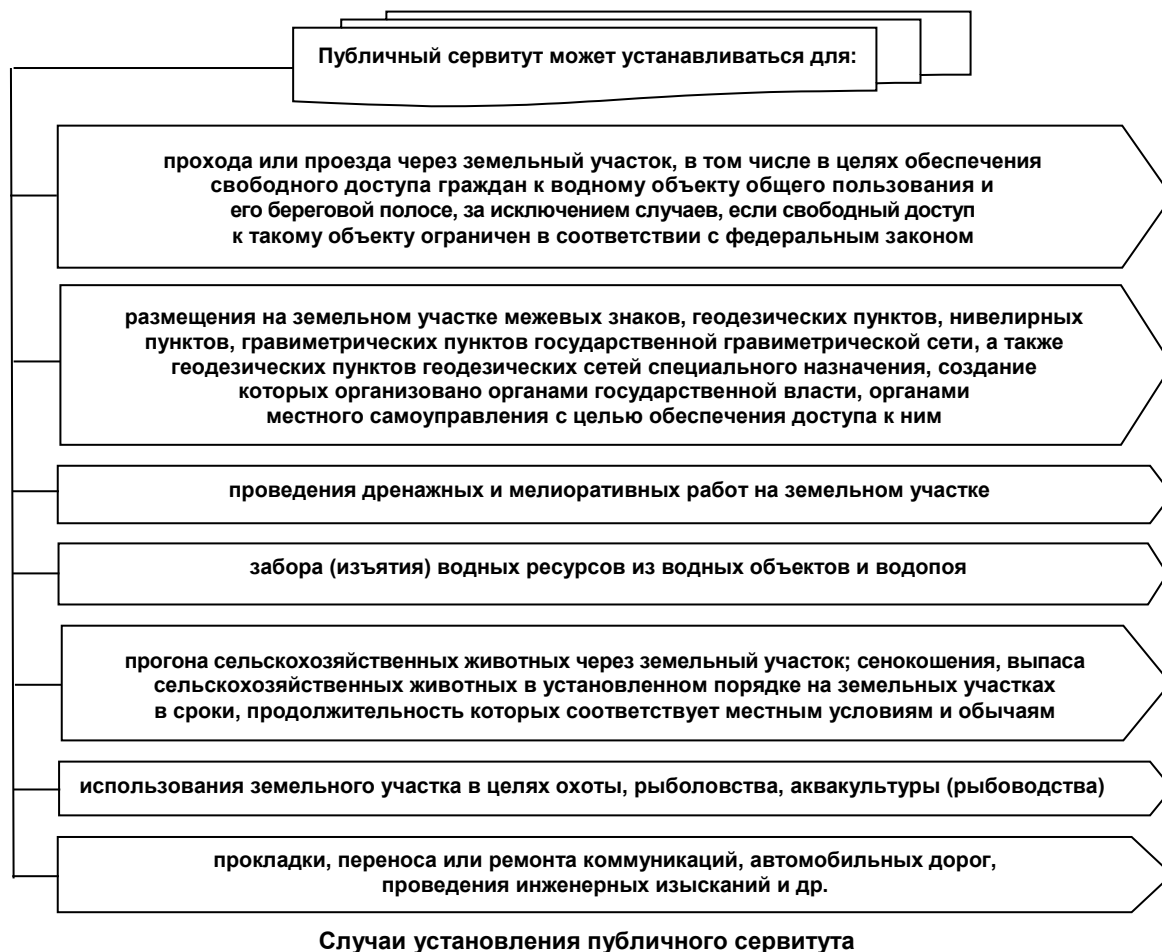
For citation: Lytneva N.A., Malitskaya V.B., Chirkova M.B., Kyshtymova E.A., Denisieva G.V. Conceptual approaches to land easements registration and estimation in the system of federal accounting standards. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):215-224. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_215-224.

Сервитутные операции, связанные с земельными ресурсами, все больше входят в практику бухгалтерского учета, вызывая множество вопросов по оценке, признанию их стоимости в составе объектов учета. Как показало исследование, развитие земельного рынка потребовало совершенствования правового поля с регламентированием прав собственности на земельные ресурсы. Однако законодательство в этой области в большей степени затронуло гражданско-правовые и юридические аспекты, практически оставив без внимания вопросы регулирования бухгалтерского учета земельных сервитутов. Принятие новых федеральных стандартов по бухгалтерскому учету обозначило новые проблемы в части выработки методических подходов, способствующих разрешению противоречий по признанию сервитутов в составе объектов бухгалтерского учета, что обуславливает актуальность и особую значимость исследуемой тематики.

Ретроспективный анализ нормативного регулирования сервитутных отношений свидетельствует о том, что в российском законодательстве правовые нормы возникли в результате принятия в 1994 г. Гражданского кодекса Российской Федерации (ч. 1). В ст. 274 ГК РФ закреплено понятие сервитута, а также приводятся основные положения, касающиеся предоставления права ограниченного пользования чужим земельным участком. В частности, «сервитут может устанавливаться для обеспечения прохода и проезда через соседний земельный участок, строительства, реконструкции и (или) эксплуатации линейных объектов, не препятствующих использованию земельного участка» в соответствии с выданным разрешением [2]. Собственник соседнего участка обязан предоставить право ограниченного пользования, если без этого использование участка невозможно или существенно затруднено. С юридической точки зрения сервитут рассматривается как одна из форм обременения земельных ресурсов, принадлежащих собственнику, при этом не лишает собственника участка прав владения, пользования и (или) распоряжения таким земельным участком.

Регулирование правовых вопросов по обременению земельных участков посредством сервитута уточнено и расширено в Земельном кодексе Российской Федерации, а также дополнено положениями, определяющими особенности предоставления сервитута по земельным участкам, которые являются собственностью муниципалитетов или собственностью государства [3]. Кроме того, в ст. 23 Земельного кодекса РФ приведе-

ны нормы, отражающие возникновение права ограниченного пользования чужим земельным участком (публичный сервитут), а также случаи и особенности установления публичного сервитута (см. рис.).



Собственник недвижимого имущества (земельного участка) вправе требовать от собственника соседнего земельного участка, а в необходимых случаях и от собственника другого земельного участка предоставления права ограниченного пользования соседним участком. Сервитут устанавливается путем заключения соглашения между заинтересованными сторонами, если такового достичь не удастся, то в судебном порядке. Также сервитут может быть установлен законом или иным правовым актом Российской Федерации, субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления, как правило, с учетом результатов общественных слушаний, в интересах государства, муниципального образования и (или) местного населения. Обязательным моментом является государственная регистрация земельного сервитута [11].

В литературных источниках понятие и оценка сервитутов рассматриваются с разных позиций. А.Б. Тресницкий отмечает, что сервитут можно трактовать как гражданско-правовую, экономическую и учетную категории [12], при этом «сервитут как учетная категория представляет собой затраты, связанные с приобретением права пользования имуществом другого собственника, хотя пользование и ограниченное» [12]. Такие затраты в Гражданском кодексе РФ именуется соразмерной платой. Также А.Б. Тресницкий рассмотрены варианты капитализации затрат в нематериальные активы с последующим признанием в составе таких объектов учета. Однако впоследствии автор отказался от данного варианта по причине того, что «в отличие от нематериальных активов сервитут невозможно продать или подарить, поскольку он не принадлежит компании на праве собственности» [12].

Для определения размера ежемесячной оплаты сервитута, по мнению А.Б. Тресницкого, также можно использовать расчет, схожий с расчетом арендной платы за подобное имущество в данном регионе, поскольку собственник земельного участка имеет право требовать денежную компенсацию с сервитутария за право ограниченного пользования земельными ресурсами, а также возмещения ущерба в случае нанесения сервитутарием вреда и нарушения условий соглашения. На практике такой расчет помогает обосновать соразмерность платежа по сервитуту. Стоимость обременения прямо пропорциональна площади, на которую установлен сервитут, и размеру налога на имущество (земельного налога), рассчитанного в соответствии с местным законодательством, а также обратно пропорциональна количеству лиц, пользующихся обремененной недвижимостью [12]. Рассчитанный размер платы оговаривается сторонами и остается неизменным в течение всего периода действия соглашения.

Гораздо более обоснованным подходом к определению соразмерной суммы платежа за установленный сервитут является методика, предложенная А.А. Бакулиной [1], которая в составе оценочных показателей стоимости сервитута выделяет:

- денежное выражение ущерба, вероятность которого может возникнуть с момента заключения сервитутного соглашения между участвующими сторонами;
- стоимость упущенной выгоды сервитутодателя, которую он мог бы получить в случае отсутствия установленного сервитута;
- денежную оценку возможных причиненных убытков сервитутодателю при использовании сервитута на земельные ресурсы.

В.Д. Мамонтов, В.Е. Сутягин и Я.Ю. Радюкова придерживаются аналогичного мнения по оценке сервитута, его соразмерной платы за установление как суммы компенсации убытков, которые понесет собственник земельного участка в результате установления сервитута [4]. Другими словами, обременение земельного участка сервитутодателя должно быть оценено, при этом необходимо учитывать период установления сервитута, прямым образом влияющий на размер соразмерной платы.

Указанными авторами также выделены три основных показателя для оценки совокупной стоимости сервитута [4]:

- размер реального ущерба, который можно рассчитать как разницу между рыночной стоимостью земельного участка до обременения и стоимостью участка после обременения посредством установления сервитута;
- сумма упущенной выгоды, определяемая с применением дисконта по неполученным собственником доходам в результате обременения за весь период действия сервитута;
- сумма определенного убытка, возникшего по причине досрочного прекращения соглашения об использовании установленного сервитута, причем такая сумма соразмерна расходам, которые понес бы собственник при продолжении действия сервитута в соответствии с заключенным соглашением.

Для определения соразмерной платы В.Д. Мамонтовым с соавт. рекомендован ряд методов, способствующих более достоверному определению стоимости сервитута [4]:

- метод «парных продаж», применение которого возможно в случае наличия прогрессивного рынка продаж земельных ресурсов, при этом продажа земельных участков осуществляется как с сервитутами, так и без них;
- метод сравнительного анализа доходов, получение которых связано с предоставлением объекта в аренду, а также аналогично оцененных земельных участков, обремененных сервитутами;
- метод оценки сервитута, связанный с изменением земельного участка, обремененного сервитутом в части уменьшения его площади, применяется в том случае, когда сервитут устанавливается в зависимости от площади земельного участка.

Вместе с тем широкого применения указанные методы практически не получили ввиду отсутствия на сегодняшний день прогрессивного рынка продаж земельных ресурсов.

Определение соразмерной платы за право пользования сервитутом необходимо для определения суммы платежей собственнику и их периодичности, поскольку платеж может быть единовременным, то есть осуществлен один раз в полной сумме на момент заключения соглашения, а также в виде ежемесячного платежа с фиксированной суммой. Кроме того, необходимость определения стоимости сервитута связана с бухгалтерским учетом операций с сервитутами (табл. 1).

Таблица 1. Учет дохода, полученного от установленного сервитута

Содержание операции	Дебет	Кредит
Признана сумма дохода в размере соразмерной ежемесячной платы за сервитут с НДС	76	91.1
Отражена сумма НДС от ежемесячной платы за сервитут, подлежащая уплате в бюджет	91.2	68
Произведена оплата ежемесячного платежа за сервитут, которая зачислена на расчетный счет сервитутодателя	51	76
Перечислена в бюджет сумма НДС от полученного дохода в виде платежа за сервитут	68	51

Признание соразмерной платы за право пользования сервитутом в бухгалтерском учете сервитутодателя идентично признанию дохода по аренде земельного ресурса. В соответствии с ПБУ 9/99 «Доходы организации» такой доход признается прочим с отражением на счете 91.1 «Прочие доходы» [6].

В соответствии с договором сервитутодатель выставляет счет-фактуру или универсальный передаточный документ с указанием ежемесячной платы за сервитут для составления бухгалтерских записей.

Сервитутодатель как юридическое лицо, применяющее общую систему налогообложения, является налогоплательщиком НДС. Для целей налогообложения по налогу на прибыль при общей системе налогообложения доход признается на момент начисления в соответствии с договором на установление сервитута.

Гораздо сложнее определить способ учета стоимости сервитута у сервитуария. На наш взгляд, стоимость сервитута в бухгалтерском учете может быть признана разными способами, выбор которых осуществляется организацией и закрепляется учетной политикой:

- в составе расходов по обычным видам деятельности;
- в составе капитальных вложений;
- в составе нематериальных активов.

По первому варианту сервитуарий в бухгалтерском учете признает стоимость сервитута в составе расходов от обычных видов деятельности в соответствии с договором и первичными документами, выставленными сервитутодателем. Такой подход может быть обоснован в соответствии с ПБУ 10/99 «Расходы организации» [7], согласно которому признание расхода определяется:

- наличием договора, отвечающего законодательным нормам и требованиям делового документооборота;
- возможностью определения суммы осуществленного расхода;
- уверенностью в уменьшении экономических выгод организации при осуществлении расхода.

Отнесение платы за сервитуты на расходы будущих периодов (РБП) вполне корректно и соответствует требованиям бухгалтерского учета. Так как соглашение об

установлении сервитутов земельных участков заключается на определенный срок, то оплата за сервитуты производится либо единовременно за весь период, либо ежегодно вперед. Для целей бухгалтерского учета такие расходы должны быть равномерно распределены на весь период действия сервитута, что позволит правильно отражать финансовые результаты компании. Когда плата за сервитут вносится единовременно, вперед за весь период, сумма платежа относится на счет 97 «Расходы будущих периодов». Далее, в течение срока действия сервитута, ежемесячно списывается часть суммы РБП на текущие расходы. Сумма, которая списывается ежемесячно, определяется путем деления общей суммы на количество месяцев в периоде действия сервитута. Если плата вносится ежегодно вперед, то каждый год сумма платежа также сначала относится на счет 97, а затем ежемесячно списывается на текущие расходы. Таким образом, подход к отнесению платы за сервитуты на РБП является корректным и соответствует требованиям бухгалтерского учета [5].

Пример

Строительная организация для прокладки временного водопровода через соседний земельный участок на период строительства производственного корпуса сроком на 24 месяца оформила сервитут. Ежемесячная сумма платежа, определенная сервитутодателем, по договору составляет 60 000 руб., в том числе НДС по ставке 20% – 10 000 руб. Оплату строительная организация осуществила единовременно за весь период установления сервитута – 1 440 000 руб. Госпошлина по регистрации сервитута составила 6000 руб. Учетной политикой строительной организации предусмотрено признание стоимости сервитута в расходах по основному виду деятельности (табл. 2).

Таблица 2. Учет стоимости сервитута в расходах по основному виду деятельности

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Отражен платеж стоимости сервитута за весь период его установления	76	51	1 440 000
Отражена сумма расходов будущих периодов, соразмерная стоимости сервитута за весь период его установления без НДС	97	76	$1\,440\,000/120 \times 100 = 1\,200\,000$
Отражена сумма входного НДС от стоимости сервитута	19	76	$1\,440\,000/120 \times 20 = 240\,000$
Предъявлена к вычету из бюджета сумма входного НДС от стоимости сервитута	68	19	240 000
Признана сумма расхода в размере соразмерной ежемесячной платы за сервитут без НДС	20	97	50 000
В составе прочих расходов признана госпошлина за регистрацию сервитута	91.2	68	6 000
Произведен платеж госпошлины за регистрацию сервитута	68	51	6 000

Ввиду отсутствия официально утвержденной методики бухгалтерского учета стоимости сервитута и опираясь на собственное профессиональное суждение, считаем, что расходы сервитутария, связанные с ограниченным правом пользования чужими земельными ресурсами, должны распределяться между смежными периодами с ежемесячным признанием равными долями в течение срока установления сервитута. При этом использование счета 97 не является нормой, бухгалтерские записи могут осуществляться с применением счета 76 «Расчеты с разными дебиторами и кредиторами», минуя счет расходов будущих периодов с признанием соразмерной ежемесячной платы за сервитут без НДС.

Расходы по уплате госпошлины относятся к прочим с отражением на счете 91.2 «Прочие расходы».

Вторым вариантом бухгалтерского учета сервитута является признание его стоимости в составе капитальных вложений в соответствии с новыми положениями вступившего в действие для обязательного применения с 2022 г. ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения». Такой способ учета приемлем, когда установление сервитута связано со строительством или проектно-изыскательными работами, поскольку в ФСБУ 26/2020 приведено определение капитальных вложений для целей бухгалтерского учета как сумма затрат предприятия, связанная с приобретением, созданием, улучшением и восстановлением основных средств [9].

Для учета капитальных вложений, связанных с получением сервитутарием прав ограниченного пользования земельными ресурсами, применяется счет 08 «Вложения во внеоборотные активы» [5]. Признание капитальных вложений в учете определяется выполнением следующих условий:

- возможностью определения суммы понесенных затрат правообладателя сервитутом;
- получением экономических выгод от установления сервитута сроком более 12 месяцев либо в период операционного цикла, продолжительность которого также должна быть более 12 месяцев.

Основанием для составления бухгалтерских записей служат первичные документы, составленные в соответствии с требованиями Федерального закона № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» [10].

Затраты по капитальным вложениям в учете определяются фактической суммой, а это означает, что величина затрат для отражения на счете 08 будет зависеть от условий договора, а именно от определения единовременного платежа, соразмерного стоимости сервитута, или ежемесячных платежей. При единовременном платеже сервитутодатель выставляет универсальный передаточный документ или счет-фактуру на общую стоимость сервитута. В бухгалтерском учете отражаются записи в соответствии с первичными документами (табл. 3).

Таблица 3. Учет стоимости установленного сервитута с признанием в составе капитальных вложений (по данным условного примера)

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Отражен платеж стоимости сервитута за весь период его установления	76	51	1 440 000
Отражена сумма капитальных вложений, соразмерная стоимости сервитута за весь период его установления без НДС	08	76	$1\,440\,000/120 \times 100 = 1\,200\,000$
Отражена сумма входного НДС от стоимости сервитута	19	76	$1\,440\,000/120 \times 20 = 240\,000$
Предъявлена к вычету из бюджета сумма входного НДС от стоимости сервитута	68	19	240 000
В составе капитальных вложений признана госпошлина за регистрацию сервитута	08	68	6 000
Произведен платеж госпошлины за регистрацию сервитута	68	51	6 000
Капитальные вложения признаны объектом основных средств по первоначальной стоимости	01	08	$1\,200\,000 + 6\,000 = 1\,206\,000$

Если условиями договора будут предусмотрены ежемесячные платежи за право ограниченного пользования земельными ресурсами с ежемесячным выставлением сервитутодателем первичных документов, то затраты по капитальным вложениям в бухгалтерском учете будут отражаться ежемесячно – «накопительно» на счете 08 «Вложения во внеоборотные активы» в течение периода действия сервитута.

Третий вариант бухгалтерского учета сервитута предусматривает признание его стоимости в составе нематериальных активов.

Результаты исследования нормативно-правовых актов, положений по бухгалтерскому учету свидетельствует о том, что законодательно не предусмотрено признание сервитута в составе нематериальных активов. Отсутствует такой пункт и в новом ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы», обязательное применение которого организациями, кроме бюджетных, было утверждено, начиная с отчетности за 2024 г. [8].

Вместе с тем с профессиональной точки зрения сервитут может быть признан в составе нематериальных активов и, соответственно, в бухгалтерском учете организации могут руководствоваться положениями ФСБУ 14/2022. Такая позиция обоснована наличием классификационных видов и групп нематериальных активов в п. 12 ФСБУ 14/2022, а именно группы «лицензии и разрешения» [8].

Установление сервитута можно охарактеризовать как разрешение на использование чужого земельного участка в определенном периоде. Такая характеристика сервитута подтверждается содержанием п. 2 ст. 23 Земельного кодекса РФ: «Сервитут может быть установлен решением исполнительного органа государственной власти или органа местного самоуправления в целях обеспечения государственных или муниципальных нужд, а также нужд местного населения без изъятия земельных участков (публичный сервитут)» [3].

Кроме того, сервитут отвечает условиям признания его в бухгалтерском учете в составе нематериальных активов, предусмотренных п. 4 ФСБУ 14/2022:

- предназначен к применению в обычном виде деятельности для достижения поставленных целей;
- отсутствует материально-вещественная форма;
- период использования, как правило, более 12 месяцев;
- направлен на обеспечение получения экономических выгод;
- может учитываться как отдельный объект нематериальных активов.

Планом счетов бухгалтерского учета для отражения операций с нематериальными активами предназначен счет 04 «Нематериальные активы». В приведенном условном примере в бухгалтерском учете счета будут составлены в соответствии с первичными документами (табл. 4).

Таблица 4. Учет стоимости установленного сервитута с признанием в составе нематериальных активов (по данным условного примера)

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма
Отражен платеж стоимости сервитута за весь период его установления	76	51	1 440 000
Отражена сумма капитальных вложений, соразмерная стоимости сервитута за весь период его установления без НДС	08	76	$1\,440\,000/120 \times 100 = 1\,200\,000$
Отражена сумма входного НДС от стоимости сервитута	19	76	$1\,440\,000/120 \times 20 = 240\,000$
Предъявлена к вычету из бюджета сумма входного НДС от стоимости сервитута	68	19	240 000
В составе капитальных вложений признана госпошлина за регистрацию сервитута	08	68	6 000
Произведен платеж госпошлины за регистрацию сервитута	68	51	6 000
Капитальные вложения признаны объектом нематериальных активов по первоначальной стоимости	04	08	$1\,200\,000 + 6\,000 = 1\,206\,000$

Признание сервитута в составе нематериальных активов позволяет распределять расходы, связанные с его установлением, посредством применения способов амортизации. Срок полезного использования будет определяться периодом, согласованным в договоре.

Резюмируя результаты проведенного исследования, следует отметить, что рассмотренные три варианта признания установленного сервитута на право ограниченного пользования чужими земельными участками в бухгалтерском учете не отменяют друг друга. Организации самостоятельно осуществляют выбор методики признания в бухгалтерском учете сервитута в соответствии новациями вступивших в действие ФСБУ. Методика должна быть утверждена учетной политикой организации в соответствии со спецификой деятельности организации.

Список источников

1. Бакулина А.А. Оценка соразмерной платы за пользование сервитутом: монография. Москва: Финансовый университет, 2016. 140 с.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 11.03.2024) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/10164072/1810d6858e6ded3ac189d590da994bae/?ysclid=lvjbeh4dff80793960> (дата обращения: 26.04.2024).
3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 14.02.2024) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12124624/74d7c78a3a1e33cef2750a2b7b35d2ed/?ysclid=lvjc0papnh488353568> (дата обращения: 28.04.2024).
4. Мамонтов В.Д., Сутягин В.Ю., Радюкова Я.Ю. Земельные сервитуты: практика оценки соразмерной платы // Вестник Тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. 2015. № 2(142). С. 46–54.
5. Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и инструкции по его применению: Приказ Минфина РФ от 31.10.2000 № 94н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12121087/?ysclid=lw2ldqdy5m43234032> (дата обращения: 11.05.2024).
6. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Доходы организации» ПБУ 9/99: Приказ Минфина РФ от 06.05.1999 № 32н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12115839/?ysclid=lvu0blrx34463257246> (дата обращения: 05.05.2024).
7. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99»: Приказ Минфина РФ от 06.05.1999 № 33н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12115838/?ysclid=lv2kh43j7q448139618> (дата обращения: 11.05.2024).
8. Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы»: Приказ Минфина России от 30.05.2022 № 86н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/404902297/?ysclid=lv9nprfdyk809483687> (дата обращения: 16.05.2024).
9. Об утверждении Федеральных стандартов бухгалтерского учета ФСБУ 6/2020 «Основные средства» и ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения»: Приказ Минфина России от 17.09.2020 № 204н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/74765146/f7ee959fd36b5699076b35abf4f52c5c/?ysclid=lv2nfyz4a4907309424> (дата обращения: 11.05.2024).
10. О бухгалтерском учете: Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/ (дата обращения: 11.05.2024).
11. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 14.02.2024) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71129192/?ysclid=lvjgkiy296564182565> (дата обращения: 28.04.2024).
12. Тресницкий А.Б. Отражение затрат по сервитуту в бухгалтерском учете // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2010. № 6. С. 116–120.

References

1. Bakulina A.A. Evaluation of commensurate payment for the use of easements: monograph. Moscow: Financial University Publishers; 2016. 140 p. (In Russ.).
2. Civil Code of the Russian Federation (Part 1) of 30.11.1994 No. 51-FZ (as amended on 11.03.2024). URL: <https://base.garant.ru/10164072/1810d6858e6ded3ac189d590da994bae/?ysclid=lvjbeh4dff80793960>. (In Russ.).
3. Land Code of the Russian Federation No. 136-FZ of 25.10.2001 (as amended on 14.02.2024). URL: <https://base.garant.ru/12124624/74d7c78a3a1e33cef2750a2b7b35d2ed/?ysclid=lvjc0papnh488353568>. (In Russ.).
4. Mamontov V.D., Sutyagin V.Yu., Radyukova Ya.Yu. Land easements: practice of evaluating a commensurate fee. *Tamov University Review: Series Humanities*. 2015;2(142):46-54. (In Russ.).

5. On Approval of the Accounting Plan of Financial and Economic Activities of Organizations and Instructions for its Application: Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 31.10.2000 No. 94n. URL: <https://base.garant.ru/12121087/?ysclid=lw2ldqdy5m43234032>. (In Russ.).

6. On Approval of the Russian Accounting Regulations "Incomes of the Organization" RAS 9/99: Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 06.05.1999 No. 32n. URL: <https://base.garant.ru/12115839/?ysclid=lvu0blrx34463257246>. (In Russ.).

7. On Approval of the Russian Accounting Regulations "Expenses of the Organization" RAS 10/99: Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 06.05.1999 No. 33n. URL: <https://base.garant.ru/12115838/?ysclid=lw2kh43j7q448139618>. (In Russ.).

8. On Approval of the Federal Accounting Standard FAS 14/2022 "Intangible Assets": Order of the Ministry of Finance of Russia of 30.05.2022 No. 86n. URL: <https://base.garant.ru/404902297/?ysclid=lv9nrpfdyk809483687>. (In Russ.).

9. On Approval of the Federal Accounting Standards FAS 6/2020 "Fixed Assets" and FAS 26/2020 "Capital Investments": Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 17.09.2020 No. 204n. URL: <https://base.garant.ru/74765146/f7ee959fd36b5699076b35abf4f52c5c/?ysclid=lv2nfy4a4907309424>. (In Russ.).

10. On Accounting: Federal Law of 06.12.2011 No. 402-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/. (In Russ.).

11. On State Registration of Real Estate: Federal Law No. 218-FZ Of 13.07.2015 (as amended on 14.02.2024). URL: <https://base.garant.ru/71129192/?ysclid=lvjgkiy296564182565>. (In Russ.).

12. Tresnitskiy A.B. Reflection of easement costs in accounting. *Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2010;6:116-120. (In Russ.).

Сведения об авторах

Н.А. Лытнева – доктор экономических наук, профессор кафедры «Менеджмент и управление персоналом», Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственного управления при Президенте Российской Федерации», ukap-lytneva@yandex.ru.

В.Б. Малицкая – доктор экономических наук, профессор кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», vmrussian@yandex.ru.

М.Б. Чиркова – доктор экономических наук, профессор, научный сотрудник лаборатории финансового менеджмента ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», chirkovamb@mail.ru.

Е.А. Кыштымова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и статистики ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», rosa-13@yandex.ru.

Г.В. Денисьева – аспирант кафедры «Менеджмент и управление персоналом», Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственного управления при Президенте Российской Федерации», dengala1978@mail.ru.

Information about the authors

N.A. Lytneva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Management and Personnel Administration, Central Russian Institute of Management – Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, ukap-lytneva@yandex.ru.

V.B. Malitskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Financial Control, Analysis and Audit, Main Control Directorate of the City of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, vmrussian@yandex.ru.

M.B. Chirkova, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Research Scientist of Financial Management Laboratory, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, chirkovamb@mail.ru.

E.A. Kyshtymova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Statistics, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, rosa-13@yandex.ru.

G.V. Denisieva, Postgraduate Student, the Dept. of Management and Personnel Administration, Central Russian Institute of Management – Branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, dengala1978@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.09.2025; одобрена после рецензирования 20.10.2025; принята к публикации 02.11.2025.

The article was submitted 15.09.2025; approved after reviewing 20.10.2025; accepted for publication 02.11.2025.

© Лытнева Н.А., Малицкая В.Б., Чиркова М.Б., Кыштымова Е.А., Денисьева Г.В., 2025

Научная статья

УДК 336.77.01

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_225

EDN: SJUWFE

Перспективные модели кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей России с использованием цифровых платформ и экосистем АПК

Дмитрий Александрович Коробейников^{1✉}

¹ Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

¹ korobeinikov77@yandex.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследования, цель которого заключалась в выявлении перспективных форм и моделей кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей России с использованием цифровых платформ и экосистем. Предложена типология специализированных и универсальных цифровых платформ и экосистем, взаимодействующих с отраслевыми акторами, позволившая систематизировать их организационные и функциональные отличия. В разрезе выделенных типологических групп обобщены практики кредитования пользователей и обоснованы перспективные направления их развития, учитывающие особенности различных платформенных и экосистемных бизнес-моделей. Выявлено, что на аграрных товарных маркетплейсах разного типа пока единично применяются практики развития собственных сервисов авансирования поставщиков и предоставления займов. Более крупные отраслевые экосистемы, помимо собственных кредитных сервисов, заключают партнерские соглашения с банками, при этом существуют практики паевого инвестирования на принципах кредитной кооперации. Крупнейшие отраслевые банки развивают собственные экосистемы, усиливающие монополизацию кредитного рынка, поскольку их формирование идет по пути вертикальной интеграции, то есть приобретения или создания бизнесов-комплементаторов в собственной структуре. Проведенный обзор существующих и перспективных форм кредитования АПК с использованием цифровых платформ и экосистем позволил выделить ряд альтернативных платформенных и экосистемных моделей кредитования отраслевых заемщиков (платформенную модель с элементами децентрализации, встраиваемые модели на базе централизованных или децентрализованных финансов), а также предложить перспективную экосистемную модель кредитования АПК. Обосновано, что отличия выделенных моделей от традиционной модели кредитования связаны прежде всего с замещением (в разной степени) финансового посредничества информационным, что способствует общей дезинтермедиации финансовых рынков.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс (АПК), цифровые платформы, экосистемы, кредитование, встроенные финансы, открытые API, централизованные финансы

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-01117 «Разработка экосистемной модели функционирования сельскохозяйственного кредита», <https://rscf.ru/project/24-28-01117/>. Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия.

Для цитирования: Коробейников Д.А. Перспективные модели кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей России с использованием цифровых платформ и экосистем АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 225–237. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_225-237.

5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Promising models of lending to Russian agricultural producers based on digital platforms and ecosystems of Agro-Industrial Complex

Dmitry A. Korobeynikov^{1✉}

¹ Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

¹ korobeinikov77@yandex.ru[✉]

Abstract. The author presents the results of a study aimed at identifying promising forms and models of lending to Russian agricultural producers based on digital platforms and ecosystems. A typology of specialized and universal digital platforms and ecosystems interacting with industry actors is proposed, systematizing their organizational and functional differences. Within the identified typological groups, user lending practices are summarized and promising areas for their development are substantiated, taking into account the specifics of various platform and ecosystem business models. It is revealed that, among agricultural commodity marketplaces of various types, practices of developing their own services for advance payments to suppliers and providing loans are still rare. Larger industry ecosystems, in addition to their own lending services, enter into partnership agreements with banks, and mutual

investment practices based on the principles of credit cooperation exist. The largest industry banks are developing their own ecosystems, which are strengthening the monopolization of the credit market, as they are developing through vertical integration, i.e. the acquisition or creation of complementary businesses within their own structures. A review of existing and perspective forms of agricultural lending using digital platforms and ecosystems has identified a number of alternative platform and ecosystem models for lending to industry borrowers: a platform model with elements of decentralization, embedded models based on centralized or decentralized finance, and a promising ecosystem model for agricultural lending. It is substantiated that the differences between these models and traditional lending are primarily due to the substitution (to varying degrees) of financial intermediation with information intermediation, which contributes to the overall disintermediation of financial markets.

Keywords: Agro-Industrial Complex, digital platforms, ecosystems, lending, embedded finance, open APIs, agribusiness, centralized finance

Acknowledgments: the research was supported by the Russian Science Foundation, project No. 24-28-01117 "Ecosystem Model Development for Agricultural Credit Functioning", <https://rscf.ru/project/24-28-01117/>. Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia.

For citation: Korobeynikov D.A. Promising models of lending to Russian agricultural producers based on digital platforms and ecosystems of Agro-Industrial Complex. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):225-237. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_225-237.

С проникновением цифровых технологий во все сферы социальной и экономической жизни с неизбежностью размываются границы между инновационными и традиционными отраслями, разрушаются устоявшиеся бизнес-модели и прежние детерминанты прибыльности фирм. Возникающие в результате технологические, институциональные, когнитивные и другие изменения приводят к необходимости поиска новой парадигмы и форм организации экономических отношений, среди которых широкое распространение получила концепция экосистем, предложенная J. Moore в 1996 г. [15] для описания среды, в которой фирма взаимодействует со своими стейкхолдерами.

В соответствии с исходной концепцией J. Moore экосистема трактуется как сеть взаимосвязанных акторов (экономических субъектов), сформировавшаяся вокруг основной технологии [12] или платформы [16], наилучшим образом «адаптированная к новым способам создания и сохранения стоимости» [11] в цифровой среде и отличающаяся от кластеров характеристиками ядра, роль которого выполняет цифровая платформа, снижающая транзакционные издержки взаимодействующих акторов [3].

Экосистемы, формирующиеся вокруг платформ, рассматриваются как «многосторонние рынки», обеспечивающие возможность транзакций между различными группами пользователей [14], а взаимодействие и управление транзакциями между связанными сторонами обеспечивают технологии особого вида – платформы (по сути, результат инновации, производимый и контролируемый ее владельцем или «спонсором») [10].

Цифровые платформы формируют организационную, информационную и инфраструктурную основу цифровых экосистем, представляют собой «распределенные инфокоммуникационные системы ..., имеющие открытые интерфейсы для доступа значительного числа других платформ, пользователей и умных вещей к некоторому множеству предлагаемых услуг» [1], то есть выполняют «роль связующего звена ... между экосистемой и окружающим миром» [4] и одновременно могут рассматриваться в качестве предшествующей «фазы развития» [8] цифровых экосистем.

Активное развитие цифровых платформ и экосистем в агропромышленном комплексе [5, 13], дифференциация и усложнение их бизнес-моделей, которые сопровождаются в том числе встраиванием финансовых услуг в нефинансовые сервисы и транзакции, способствуют формированию новых цифровых каналов кредитования сельскохозяйственной отрасли.

Цель представленного исследования состоит в систематизации существующих и выявлении перспективных форм и моделей кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей с использованием цифровых платформ и экосистем.

Для систематизации сложившихся и перспективных форм реализации кредитных отношений в агропромышленном комплексе с использованием цифровых платформ и экосистем необходимо:

а) сгруппировать по организационным и функциональным признакам специализированные или взаимодействующие с отраслевыми акторами универсальные платформы и экосистемы;

б) выделить доступные в настоящее время кредитные операции и перспективные направления их развития, дифференцированные по типологическим группам платформ и экосистем и учитывающие особенности их бизнес-моделей (табл. 1).

Наиболее популярными платформенными бизнес-моделями в настоящее время являются разнообразные цифровые платформы электронной коммерции, среди которых в АПК получили распространение специализированные оптовые и розничные товарные маркетплейсы (самостоятельные или являющиеся частью более крупной экосистемы) на рынках сельскохозяйственного сырья, продовольствия и производственных ресурсов для аграрного производства. Преимущественно эти платформы функционируют как электронные каталоги (классическая «доска объявлений»), сайты-агрегаторы, аукционы или полноценные маркетплейсы с возможностью внутренних транзакций и расчетов.

Анализ существующих кейсов отраслевых торговых платформ показывает, что на современном этапе их развития кредитные операции пока не получили должного развития (исключение составляют наиболее крупные универсальные маркетплейсы, размещающие объявления о коммерческих займах), хотя опыт крупнейших универсальных площадок электронной коммерции (Yandex, Wildberries, Ozon) свидетельствует о перспективности развития сервисов BNPL и кредитования.

Для корпоративных клиентов отраслевых маркетплейсов сервисы рассрочек также могут быть востребованы при приобретении предметов труда, но с учетом особенностей сельского хозяйства (прежде всего длительного производственно-коммерческого цикла и дискретности продаж, определяющих неравномерность денежных потоков) более перспективно развитие интегрированных в процесс транзакций сервисов банковского кредитования по моделям встроенных финансов (Embedded Finance, EF), банковского обслуживания как услуги (Banking-as-a-Service, BaaS) или «все-как-сервис» (Everything-as-a-Service, XaaS). Аналогичные направления актуальны для развития кредитных операций в рамках отраслевых логистических платформ, бизнес-модель которых можно условно определить как «UBER для грузового транспорта», позволяющую автоматизировать взаимодействие производителей сельскохозяйственной продукции (прежде всего зерна), перевозчиков, портов и терминалов.

Отдельно следует выделить оптовые закупочные товарные B2B-маркетплейсы (примером является платформа «Цифровой фермер», созданная ГК «Русагро» для автоматизации транзакций со сторонними производителями сельскохозяйственного сырья для перерабатывающих предприятий агрохолдинга). В данной бизнес-модели кредитные операции уже играют значимую роль, поскольку ГК «Русагро» за свой счет авансирует (предоставляет займы под будущие поставки) своих поставщиков, а в перспективе планирует развитие партнерских сервисов с банками для кредитования сторонних производителей под заключенные договоры о поставке сельскохозяйственной продукции для переработки.

Мультифункциональные отраслевые экосистемы сформировались также вокруг торговых маркетплейсов, то есть в организационном плане они не отличаются от цифровых платформ. Основанием для отнесения их к экосистемам мы считаем развитие дополнительных финансовых, информационных и других сервисов, выходящих за границы электронной коммерции. Подобные экосистемы отличаются разнообразием форм реализации кредитных операций, а перспективы их развития также связаны с совершенствованием моделей встроенных финансов.

Таблица 1. Кредитные операции и перспективные направления их развития, дифференцированные по типологическим группам платформ и экосистем

Платформа или экосистема	Организационные признаки и функционал	Доступные кредитные операции
«Yorso», «IDK», «M-flowers», «Foodretail» и др.	Оптовые специализированные товарные B2B-маркетплейсы (аукционы и агрегаторы) на рынках сельскохозяйственного сырья и продовольствия	Отсутствуют, возможно развитие сервисов рассрочек и кредитования, встроенных в процесс покупки
«Лавка» (Яндекс), «Свое Родное» (РСХБ), «Ешь Деревенское» и др.	Розничные товарные B2B- и B2C-маркетплейсы фермерских продуктов питания, являющиеся частью крупной экосистемы или работающие самостоятельно	Отсутствуют, перспективы развития кредитных операций связаны с совершенствованием сервисов BNPL (за основу может быть принят опыт универсальных торговых платформ Wildberries, Ozon, Яндекс Маркет и др.)
«Агробаза», «e-Feed» и др.	Товарные B2B-маркетплейсы средств и предметов труда, функционирующие как электронный каталог и классическая «доска объявлений»	Отсутствуют, возможно развитие сервисов рассрочек и кредитования, встроенных в процесс покупки
«Цифровой фермер»	Оптовый закупочный товарный B2B-маркетплейс – цифровая платформа для взаимодействия со сторонними поставщиками ГК «Русагро» (закупки сельскохозяйственного сырья, продажа семян, консалтинг, авансирование под будущий урожай)	Доступны займы под заключенные договоры поставок сырья на перерабатывающие заводы ГК «Русагро» (владелец платформы, покупатель и кредитор). В планах развитие партнерских финансовых сервисов, в настоящее время ведется поиск банков и страховых компаний
«Агросервер», «Агро МП», «Agro.ru.com», «Твой Продукт» и др.	Универсальные товарные B2B- и B2C-маркетплейсы – ресурсные и товарные оптовые и розничные рынки в едином цифровом интерфейсе	Размещение объявлений о предоставлении коммерческих займов. Перспективы связаны с развитием сервисов рассрочек, авансирования под урожай, банковского кредитования
«Smartseeds», «AgroCargo»	Логистические платформы для взаимодействия производителей, перевозчиков, портов и терминалов	Отсутствуют, возможно развитие сервисов рассрочек и авансирования
«Agrisale», «B2B-AGRO», «Agraroom», «Direct.Farm», «Поле.РФ»	Мультифункциональные отраслевые экосистемы, развивающие вокруг торговой платформы дополнительные финансовые, информационные и другие сервисы	«Agrisale» – заявлены финансовые услуги. «B2B-AGRO» – оформление заявок на банковские гарантии, тендерные займы, факторинг. «Agraroom» – целевые займы через продуктовые паи потребительского кооператива взаимного обеспечения. Direct.Farm – сервис рассрочки. «Поле РФ» – авансы под урожай и займы от ООО «Деметра Трейдинг» (владелец платформы), рассрочки от Сбер, лизинг от FleetFinance, СберЛизинг, Росагролизинг, ВТБ Лизинг, партнеры – ВТБ и ПАО КБ «Центр-инвест»
«Свое» (РСХБ), Сбер и др.	Банковские экосистемы, развивающие нефинансовые цифровые сервисы вокруг основного банковского бизнеса	РСХБ и Сбер являются главными кредиторами отрасли. Нефинансовые сервисы для бизнеса предполагают бесшовный доступ к кредитным продуктам, то есть кредит превращается в услугу, встроенную в процесс покупки или иные транзакции
АИС «Цербер», ФГИС «Зерно», ФГИС «Меркурий», ФГИС «Сатурн», ЕФИС ЗСН, ЕИС в сфере закупок и др.	Государственные информационные системы в АПК (обязательны к использованию порядка 30), агрегирующие в контрольных разрезах большие данные о наличии и движении сельскохозяйственного сырья и ресурсов	Потенциальные возможности связаны с раскрытием данных для аккредитованных банков – участников системы льготного кредитования АПК, что позволит автоматизировать процессы определения кредитных лимитов, составления реестра потенциальных заемщиков и скоринга
«Финуслуги», «Сравни.ру» и др.	Финансовые платформы и сайты как агрегаторы финансовой информации, формирующие дополнительный «канал продаж» для традиционных финансовых посредников	Доступны сервисы подбора, сравнения и получения кредитных продуктов для физических лиц. Перспективы распространения практики на корпоративный сектор связаны с развитием FinTech, IT и регулирования
«ВДело», «Поток», «Money Friends» и др.	Инвестиционные краудлендинговые и краудинвестиционные платформы, выполняющие роль организатора взаимодействия между инвесторами и бизнесом, доступны для МСП и новых предприятий	Краудлендинг – форма децентрализованного, однорангового микрокредитования с использованием двухсторонних платформ. Перспективы для отрасли связаны с созданием специализированных платформ

Источник: составлено автором.

В экосистеме B2B-AGRO доступно оформление заявок на банковские гарантии, тендерные займы, партнерские сервисы факторинга. Direct.Farm предлагает сервисы расщсрочки, доступные в торговой системе его цифровой платформы. Экосистема «Поле.РФ,» принадлежащая крупнейшему российскому агрохолдингу «Деметра-Холдинг», предлагает как собственную кредитную программу – авансы под урожай и займы от ООО «Деметра Трейдинг» (структурное подразделение холдинга, владелец платформы), так и партнерские программы – расщсрочки от Сбербанка, лизинг от Fleet Finance, СберЛизинг, Росагролизинг, ВТБ Лизинг, партнерами также являются ВТБ и ПАО КБ «Центринвест».

Уникальный кейс кредитования сельхозтоваропроизводителей реализован в кооперативной экосистеме «Agrooom» – целевые займы через продуктовые паи потребительского кооператива взаимного обеспечения, по своей форме схожие с краудлендингом и инвестициями в паевые инвестиционные фонды (фактически речь идет об одноранговом кредитовании и долевом инвестировании). Кредиторами являются пайщики кооператива, инвестирующие через личный кабинет на платформе в пул стандартизированных продуктовых паев, обеспечением которых являются различные виды сельскохозяйственной продукции (конкретные земельные участки, занятые посевами определенных культур). Заемщиками выступают сельскохозяйственные производители республик Татарстан, Мордовия, Удмуртия и Оренбургской области, предлагающие свои посевные площади (с привязкой к определенному земельному участку и планируемой к выращиванию продукции) в виде продуктовых лотов.

Наибольшее развитие кредитные операции по объективным причинам (главными из которых являются конкуренция с FinTech, развитие информационных технологий, эволюция пользовательских потребностей и цифровых привычек) получили в банковских экосистемах, которые ряд авторов относит к сервисным [9], так как в организационном плане они представляют собой набор цифровых нефинансовых сервисов, доступных в рамках единого интерфейса (бесшовной авторизации).

Особенностями банковских экосистем являются:

а) выраженная асимметрия в пользу главного актора, поскольку сервисы либо создаются банками самостоятельно, либо приобретаются, то есть сторонние акторы в создании ценностного предложения практически не участвуют, исключение обычно составляет только торговый сегмент (товарный маркетплейс) экосистемы;

б) мультиплатформенность, которая характеризуется развитием отдельных бизнес-направлений и нефинансовых сервисов на самостоятельных цифровых платформах, объединенных под общим брендом банка. Связанность для пользователей обеспечивают единый ID для доступа ко всем платформам и сервисам, а также возможность банковского, технического, консультационного и иного обслуживания в едином интерфейсе;

в) развитие экосистемы вокруг основного банковского бизнеса, то есть создаваемые сервисы и платформы ориентированы на синергию с онлайн-банкингом.

Для развития кредитования агропромышленного комплекса особый интерес представляют экосистемы Сбербанка и Россельхозбанка, являющихся ключевыми кредиторами отрасли. Безусловным лидером в данном направлении является экосистема Сбербанка, количество корпоративных пользователей которой приближается к 3 миллионам.

Основные бизнес-направления экосистемы Сбербанка охватывают:

- электронные закупки (Сбербанк-АСТ);
- (СберЛогистика);
- аутсорсинг и финансовый консалтинг (СберРешения);
- знания и сервис (Деловая среда);
- маркетинг (СберМаркетинг);

- разработку технологий для МСП (онлайн-касса «Эвотор»);
- разработку IT-решений (Сбер Бизнес Софт);
- лизинг (СберЛизинг);
- факторинг (СберФакторинг);
- управление онлайн-бизнесом (InSales);
- управление бизнес-процессами (СберБизнес);
- платежи (ЮMoney) и др.

Фактически экосистема Сбера предоставляет бизнесу комплекс готовых цифровых и физических решений для автоматизации рутинных процедур в решении текущих и стратегических задач бизнеса. Использование единого SberID для доступа к цифровым сервисам и банковским услугам делает цифровую экосистему бесшовной для пользователей, а кредит доступным в рамках любого бизнес-направления экосистемы. В результате кредит превращается в комплементарную услугу, встроенную в процесс любых транзакций внутри экосистемы Сбера, что создает для банка синергию в развитии основного бизнеса.

В отличие от Сбербанка Россельхозбанк изначально создавался для кредитования АПК, и выстраиваемая им экосистема имеет выраженную отраслевую направленность. Экосистема «Свое», развиваемая Россельхозбанком, объединяет шесть цифровых платформ, 140 тысяч сельскохозяйственных товаропроизводителей и более 3 миллионов активных пользователей.

В архитектуре экосистемы можно выделить четыре базовых направления:

- 1) электронная коммерция и производственные сервисы (платформы «Свое Фермерство», «Свое Родное»);
- 2) сельская недвижимость, строительство и ипотека (платформы «Свое Село», «Свое Жилье»);
- 3) сельский туризм (платформа «Свое За городом»);
- 4) рынок труда и образовательные услуги («Я в Агро»).

Ядром экосистемы можно считать платформу «Свое Фермерство», которую банк позиционирует как систему «одного окна» для предприятий АПК, объединяющую в комплексный продукт торговлю, цифровые сервисы и банковское обслуживание. Маркетплейс платформы функционирует как многосторонний рынок для сельхозпроизводителей и покупателей сельскохозяйственного сырья, а также сельхозпроизводителей и поставщиков сельскохозяйственной техники, удобрений, средств защиты растений, семян, кормов и других производственных ресурсов (всего более 17 тыс. поставщиков и 7 млн товаров, клиентский трафик превышает 5 млн посетителей в год).

Аграриям доступно более 50 онлайн-сервисов, предлагающих цифровые решения в области растениеводства (системы мониторинга полей, контроля полевых работ, расчета норм внесения удобрений, оценки почвенного плодородия, прогнозирования урожайности и др.), животноводства (онлайн-ветеринария, системы учета и управления стадом, услуги лабораторных исследований, селекции и сертификации, санитарного контроля и др.), цифровизации бизнес-процессов (онлайн-бухгалтерия, юридические услуги, маркировка продукции, реклама и продвижение продукции на маркетплейсах, сотрудничество с торговыми сетями и ресторанами, сервисы для поддержки экспортеров, размещение вакансий и подбор персонала и др.).

Информационные сервисы платформы представлены медиа-порталом (новости, тренды, статьи, базы знаний по отраслям), доской частных объявлений, базами данных стартап-идей для начинающих фермеров «Агrostарт», вакансий работодателей и резюме соискателей, мер государственной поддержки для АПК. Пользователям торговых и производственных сервисов доступны кредитные (в том числе льготные) и иные финансовые продукты Россельхозбанка, то есть кредит фактически встроен во внутренние транзакции платформы.

Платформа «Своё Родное» функционирует как розничный маркетплейс, ориентированный на органические фермерские продукты питания. Более скромные масштабы операций платформы (150 тыс. товаров и месячный трафик в 200 тыс. пользователей), на наш взгляд, связаны как с нишевым характером спроса на экологичные продукты питания, так и с объективными логистическими ограничениями при их доставке (особые санитарные и физические требования к хранению и перемещению, обусловленные короткими сроками годности свежих продуктов питания, высокие удельные транспортные издержки при доставке небольших партий и др.).

Платформы «Своё Село» и «Своё Жильё» ориентированы на развитие ипотечного сегмента банковского бизнеса Россельхозбанка. Платформа «Своё Село» функционирует как цифровой рынок сельской недвижимости, включающий, помимо сервисов подбора недвижимости, пакетные продукты комплексных финансовых и юридических услуг по сопровождению ипотечных и неипотечных сделок, витрину типовых архитектурных проектов загородных домов и нежилых помещений, а также базу аккредитованных подрядных организаций, предлагающих услуги и сервисы по строительству загородной недвижимости, ремонту, дизайну и обустройству загородного жилья. На платформе представлено множество ипотечных программ, касающихся в том числе сельской ипотеки, а также неипотечных кредитных продуктов на благоустройство и иные цели, при этом партнеры уполномочены принимать от клиентов и направлять на рассмотрение заявки на ипотечные кредиты, то есть речь идет о цифровом канале привлечения лидов для ипотечного бизнеса банка. Вторая платформа агрегирует цифровые сервисы, связанные с приобретением, владением, обслуживанием жилой недвижимости с помощью ипотечного кредитования и онлайн-сопровождением ранее выданных кредитов на платформе «Своё Жильё», в совокупности формирующих полностью цифровой путь при оформлении и обслуживании ипотечного кредита. Партнеры платформы «Своё Жильё» также имеют возможность через подключение к API банка создавать и направлять на рассмотрение ипотечные заявки. В совокупности через платформы подано заявок на ипотеку на сумму более 600 млрд руб. (треть от ипотечных заявок банка) и выдано более 19 млрд руб. ипотечных кредитов.

Две оставшиеся платформы напрямую не связаны с кредитованием: «Своё За городом» представляет собой маркетплейс туристических продуктов в сельской местности (агротуры, ремесленные мастер-классы, гастротуры, этнотуры, экологический туризм и др.) с сервисами бронирования билетов и отелей. Платформа «Я в Агро» функционирует как образовательный портал (онлайн-обучение, повышение квалификации, стажировки) и сервис подбора персонала.

Отраслевые государственные информационные системы (ГИС) в настоящее время выполняют исключительно контрольные функции. Разрозненность данных систем (АИС «Цербер», ФГИС «Зерно», ФГИС «Меркурий», ФГИС «Сатурн», ЕФИС ЗСН, ЕИС в сфере закупок и др.) приводит к дублированию значительных объемов информации, вносимой сельхозпроизводителями, сложностям при координации и взаимодействии, для преодоления которых Минсельхоз планирует создание единой информационной системы цифровых сервисов АПК (по сути, отраслевой государственной экосистемы), интегрированной с Единой системой идентификации и аутентификации, порталом «Госуслуги» и другими отраслевыми ГИС. Предполагается, что проект единой информационной системы цифровых сервисов АПК позволит решить главную проблему, возникающую при использовании государственных информационных систем (проблему мотивации, обусловленную отсутствием какого-либо значимого экономического эффекта для сельхозтоваропроизводителей) путем внедрения информационной системы цифровых сервисов АПК для адресного и проактивного предоставления мер господдержки, что открывает широкие перспективы для совершенствования механизма льготного кредитования отрасли. Основные возможности, на наш взгляд, связаны:

а) с автоматическим проактивным определением кредитных лимитов и ведением реестра потенциальных заемщиков. Интеграция больших данных (которые в настоящее время аккумулируются разными ГИС) в единой информационной системе обеспечит прослеживаемость операций аграриев от закупки техники, сырья и материалов до реализации произведенной продукции, полноту сведений об их имуществе и обязательствах для отраслевого ведомства и уполномоченных банков, что сделает возможным алгоритмизацию процедур, касающихся ведения реестра потенциальных заемщиков. С учетом результатов автоматического скоринга и доведенных до региона лимитов бюджетных ассигнований на субсидирование механизма льготного кредитования на очередной финансовый год возможно предварительное одобрение индивидуального кредитного лимита для каждого потенциального заемщика (без его участия), который после верификации заемщиком, банком и территориальным исполнительным органом Минсельхоза России будет включен в реестр;

б) использованием данных информационной системы для автоматизации скоринга заемщиков. Формируемые информационные базы и их верификация отраслевым ведомством способны существенно повысить качество моделей автоматического скоринга за счет роста доступности и надежности данных;

в) автоматизацией исполнения (определение и сверка обязательств, перечисление субсидий) бюджетных обязательств перед аккредитованными банками по субсидированию льготных процентных ставок.

Финансовые платформы (маркетплейсы) и сайты-агрегаторы финансовой информации – в плане кредитования АПК – в настоящее время играют незначительную роль, поскольку ориентированы на обслуживание физических лиц. Их участие в кредитовании корпоративного сектора ограничено как законодательно (для финансовых платформ), так и технически, в частности требованиями к информационной безопасности. Перспективы для отрасли мы связываем с появлением финансовых маркетплейсов для корпоративных клиентов, что вполне вероятно в ближайшей перспективе при снятии соответствующих регуляторных и технических ограничений (более того, эта модель уже частично реализована, поскольку индивидуальные предприниматели имеют возможность пользоваться услугами финансовых платформ, в том числе получать с их помощью кредиты и займы).

Финансовые маркетплейсы для юридических лиц могут быть реализованы в рамках модели традиционных финансов, где платформы аккумулируют предложения множества банков и предоставляют множеству клиентов возможность выбора, но сама кредитная сделка заключается между конкретным кредитором и заемщиком (то есть банки сохраняют роль централизованного посредника, а платформа выполняет исключительно информационные функции), а также при использовании разнообразных моделей децентрализованных финансов, где базовыми технологиями станут распределенные реестры (например, блокчейн) и смарт-контракты, а централизованное посредничество заменит программный алгоритм, что обеспечит:

а) развитие однорангового кредитования, когда на платформе будут непосредственно взаимодействовать сразу множество кредиторов и заемщиков без участия банков и иных финансовых посредников;

б) возможность полной алгоритмизации и автоматизации взаимодействия кредиторов и заемщиков в форме смарт-контрактов (вероятной формой станут стандартизированные по основным параметрам смарт-контракты или, по сути, стандартизированные кредитные продукты, обеспечивающие возможность их токенизации).

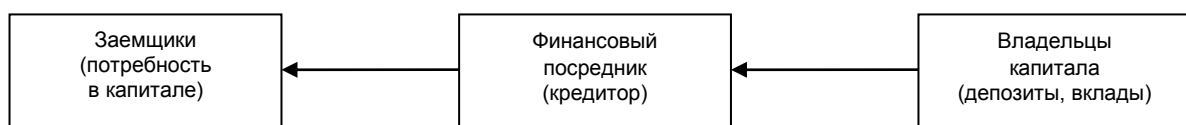
Следует отметить инвестиционные платформы, специализирующиеся на краудлендинговых операциях. Краудлендинг можно рассматривать как форму однорангового, децентрализованного кредитования с использованием специальных цифровых платформ, обеспечивающих возможность прямого взаимодействия множества заемщиков и

кредиторов. Рынок краудлендинга в России динамично развивается (по данным Банка России, в 2024 г. достиг 42 млрд руб., прирост за год 97,5%), а перспективы для кредитования АПК связаны с его целевой аудиторией.

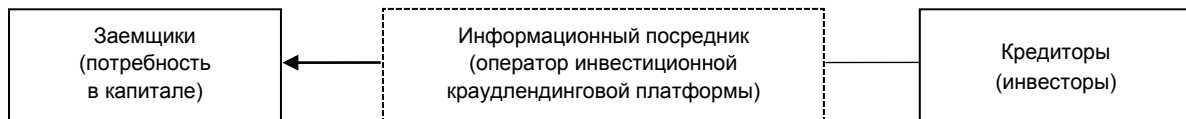
Краудлендинг как институт микрокредитования ориентирован на микрозаемщиков, испытывающих проблемы с доступностью банковского кредитования (ранние стадии жизненного цикла, отсутствие залогов, удовлетворяющих банковским требованиям), доля которых в сельском хозяйстве традиционно высока.

Проведенный обзор существующих и перспективных форм реализации кредитных отношений в агропромышленном комплексе с использованием цифровых платформ и экосистем позволяет выделить ряд альтернативных платформенных и экосистемных моделей кредитования АПК (см. рис.). Их отличия от традиционной модели обусловлены прежде всего замещением (в разной степени) финансового посредничества информационным, что способствует общей дезинтермедиации финансовых рынков.

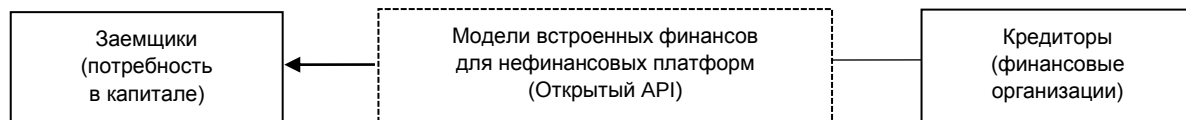
Традиционная (централизованная) модель



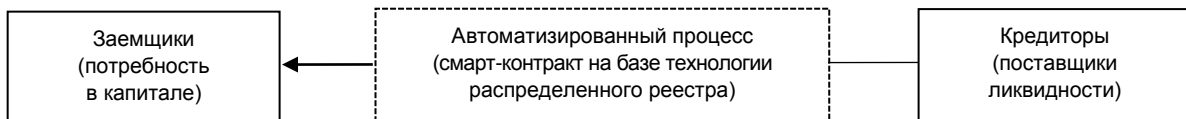
Платформенная модель с элементами децентрализации



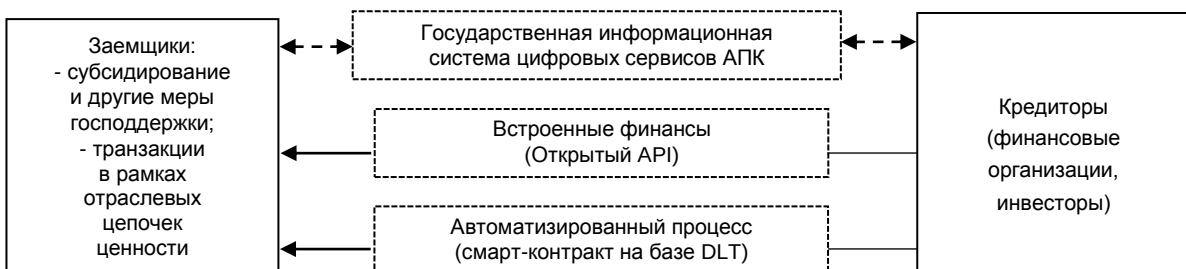
Встраиваемые модели на базе централизованных финансов



Встраиваемые модели на базе децентрализованных финансов



Перспективная экосистемная модель кредитования АПК



Сравнение традиционной, платформенных и экосистемных моделей кредитования АПК

Источник: составлено автором.

В основе традиционной модели кредитования АПК лежат централизованные процессы, свойственные традиционным финансам. Кредитором является финансовый посредник (банк, кредитный кооператив и др.), аккумулирующий временно свободные сбережения населения и финансы предприятий и трансформирующий их в ссудный капитал, используемый впоследствии для кредитования. Особенности кредитования АПК являются значительная концентрация рынка и доминирование государственных банков (две трети рынка контролируют Россельхозбанк и Сбербанк), использование специальных механизмов (главным является субсидирование процентных ставок) и программ, обеспечивающих льготный характер кредитования. Но, как и другие сегменты финансовых рынков, традиционный рынок банковского кредитования АПК испытывает все большее давление со стороны FinTech, что заставляет ключевые отраслевые банки не только развивать собственные экосистемы, но и искать возможную синергию со сторонними платформами и экосистемами, что позволяет говорить о постепенной экосистемной трансформации традиционных моделей банковского кредитования.

Относительно самостоятельной платформенной моделью кредитования с элементами децентрализации являются инвестиционные платформы, специализирующиеся на краудлендинге. С финансовой точки зрения краудлендинг существенно отличается от традиционной модели децентрализацией, поскольку функции финансового посредничества замещают информационные сервисы (автоматизированный скоринг, расчеты, автоинвестирование, юридическое сопровождение и др.). С принципами DeFi кредитования краудлендинг сближает прямое одноранговое взаимодействие множества кредиторов и множества заемщиков, с традиционной моделью кредитования – наличие централизованного оператора информационной платформы (ответственного юридического лица), формирующего необходимую технологическую и сервисную инфраструктуру для взаимодействия участников. При этом в процессе развития операторы инвестиционных платформ закономерно эволюционируют «в сторону традиционных финансовых институтов», что сближает их с «микрофинансовыми организациями» [7] и подталкивает к синергии с банками (опыт создания собственных краудлендинговых платформ имеют Сбербанк, Альфа-Банк, Модульбанк, ВТБ Регистратор, учредителями платформ Город Денег и Lemon.online являются микрофинансовые организации).

Встраиваемые модели на базе централизованных финансов – модели взаимодействия через открытые API традиционных финансовых посредников с цифровыми платформами (прежде всего торговыми маркетплейсами). Базовой технологией здесь являются открытые API, в развитии которых выделяют три последовательные стадии – открытый банкинг, открытые финансы и открытые данные, отличающиеся степенью раскрытия клиентских данных. Открытый банкинг предполагает доступность данных о банковских и платежных транзакциях между банками и другими финансовыми организациями, а также возможность совершения банковских операций по поручению клиентов, открытые финансы предполагают расширение обмена данными на все финансовые операции, а переход к открытым данным происходит при включении в этот процесс нефинансовых организаций (в сфере телекоммуникаций, электронной коммерции и др.) и государственных информационных систем, аккумулирующих и обрабатывающих клиентский трафик. Возможность подключения банков и иных финансовых организаций по API к сторонним цифровым платформам формирует технологическую основу для инкорпорирования финансовых (в том числе связанных с кредитованием) сервисов в нефинансовые экосистемы.

Встроенные финансы (Embedded Finance) в настоящее время являются основными моделями, в рамках которых банковские продукты (кредитование, платежи, страхование и

др.) бесшовно интегрируются с маркетплейсами и другими нефинансовыми платформами, и банковское обслуживание выступает как услуга (Banking-as-a-Service, BaaS), позволяющая финтех-компаниям инициировать банковские операции на платформе кредитных организаций. В результате кредит приобретает форму услуги, встроенной в процесс транзакций, позволяя маркетплейсам предлагать покупателям функциональные кредитные сервисы, например BNPL. Прикладная реализация концепции открытых данных создаст условия для трансформации отраслевых платформ и экосистем агробизнеса по модели «все-как-сервис» (Everything-as-a-service, XaaS), позволяющей объединять собственные продукты с комплементарными услугами государственных информационных систем в облачной среде (например, льготное кредитование, проактивно встроенное в процесс транзакций, и бюджетное субсидирование).

Специфика встраиваемых моделей на базе децентрализованных финансов по сравнению с рассмотренными ранее моделями определяется отличиями централизованных и децентрализованных финансов. То есть через открытые API платформа взаимодействует не с финансовыми посредниками, а с автоматизированным процессом (смарт-контрактом на базе технологии распределенного реестра), поскольку посредническая функция в DeFi трансформирована в автоматизированный процесс.

В продуктовом отношении децентрализованные финансы в целом аналогичны традиционным финансовым услугам. Наиболее развитым продуктовым сегментом DeFi является кредитование, общая капитализация которого по разным оценкам достигает 123 млрд долл. [2]. В сравнении с традиционной моделью при DeFi-кредитовании кредиторы (поставщики ликвидности) и заемщики взаимодействуют непосредственно с протоколом, что существенно снижает барьеры и повышает доступность кредита.

Кредитный протокол (предоставляя ликвидность в обмен на криптоактивы), пользователи платформы формируют пул ликвидности, из которого другие пользователи берут кредиты под залог имеющихся у них других криптоактивов (для защиты от обесценения залогов в управляющий протокол технологически встраиваются автоматические ликвидационные системы).

Несмотря на то что DeFi-кредитование – явление относительно новое, перспективы его развития, в том числе в аграрном секторе, видятся весьма широкими: различные варианты подключения платформ децентрализованного кредитования через API к платформам отраслевых экосистем, а также различные гибридные формы взаимодействия с традиционными финансами (уже существуют примеры подключения по программным интерфейсам приложений централизованных участников и децентрализованных протоколов) [2].

Таким образом, проведенный анализ существующих практик и моделей кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей с использованием цифровых платформ и экосистем позволил сформулировать следующие выводы, раскрывающие содержание предложенной автором перспективной экосистемной модели кредитования АПК.

1. Углубление взаимодействия через открытые API государственных и корпоративных экосистем. В качестве базового сценария рассмотрен реализуемый в настоящее время Минсельхозом России проект создания Государственной информационной системы цифровых сервисов АПК. Дальнейшее развитие открытых API, в частности переход к моделям открытых финансов и открытых данных, создаст технологические условия для более тесной коллаборации государственных информационных систем с финансовыми и нефинансовыми экосистемами корпоративного сектора (один из вариантов описан в более ранних работах автора [6]) в границах отраслевых цепочек ценности.

2. Проактивный характер государственной поддержки отрасли. Следствием взаимодействия государственных и корпоративных экосистем станет возможность проактивного и удаленного предоставления мер государственной поддержки (проект Минсельхоза России по созданию Государственной информационной системы цифровых сервисов АПК предусматривает переход на такой порядок взаимодействия уже к 2028 г.). Прозрачность транзакций, совершаемых сельхозтоваропроизводителями с использованием различных ГИС и цифровых платформ, позволит ведомству автоматически определять размер субсидий по разным направлениям поддержки отрасли.

3. Проактивный характер льготного кредитования отраслевых заемщиков. Обмен данными между ГИС, финансовыми и нефинансовыми экосистемами создаст условия для автоматизации процедур определения кредитных лимитов, ведения реестра потенциальных заемщиков, скоринга и других операций в рамках механизма льготного кредитования.

4. Вариативная финансовая архитектура, конкретные варианты формирования которой относятся к предметной области форсайта. Вероятнее всего, она будет иметь гибридный характер (сочетать элементы централизованных и децентрализованных финансов), а кредит будет встроен в транзакции отраслевых экосистем, что превратит его в проактивно доступную финансовую услугу.

Список источников

1. Астахова Т.Н., Колбанев М.О., Шамин А.А. Децентрализованная цифровая платформа сельского хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2018. № 6(85). С. 5–17.
2. Децентрализованные финансы: Информационно-аналитический доклад Банка России [Электронный ресурс] // Официальный сайт Банка России. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/141992/report_07112022.pdf (дата обращения: 12.08.2025).
3. Езангина И.А., Маловичко А.Е., Хрысева А.А. Инновационная экосистема как новая форма организационной целостности и механизм финансирования и воспроизводства инноваций // Финансы: теория и практика. 2023. Т. 27, № 3. С. 17–32. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-3-17-32.
4. Клейнер Г.Б. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы // Системный анализ в экономике-2018: сборник трудов V Международной научно-практической конференции-биеннале; под общей редакцией Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой (Москва, 21–23 ноября 2018 г.). Москва: ООО «Издательство Прометей», 2018. С. 5–14. DOI: 10.33278/SAE-2018.rus.005-014.
5. Коробейникова О.М., Очеретяная Д.В., Петерс И.А. и др. Цифровые экосистемы для агробизнеса // Аграрная Россия. 2022. № 6. С. 40–47.
6. Коробейников Д.А. Модель цифровой экосистемы агропромышленного комплекса // Вестник университета. 2023. № 1. С. 83–91. DOI: 10.26425/1816-4277-2023-1-83-91.
7. Котляров И.Д. Финансовые двусторонние платформы: модели функционирования и перспективы развития // Информационное общество. 2019. № 1-2. С. 52–60.
8. На сайте Минэкономразвития России размещена Концепция общего регулирования деятельности групп компаний, развивающих различные цифровые сервисы на базе одной «экосистемы» (проект) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Минэкономразвития России. URL: https://static.consultant.ru/obj/file/doc/konceptsiya_280521-ekosystem.pdf (дата обращения: 05.09.2025).
9. Степнов И.М., Ковальчук Ю.А. Финансы бизнес-экосистем: современная повестка и вызовы // Финансы: теория и практика. 2023. Т. 27, № 6. С. 89–100. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-6-89-100.
10. Шаститко А.Е., Курдин А.А., Филиппова И.Н. Мезоинституты для цифровых экосистем // Вопросы экономики. 2023. № 2. С. 61–82. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-2-61-82.
11. Gawer A. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age // Innovation. 2021. Vol. 24(4). Pp. 1–15. DOI: 10.1080/14479338.2021.1965888.
12. Hartigh E.D., Tol M., Visscher W. The Health Measurement of a Business Ecosystem // European Network on Chaos and Complexity Research and Management Practice Meeting. The 6th International Conference on Management Science and Engineering Management. London: Springer-Verlag, 2006. Pp. 1–39.

13. Korobeynikova O.M., Korobeynikov D.A., Popova L.V. et al. Russian Agribusiness and Digital Ecosystems: Ways of Interaction (Book Chapter) // Lecture Notes in Networks and Systems. 2023. Pp. 1205–1215. DOI: 10.1007/978-3-031-21432-5_128.
14. McIntyre D., Srinivasan A. Networks, platforms, and strategy: Emerging views and next steps // Strategic Management Journal. 2017. Vol. 38(1). Pp. 141–160.
15. Moore J.F. The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems. New York: HarperBusiness, 1996. 297 p.
16. Thomas L., Autio E. Modeling the ecosystem: a meta-synthesis of ecosystem and related literatures // DRUID Conference. Copenhagen, Denmark, 2012. URL: <https://www.researchgate.net/publication/282122759>.

References

1. Astakhova T.N., Kolbanyov M.O., Shamin A.A. Decentralized digital platform for agriculture. *Bulletin NGIEI*. 2018;6(85):5-17. (In Russ.).
2. Decentralized finance: Bank of Russia's information and analytical report. The Bank of Russia Official Website. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/141992/report_07112022.pdf. (In Russ.).
3. Ezangina I.A., Malovichko A.E., Khryseva A.A. Innovation ecosystem as a new form of organizational integrity and a mechanism for financing and reproducing innovations. *Finance: Theory and Practice*. 2023;27(3):17-32. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-3-17-32. (In Russ.).
4. Kleiner G.B. Socio-economic ecosystems in the light of the systemic paradigm. In: System Analysis in Economics-2018: Proceedings of the V International Research-to-Practice Conference-Biennale; edited by G.B. Kleiner, S.E. Shchetova (Moscow, November 21-23, 2018). Moscow: Prometheus Publishing House; 2018:5-14. DOI: 10.33278/SAE-2018.rus.005-014. (In Russ.).
5. Korobeynikova O.M., Ocheretyanaya D.V., Peters I.A. et al. Digital ecosystems for agribusiness. *Agrarnaya Rossiya*. 2022;6:40-47. (In Russ.).
6. Korobeynikov D.A. Digital ecosystem model of the agro-industrial complex. *Vestnik Universiteta*. 2023;1:83-91. DOI: 10.26425/1816-4277-2023-1-83-91. (In Russ.).
7. Kotliarov I.D. Bilateral Financial Platforms: Models of functioning and Prospects of Development. *Information Society*. 2019;1-2:52-60. (In Russ.).
8. Ministry of Economic Development of Russia published the Concept of General Regulation of the Activities of Groups of Companies Developing Various Digital Services Based on a Single Ecosystem (project). Official website of the Ministry of Economic Development of Russia. URL: https://static.consultant.ru/obj/file/doc/koncepciya_280521-ekosystem.pdf. (In Russ.).
9. Stepanov I.M., Kovalchuk J.A. Business ecosystem finance: Modern agenda and challenges. *Finance: Theory and Practice*. 2023;27(6):89-100. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-6-89-100. (In Russ.).
10. Shastitko A.E., Kurdin A.A., Filippova I.N. Meso-institutions for digital ecosystems. *Voprosy Ekonomiki*. 2023;2:61-82. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-2-61-82. (In Russ.).
11. Gawer A. Digital platforms and ecosystems: remarks on the dominant organizational forms of the digital age. *Innovation*. 2021;24(4):1-15. DOI: 10.1080/14479338.2021.1965888.
12. Hartigh E.D., Tol M., Visscher W. The Health Measurement of a Business Ecosystem. In: European Network on Chaos and Complexity Research and Management Practice Meeting. The 6th International Conference on Management Science and Engineering Management. London: Springer-Verlag; 2006:1-39.
13. Korobeynikova O.M., Korobeynikov D.A., Popova L.V. et al. Russian Agribusiness and Digital Ecosystems: Ways of Interaction (Book Chapter). In: Lecture Notes in Networks and Systems; 2023:1205-1215. DOI: 10.1007/978-3-031-21432-5_128.
14. McIntyre D., Srinivasan A. Networks, platforms, and strategy: Emerging views and next steps. *Strategic Management Journal*. 2017;38(1):141-160.
15. Moore J.F. The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems. New York: HarperBusiness; 1996. 297 p.
16. Thomas L., Autio E. Modeling the ecosystem: a meta-synthesis of ecosystem and related literatures. In: DRUID Conference. Copenhagen, Denmark; 2012. URL: <https://www.researchgate.net/publication/282122759>.

Информация об авторе

Д.А. Коробейников – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической безопасности ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», korobeinikov77@yandex.ru.

Information about the author

D.A. Korobeynikov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economic Security, Volgograd State Agrarian University, korobeinikov77@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 24.10.2025; одобрена после рецензирования 28.11.2025; принята к публикации 10.12.2025.

The article was submitted 24.10.2025; approved after reviewing 28.11.2025; accepted for publication 10.12.2025.

© Коробейников Д.А., 2025

5.2.4. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 368.021.8:338.24

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_4_238

EDN: SLJMXG

Механизм обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым

Елена Александровна Смирнова¹, Эдем Амитьевич Калафатов^{2✉}

^{1, 2} Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

² kalafatov_edem@mail.ru✉

Аннотация. Исследованы теоретико-методологические положения и эмпирические особенности обеспечения устойчивости страхового рынка на региональном уровне. На примере Республики Крым выполнен комплексный анализ динамики страховых премий, структуры страхового портфеля и показателей конкурентности за 2022–2024 гг., что позволило выявить ключевые тенденции, институциональные ограничения и дисбалансы, оказывающие критическое влияние на устойчивость страхового сектора. Проведенная качественная оценка устойчивости страхового рынка Республики Крым подтвердила наличие системных рисков, среди которых в первую очередь следует отметить высокую зависимость рынка от обязательных видов страхования, прежде всего ОСАГО, ограниченную диверсификацию страховых продуктов и локальную концентрацию страховых компаний, заметно снижающих адаптивность страховой системы к внешним шокам и регуляторным изменениям. Несмотря на постепенное повышение уровня страховой культуры и появление признаков инновационной активности, институциональная среда рынка остается неустойчивой к внешним шокам, а конкурентная структура – олигополизированной. На основе применения коэффициентного анализа, индекса Херфиндала-Хиршмана и сравнительной оценки региональных рынков обоснована необходимость перехода от оценки отдельных количественных параметров к комплексному подходу, интегрирующему анализ диверсификации, конкурентности, инновационной активности, качества регулирования и уровня страховой культуры населения. Разработан компонентный механизм обеспечения устойчивости страхового рынка, основанный на синергии государственных и негосударственных инструментов регулирования и усилении институциональной согласованности. В структуре механизма выделены пять функциональных блоков, обеспечивающих стимулирование диверсификации страхового портфеля, развитие добровольных видов страхования, поддержку инновационных продуктов, повышение финансовой грамотности населения, а также формирование конкурентной и прозрачной институциональной среды.

Ключевые слова: страховой рынок, устойчивость, Республика Крым, региональная экономика, финансовая безопасность, государственное регулирование, негосударственные инструменты

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-20391, <https://rscf.ru/project/25-28-20391/> и Министерства образования, науки и молодежи Республики Крым

Для цитирования: Смирнова Е.А., Калафатов Э.А. Механизм обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 4(87). С. 238–250. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_238–250.

5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Mechanism for ensuring the sustainability of the insurance market of the Republic of Crimea

Elena A. Smirnova¹, Edem A. Kalafatov^{2✉}

^{1, 2} V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

² kalafatov_edem@mail.ru✉

Abstract. The authors discussed theoretical and methodological provisions and empirical features of ensuring sustainability of the insurance market at the regional level. Using the Republic of Crimea as a case study, a comprehensive analysis of the dynamics of insurance premiums, the structure of the insurance portfolio and competitiveness indicators for 2022–2024 was carried out, which made it possible to identify key trends, institutional constraints and imbalances that have critical impact on the sustainability of the insurance sector. The qualitative assessment of the stability of the insurance market in the Republic of Crimea confirmed the presence of systemic risks, among which, first of all, it should be noted the high dependence of the market on compulsory types of insurance, primarily Compulsory Motor Third Party Liability, limited diversification of insurance products and the local concentration of insurance companies, significantly reducing the adaptability of the insurance system to external shocks and regulatory changes. Despite the gradual increase in the level of insurance culture and the appearance of signs of innovation activity, the institutional environment of the market remains unstable to external shocks, and the competitive structure remains oligopolized. Based on the use of coefficient analysis, the Herfindahl-

Hirschman index and a comparative assessment of regional markets, the need for a transition from assessing individual quantitative parameters to a comprehensive approach integrating the analysis of diversification, competitiveness, innovation activity, regulatory quality and the level of insurance culture of the population is substantiated. A component mechanism has been developed to ensure the stability of the insurance market, based on the synergy of state and non-state regulatory instruments and strengthening institutional coherence. The mechanism's structure includes five functional blocks that provide incentives for diversifying the insurance portfolio, developing voluntary types of insurance, supporting innovative products, improving financial literacy of the population, and creating a competitive and transparent institutional environment.

Keywords: mechanism, insurance market, stability of the insurance market, regional economy, financial security, government regulation, non-governmental instruments

Funding: the article was prepared based on the results of research supported by the Russian Science Foundation, Project No. 25-28-20391, <https://rscf.ru/project/25-28-20391/> and the Ministry of Education, Science and Youth of the Republic of Crimea.

For citation: Smirnova E.A., Kalafatov E.A. Mechanism for ensuring the sustainability of the insurance market of the Republic of Crimea. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(4):238-250. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_238-250.

Развитие страхового рынка России в современных условиях сопровождается трансформацией его институциональной структуры, углублением взаимосвязей с другими сегментами финансовой системы, усилением роли государства в регулировании страховой деятельности и, как следствие, формированием новой архитектуры взаимодействия участников рынка, в которой все более значимую роль начинают играть негосударственные институты: страховые организации (в том числе функционирующие в рамках цифровых экосистем), профессиональные объединения и союзы, выполняющие функции саморегулирования, а также независимые экспертные структуры: страховые брокеры, сюрвейеры и лосс-аджастеры.

Проблематика устойчивости страхового рынка в региональном измерении приобретает особую актуальность в контексте реализации стратегии финансовой безопасности государства. Республика Крым представляет собой уникальный пример формирования финансово-экономической системы в условиях институциональных преобразований, геополитических ограничений и необходимости интеграции в общероссийское правовое и экономическое пространство.

Страховой рынок региона, будучи относительно молодым сегментом финансовой сферы, сталкивается с целым рядом вызовов: ограниченным доступом к международным финансовым инструментам, низким уровнем капитализации страховых организаций, недостаточной диверсификацией страховых продуктов, ограниченной инвестиционной активностью и невысокой плотностью страхового покрытия. Все это формирует объективную потребность не только в усилении государственного контроля, но и в формировании механизма обеспечения устойчивости страхового рынка.

Ключевым элементом данного процесса выступает механизм государственного регулирования, под которым понимается система согласованных форм, методов и инструментов воздействия на участников страхового рынка, направленных на поддержание его устойчивости и сбалансированного развития. Однако современные вызовы требуют, чтобы данный механизм не ограничивался исключительно контрольно-надзорными функциями, а включал возможности и потенциал негосударственных институтов регулирования.

Традиционная модель государственного воздействия в страховой сфере России до настоящего времени ориентирована преимущественно на контрольные и надзорные процедуры, реализуемые мегарегулятором – Банком России. Практика функционирования страхового рынка демонстрирует ограниченность исключительно административных подходов: они недостаточно гибки, медленно адаптируются к изменениям рыночной конъюнктуры и не стимулируют инновационную активность страховых компаний. В этой связи использование негосударственных инструментов регулирования, таких как механизмы саморегулирования, внедрение профессиональных стандар-

тов, развитие цифровой инфраструктуры и страховой аналитики, институт общественного контроля и страхового омбудсмана становится важным условием формирования адаптивной и сбалансированной модели управления. Эти инструменты способны органично дополнять государственные меры, повышая их эффективность и снижая совокупные регуляторные издержки.

Согласованное взаимодействие государственных и негосударственных инструментов формирует основу интегрированного механизма обеспечения устойчивости страхового рынка, представляющего собой системное единство субъектов, функций, методов и инструментов воздействия, направленных на поддержание баланса интересов всех участников рынка.

Интеграция этих уровней регулирования позволяет не только стабилизировать финансовое состояние страховых организаций, но и обеспечить устойчивое развитие страхового рынка как социально значимого института, повышающего уровень доверия, инвестиционной активности и страховой культуры населения.

Для Республики Крым формирование такого механизма имеет не только экономическое, но и стратегическое значение. Страховой сектор региона выполняет функции не просто финансового посредника, но и инструмента социально-экономической стабилизации, снижения территориальных рисков и укрепления финансовой безопасности. Развитие эффективной модели взаимодействия государственных и негосударственных институтов регулирования становится необходимым условием повышения устойчивости и конкурентоспособности регионального страхового рынка.

Методологической основой исследования послужили принципы системного, институционального и структурно-функционального подходов, позволяющие рассматривать страховой рынок как сложную социально-экономическую систему, функционирующую в условиях трансформации региональной экономики.

В проведенном исследовании использованы:

- методы сравнительного и структурного анализа для выявления динамики страховых премий, выплат и количества договоров по видам страхования в Республике Крым за 2022–2024 гг.;
- коэффициентный анализ для оценки степени диверсификации страхового портфеля и зависимости рынка от обязательных видов страхования;
- расчет индекса Херфиндаля-Хиршмана (HHI) для количественной оценки уровня концентрации страхового рынка и идентификации рисков монополизации;
- методы экспертной и качественной оценки (на основе методики OECD) для определения качественных характеристик устойчивости страхового рынка (конкурентность, инновационная активность, страховая культура, зависимость от госрегулирования);
- графо-аналитический метод и моделирование при разработке компонентного механизма обеспечения устойчивости страхового рынка, объединяющего государственные и негосударственные инструменты регулирования.

Информационную базу исследования составили официальные статистические данные Банка России, аналитические материалы Федеральной службы государственной статистики, нормативные документы, регулирующие страховую деятельность, а также результаты авторских расчетов по данным страховых организаций Республики Крым.

Проблематика устойчивости страхового рынка является одной из ключевых в современной экономической науке и практике регулирования страховой деятельности. Под устойчивостью понимается способность страхового рынка сохранять функциональную целостность, обеспечивать выполнение своих основных функций и поддерживать финансовую стабильность участников системы в условиях воздействия внешних и внутренних факторов. В рамках современной экономической мысли устойчивость рассматривается как комплексная характеристика, включающая финансово-экономический, институцио-

нальный и регуляторно-правовой аспекты, что позволяет охватывать как способность организаций выполнять обязательства, так и эффективность взаимодействия субъектов рынка и качество механизмов регулирования.

Эволюция категории «устойчивость страхового рынка» отражает постепенный переход от узкого понимания финансовой стабильности отдельных страховых организаций к комплексному анализу устойчивости всей системы страхования, учитывающей экономические, институциональные и нормативные параметры. В современных условиях устойчивость рассматривается как интегративная характеристика, напрямую связанная с функционированием как государственных, так и негосударственных институтов регулирования, обеспечивающих согласованность интересов участников рынка.

В научной литературе категория «устойчивость страхового рынка» получила комплексное развитие, отражающее взаимосвязь экономических, институциональных и регуляторных факторов его функционирования. Современные исследователи рассматривают устойчивость не только как характеристику финансовой стабильности отдельных организаций, но и как интегративное свойство всей системы страховых отношений, обеспечивающее ее способность к длительному воспроизводству, адаптации и развитию в условиях изменяющейся внешней среды.

Так, О.Л. Савенко и С.М. Христова определяют устойчивость страхового рынка как долговременную способность системы обеспечивать экономический рост, отвечающий потребностям настоящего времени без ущерба для будущих поколений, при этом развитие рынка должно основываться на принципах баланса экономических, социальных и институциональных факторов. Авторы подчеркивают, что устойчивость страхового сектора формируется не только в результате деятельности страховщиков, но и во многом зависит от эффективности государственного регулирования, обеспечивающего единые правила функционирования, закрепления институциональных норм и внедрения лучших управленческих практик. Устойчивость страхового рынка, по их мнению, является динамическим процессом, обеспечивающим способность системы адаптироваться к изменениям внешней среды и соблюдать принципы ESG-повестки [5, с. 124].

Многие исследователи подчеркивают необходимость применения системного подхода к анализу факторов, влияющих на развитие и устойчивость страхового рынка. Такой подход позволяет выявить причинно-следственные связи между элементами страховой системы и определить степень их влияния на общее состояние рынка. Он обеспечивает целостное восприятие страхового рынка как многоуровневой структуры, где взаимозависимы макро-, мезо- и микроуровни функционирования.

Особое значение при этом приобретает мезоуровневая составляющая, отражающая специфику функционирования региональных страховых рынков, формирующихся под воздействием социально-экономических и институциональных особенностей конкретных территорий. Исследование мезосреды позволяет определить, каким образом региональные страховые компании влияют на устойчивость национального рынка, а также как общие тенденции и государственная политика воздействуют на развитие страхового сектора на местах [4, с. 7].

Таким образом, устойчивость страхового рынка следует рассматривать не только как результат макроэкономических процессов и государственного регулирования, но и как следствие взаимного влияния региональных субъектов страховой деятельности, их организационной зрелости, уровня капитализации и адаптивности к изменениям внешней среды.

И.А. Сушкова отмечает, что устойчивость страхового рынка нередко рассматривается в контексте финансовой безопасности, понимаемой как состояние защищенности всех участников страховых отношений от дестабилизирующих воздействий внешних и внутренних факторов [7, с. 35].

О.Г. Блажевич предлагает для обеспечения устойчивого развития страхового рынка использовать систему различных показателей, характеризующих его деятельность [1, с. 18]. С этой позиции устойчивость страхового рынка можно определить как такое состояние и динамику его функционирования, при которых обеспечивается сбалансированность интересов страховщиков, страхователей, государства и иных субъектов страховой деятельности, а совокупность применяемых экономических, институциональных и правовых инструментов позволяет своевременно реагировать на возникающие риски и угрозы. Тем самым устойчивость страхового рынка выступает основным механизмом обеспечения финансовой безопасности как самого сектора, так и финансовой системы региона в целом.

J. David Cummins and Mary A. Weiss, исследуя потенциал страховой отрасли с точки зрения генератора системных рисков, идентифицировали механизмы проявления уязвимостей и оценивали эффективность регуляторных мер по обеспечению финансовой стабильности [11].

J. David Cummins and B. Venard, выполнив исследование комплексного взаимодействия глобальных трендов, выявили специфику национальных страховых рынков, отметив определяющее влияние правовой среды, институциональной структуры и конкурентной динамики на их развитие [10].

На примере британского страхового рынка А. Sharma с соавт., анализируя систему факторов, определяющих финансовую эффективность страховых компаний, показали, что рейтинги финансовой устойчивости выступают интегральным показателем их состояния [12].

Обобщение подходов отечественных и зарубежных исследователей позволяет сделать вывод о многомерности категории «устойчивость страхового рынка», которая включает в себя финансово-экономические, институциональные, правовые и социальные компоненты. Современные концепции устойчивости акцентируют внимание на необходимости системного подхода, обеспечивающего взаимосвязанное развитие всех уровней страхового рынка от макроэкономического до регионального.

В этом контексте особое значение приобретает изучение мезоуровня, отражающего специфику функционирования региональных страховых систем, поскольку именно на этом уровне проявляется влияние локальных экономических, институциональных и управленческих факторов. Применение теоретических положений устойчивости страхового рынка к региональной практике позволяет точнее описать механизмы адаптации страхового сектора к внешним и внутренним вызовам.

Так, в ряде отечественных исследований (В.А. Пашнева, Е.А. Шайдуллина и др. [2, 8]), посвященных развитию страхового рынка Республики Крым, рассматриваются вопросы институциональной адаптации, финансовой устойчивости и организационной трансформации страховых компаний в условиях интеграции в общероссийское правовое и экономическое пространство. Анализ этих работ позволяет выявить специфические факторы, влияющие на устойчивость страхового рынка региона, что создает основу дальнейшего исследования институциональных ограничений регионального страхового рынка и направлений совершенствования механизмов регулирования.

В отечественных исследованиях последних лет все большее внимание уделяется проблемам устойчивости и институционального развития страхового рынка Республики Крым в контексте интеграции в экономическую систему Российской Федерации. Так, Е.А. Шайдуллина акцентирует внимание на необходимости формирования адаптивной модели страхового рынка региона, способной обеспечить его сбалансированное развитие и повышение доверия со стороны населения и бизнеса. По мнению автора, ключевыми факторами устойчивости крымского страхового сектора выступают институциональная консолидация, эффективное государственное регулирование и повышение финансовой грамотности страхователей [8].

В.А. Пашнева отмечает, что «...создание эффективной системы страховой защиты» является ключевым инструментом социально-экономического развития Республики Крым, акцентируя внимание на том факте, что современные условия функционирования регионального страхового рынка «...свидетельствуют о существовании ряда проблем и наличии сдерживающих факторов», требующих адаптации к новым экономическим тенденциям. По мнению автора, раскрытие потенциала рынка страхования через «экономические преобразования, оптимизацию системы управления рисками и совершенствование отдельных отраслей страхования» позволит сформировать вариативный и экономически привлекательный страховой рынок, способствующий стабилизации экономики и обеспечению благосостояния населения региона [2, с. 139].

Проведенный анализ отечественных и зарубежных исследований показывает, что в теоретическом плане категория устойчивости страхового рынка развивается в направлении системного и институционального осмысления. Если первоначально внимание концентрировалось преимущественно на финансовых показателях и стабильности страховых компаний, то современные работы отражают комплексное понимание устойчивости как состояния и процесса, обеспечивающего баланс интересов участников страховых отношений, адаптивность системы к внешним воздействиям и ее вклад в финансовую безопасность экономики. Это позволяет перейти к рассмотрению методологических подходов, обеспечивающих анализ и оценку устойчивости страхового рынка.

Системный подход позволяет рассматривать страховой рынок как сложную открытую социально-экономическую систему страховых организаций, регуляторов, потребителей, посредников и инфраструктурных институтов, функционирующих во взаимосвязи и взаимозависимости. Устойчивость в рамках данного подхода определяется способностью системы сохранять структурную целостность и функциональную сбалансированность при воздействии внешних и внутренних факторов, обеспечивая при этом выполнение своих основных функций: перераспределение рисков, формирование страховых резервов и участие в инвестиционных процессах. Применение системного подхода позволяет выявить механизмы обратных связей, оценить адаптационные возможности страхового рынка и определить роль государства в поддержании его равновесия.

Особое значение имеет институциональный подход, который акцентирует внимание на системе формальных и неформальных правил, регулирующих деятельность участников страхового рынка, а также на институтах, обеспечивающих выполнение этих правил. С позиции данного подхода устойчивость страхового рынка зависит от качества правовой базы, степени развития профессиональных объединений, механизмов саморегулирования и доверия между участниками. Институциональный подход позволяет рассматривать страховой рынок как продукт взаимодействия экономических и правовых институтов, где государственное регулирование и негосударственные механизмы управления формируют единую систему обеспечения устойчивости и финансовой безопасности.

Функциональный подход предполагает анализ эффективности выполнения страховым рынком его ключевых функций: защитной, сберегательной, инвестиционной и стабилизационной. Считается, что устойчивость рынка напрямую связана с тем, насколько полно и сбалансированно реализуются эти функции, а также с уровнем финансовой дисциплины, прозрачности и платежеспособности страховых организаций. При этом особое внимание уделяется результативности взаимодействия участников рынка и способности страхового сектора выполнять роль амортизатора экономических и социальных рисков в экономике региона.

В современных условиях выделяется мезоуровневый подход, который отражает региональное измерение устойчивости страхового рынка, учитывает территориальные особенности его формирования, а также рассматривает страховой рынок не как одно-

родную структуру, а как совокупность взаимосвязанных региональных сегментов, развитие которых определяется состоянием региональной экономики, уровнем инвестиционной активности, демографическими и инфраструктурными факторами. Применение мезоуровневого подхода особенно актуально для Республики Крым, где формирование страхового рынка происходит в условиях институциональных трансформаций, ограниченного доступа к внешним финансовым ресурсам и необходимости интеграции в общероссийское экономическое пространство, а также позволяет выявить уникальные факторы, определяющие устойчивость регионального страхового рынка.

Комплексное использование системного, институционального, функционального и мезоуровневого подходов создает методологическую основу для формирования целостного представления об устойчивости страхового рынка как о динамичной, адаптивной и регулируемой системе. Именно на их сочетании может быть построен научно обоснованный механизм обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым, учитывающий как государственные, так и негосударственные инструменты регулирования.

Отметим, что механизм устойчивости страхового рынка выполняет не только стабилизирующую, но и развивающую функцию, направленную на формирование внутренней способности страховых институтов противостоять колебаниям внешней среды и эффективно использовать возможности роста. Он сочетает в себе элементы государственного регулирования, рыночного саморегулирования и общественного контроля, обеспечивая тем самым баланс между административными и экономическими методами воздействия.

Системообразующими элементами механизма обеспечения устойчивости страхового рынка выступают:

- нормативно-правовой компонент, определяющий правила функционирования и границы ответственности участников;
- организационно-институциональный компонент, включающий совокупность субъектов государственного и негосударственного регулирования (Банк России, профессиональные ассоциации, саморегулируемые организации, страховые объединения);
- экономический компонент, отражающий финансовые, инвестиционные и инновационные инструменты поддержания устойчивости;
- информационно-аналитический компонент, обеспечивающий мониторинг, прогнозирование и оценку рисков функционирования страхового рынка.

Взаимосвязь и согласованность указанных элементов формируют структурно-функциональную модель механизма, в которой реализуются следующие ключевые принципы его функционирования.

1. Системность – обеспечение комплексного охвата всех уровней страхового рынка (макро-, мезо-, микроуровень).
2. Интегративность – сочетание государственных и негосударственных инструментов регулирования в рамках единого институционального поля.
3. Адаптивность – способность к динамической корректировке форм и методов регулирования в зависимости от изменений рыночной конъюнктуры и внешних условий.
4. Прозрачность и подотчетность – обеспечение открытости деятельности субъектов регулирования и контроля.
5. Социальная ориентированность – приоритет защиты прав и интересов страхователей и повышение доверия к институтам страхования.

Для Республики Крым, где страховой рынок находится на стадии институционального становления, формирование эффективного механизма устойчивости имеет стратегическое значение. Это обусловлено необходимостью обеспечения долгосрочной финансовой стабильности, расширения страхового покрытия, повышения инвестиционной активности страховых организаций и интеграции в национальное экономическое

пространство. Эффективный механизм устойчивости должен сочетать административные и рыночные инструменты регулирования, с учетом комплементарности внешних регулятивных воздействий и эндогенного потенциала саморазвития рынка, обеспечивая гармонизацию интересов всех участников и стимулируя развитие конкурентной и инновационной среды.

В современных условиях обеспечение устойчивости страхового рынка невозможно рассматривать исключительно как прерогативу государства. Эффективность данного процесса во многом определяется сбалансированным взаимодействием государственных и негосударственных инструментов регулирования, позволяющих объединить административные, рыночные и общественные механизмы воздействия на участников страховой деятельности.

Государственные инструменты регулирования традиционно включают нормативно-правовое обеспечение, контрольные и надзорные функции, систему лицензирования, требования к платежеспособности страховщиков, регулирование страховых тарифов, финансовую отчетность и стандарты раскрытия информации. В современной российской практике ключевая роль принадлежит Банку России как мегарегулятору финансового рынка, который формирует регуляторную политику, осуществляет мониторинг рисков и обеспечивает макроустойчивость сектора. Однако практика показывает, что административные методы регулирования имеют ограниченную способность к оперативному реагированию на новые вызовы и инновационные процессы в страховой сфере.

В этой связи возрастает значение негосударственных инструментов регулирования, функционирующих в рамках саморегулирования, профессиональных объединений и общественного контроля. К ним относятся:

- саморегулируемые организации (СРО) страховщиков, брокеров, сюрвейеров и лосс-аджастеров;
- профессиональные стандарты и этические кодексы, поддерживающие высокое качество услуг и добросовестную конкуренцию;
- цифровая инфраструктура и аналитические платформы, обеспечивающие прозрачность страховых операций;
- институт страхового омбудсмана как форма защиты прав страхователей;
- независимые экспертные и консалтинговые структуры, участвующие в процессе оценки рисков и страховых резервов.

Взаимодействие данных инструментов образует гибридную регуляторную модель, где государство формирует правовую и институциональную основу функционирования, а негосударственный сектор обеспечивает гибкость, профессиональную саморегуляцию и инновационное развитие. В этом проявляется принцип комплементарности: государственное регулирование задает рамочные условия и обеспечивает контроль, тогда как негосударственные механизмы усиливают адаптивность системы, снижая издержки и стимулируя качество страховых услуг.

Согласованность действий обоих уровней регулирования позволяет создать интегрированный механизм обеспечения устойчивости, в рамках которого реализуются следующие функции:

- 1) предупредительная – выявление и минимизация системных рисков, предотвращение банкротств страховых организаций;
- 2) стабилизационная – поддержание финансового равновесия и доверия между участниками рынка;
- 3) развивающая – стимулирование инноваций, цифровизации и конкурентной среды;
- 4) социально-защитная – обеспечение доступности страховых услуг и повышение уровня страховой культуры населения.

Особое значение данная интеграция приобретает для региональных страховых рынков, в частности Республики Крым. Проведенный анализ динамики страховых премий Республики Крым за 2022–2024 гг. (табл. 1) позволяет выявить ключевые тенденции развития страхового рынка региона.

Таблица 1. Динамика страховых премий Республики Крым по видам страхования за 2022–2024 гг.

Наименование вида страхования	2022 г., тыс. руб.	2023 г., тыс. руб.	2024 г., тыс. руб.	Структура 2024, %	Темп роста 2024/2022, %
Всего страховых премий	4006 399,6	5100980,6	5511293,5	100,0	137,6
Добровольное страхование жизни	997,5	41564,4	169916,3	3,08	в 170 раз
Добровольное личное страхование	780696,4	992167,3	807877,8	14,65	103,5
в том числе:					
- страхование от несчастных случаев	628981,0	859486,8	703145,2	12,75	111,8
- медицинское страхование	151715,4	132680,5	104732,5	1,90	69,0
Добровольное имущественное страхование	1316768,3	1704804,5	1880163,7	34,11	142,8
в том числе:					
- добровольное страхование имущества	1213022,9	1580173,6	964093,4	17,49	79,5
- добровольное с.-х. страхование	96,7	2424,0	960,5	0,02	в 10 раз
- добровольное страхование гражданской ответственности	60530,3	84608,9	68850,4	1,25	113,7
ОСАГО	1868657,3	2337488,6	2610286,2	47,36	139,7
Прочие виды обязательного страхования	39280,2	24955,9	43049,5	0,80	109,6

Источник: составлено авторами на основе данных [6].

Совокупный объем страховых премий продемонстрировал уверенный рост на 37,6% за трехлетний период, достигнув 5,5 млрд руб. в 2024 г. Однако сохраняется зависимость от обязательного страхования, доля которого составляет 48,2% (ОСАГО – 47,4%, прочие обязательные виды – 0,8%), что свидетельствует о недостаточной зрелости рынка и высокой зависимости от регуляторных мер.

Наиболее динамичным сегментом стало добровольное страхование жизни, показавшее беспрецедентный рост – в 170 раз. В то же время данный сегмент занимает лишь 3,1% в структуре рынка, что указывает на значительный потенциал дальнейшего развития. В противоположность этому, медицинское страхование сократилось на 31,0%, что требует дополнительного исследования причин данной негативной динамики.

Добровольное имущественное страхование, занимающее 34,1% рынка, показало рост на 42,8%. Однако внутри сегмента наблюдаются разнонаправленные тенденции: страхование имущества сократилось на 20,5%, в то время как сельскохозяйственное страхование и страхование ответственности выросли соответственно в 8,9 раза и на 13,7%. Это отражает процесс структурной перестройки внутри данного сегмента. Высокая волатильность темпов роста по отдельным видам страхования свидетельствует о недостаточной сбалансированности страхового портфеля и зависимости от конъюнктурных факторов.

В целях комплексной оценки устойчивости страхового рынка Республики Крым нами предложена система аналитических индикаторов, включающая коэффициенты диверсификации страхового портфеля, соотношение добровольных и обязательных видов страхования, а также показатели структурной сбалансированности. Данная система позволяет перейти от описательной фиксации количественных изменений к выявлению системных факторов устойчивости и потенциальных рисков.

Проведенная сравнительная оценка ключевых показателей устойчивости страхового рынка Республики Крым (табл. 2) позволила выявить ряд существенных закономерностей, отражающих специфику его институционального и структурного развития.

Таблица 2. Сравнительные показатели устойчивости страхового рынка Республики Крым

Показатель	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Динамика	Интерпретация
Коэффициенты диверсификации					
Доля крупнейшего сегмента (ОСАГО), %	46,6	45,8	47,4	↗	Рост концентрации
Доля трех крупнейших сегментов, %	98,9	98,7	96,2	↘	Снижение концентрации
Индекс Херфиндаля-Хиршмана*	3 568	3 412	3 631	↗	Рост концентрации
Соотношение видов страхования					
Добровольное страхование, %	52,4	54,2	51,9	↘	Снижение доли добровольных видов
Обязательное страхование, %	47,6	45,8	48,1	↗	Рост зависимости от обязательных видов
Структурные показатели					
Доля имущественного страхования, %	32,9	33,4	34,1	↗	Положительная динамика
Доля страхования жизни, %	0,02	0,81	3,08	↗	Прорывной рост

Примечание: * Индекс Херфиндаля-Хиршмана (HHI) рассчитан по долям основных сегментов страхового рынка Республики Крым. Значение индекса выше 2500 указывает на высокий уровень концентрации и ограниченную диверсификацию рынка.

Источник: составлено авторами на основе данных [3, 6].

Несмотря на положительные сдвиги в направлении диверсификации страхового портфеля, рынок остается высококонцентрированным: рост индекса Херфиндаля-Хиршмана свидетельствует об усилении концентрации страхового рынка Крыма, что повышает его уязвимость к отраслевым шокам и требует разработки целевых механизмов диверсификации и указывает на доминирование отдельных сегментов, прежде всего обязательного страхования. В то же время снижение совокупной доли трех крупнейших сегментов и умеренная динамика роста добровольных видов страхования свидетельствуют о постепенном формировании предпосылок для сбалансированного развития. Наблюдается медленное, но устойчивое расширение продуктовой линейки и появление новых нишевых направлений, способных повысить адаптивность страхового рынка к внешним шокам.

Для комплексной диагностики проблемных зон и потенциала развития страхового рынка Республики Крым нами разработана система качественных индикаторов (табл. 3), основанная на международных методиках OECD и адаптированная к специфике регионального страхового рынка.

Проведенная качественная оценка устойчивости страхового рынка Республики Крым подтвердила наличие системных рисков, среди которых в первую очередь следует отметить высокую концентрацию страхового портфеля, значительную зависимость от обязательных видов страхования, а также ограниченную диверсификацию. Несмотря на постепенное повышение уровня страховой культуры и появление признаков инновационной активности, институциональная среда рынка остается неустойчивой к внешним шокам, а конкурентная структура – олигополизированной.

Таблица 3. Качественные характеристики устойчивости страхового рынка Республики Крым

Качественный показатель	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Динамика	Интерпретация
Уровень диверсификации портфеля	Низкий	Низкий	Средний	↗	Постепенное улучшение
Зависимость от госрегулирования	Высокая	Средняя	Высокая	→	Неустойчивая динамика
Степень конкурентности	Ограниченная	Ограниченная	Ограниченная	→	Сохранение олигопольной структуры
Уровень инновационной активности	Низкий	Средний	Средний	↗	Появление новых продуктов
Страховая культура населения	Низкая	Низкая	Средняя	↗	Положительная динамика
Устойчивость к внешним шокам	Ограниченная	Ограниченная	Ограниченная	→	Высокая волатильность сегментов

Источник: составлено авторами по данным [6, 9].

Таким образом, зафиксированные структурные дисбалансы и институциональные ограничения обуславливают необходимость перехода от фрагментарных мер к комплексному механизму взаимодействия государственных и негосударственных инструментов регулирования. Такой механизм должен быть ориентирован на снижение регуляторной зависимости, стимулирование диверсификации страхового предложения и конкурентной среды, что создаст основу для долгосрочной устойчивости и адаптивного роста страхового рынка Республики Крым.

В контексте практической реализации данных направлений в таблице 4 представлены компоненты механизма обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым, объединяющего целевые государственные и негосударственные инструменты регулирования.

Таблица 4. Компоненты механизма обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым

Компонент механизма	Государственные инструменты	Негосударственные инструменты	Форма взаимодействия	Ожидаемый результат
Стимулирование диверсификации	Субсидирование части премии по добровольным видам страхования	Разработка пакетных продуктов «ОСАГО + добровольное страхование»	Система софинансирования стартовых премий	Снижение доли ОСАГО до 40% в течение трех лет
Повышение доли добровольного страхования	Налоговые вычеты для физических лиц	Программы лояльности и образовательные кампании	Совместные программы финансовой грамотности	Рост доли добровольного страхования до 60% к 2027 г.
Развитие новых страховых продуктов	Упрощенное лицензирование инновационных продуктов	Венчурные инвестиции в InsurTech-компании	Региональный акселератор страховых технологий	Запуск 5+ новых страховых продуктов к 2026 г.
Стимулирование страхования жизни	Программы софинансирования накопительного страхования	Разработка ИИ-платформ для персонализированного предложения	Интеграция страховых продуктов с госуслугами	Рост доли страхования жизни до 10% к 2028 г.
Повышение конкурентности рынка	Антимонопольные меры и поддержка новых страховщиков	Межрегиональные партнерства и альянсы	Консорциум страховщиков для крупных проектов	Увеличение количества игроков на 30% в течение пяти лет

Источник: разработано авторами.

Каждый компонент предложенного механизма нацелен на преодоление выявленных дисбалансов и подкреплен конкретными формами взаимодействия и измеримыми индикаторами результативности:

1) стимулирование диверсификации страхового портфеля позволит сократить зависимость от обязательного страхования (в первую очередь ОСАГО) с 47,4 до 40,0% в среднесрочной перспективе за счет внедрения программ софинансирования и комбинированных страховых продуктов;

2) сочетание налоговых стимулов и образовательных инициатив, направленных на формирование страховой культуры населения, позволит увеличить долю добровольного страхования с 51,9 до 60,0% к 2027 г.;

3) развитие инновационных страховых продуктов посредством создания регионального InsurTech-акселератора позволит запустить не менее пяти новых страховых решений, адаптированных к особенностям крымского рынка;

4) интеграция страховых программ с системой государственных услуг и применение технологий персонализированного предложения позволят увеличить долю страхования жизни до 10% к 2028 г.;

5) повышение конкурентности страховой среды через поддержку новых страховщиков и развитие межрегиональных партнерств создаст предпосылки для роста числа участников рынка на 30% в течение пяти лет.

Заключение

Проведенное исследование позволило разработать комплексный механизм регулирования устойчивости страхового рынка Республики Крым, основанный на принципах эффективного взаимодействия институтов государства и частного сектора. Эмпирический анализ подтвердил наличие структурных диспропорций: высокой концентрации страхового портфеля, преобладания обязательных видов страхования (47,4%) и сохраняющейся зависимости от административных инструментов регулирования.

Реализация предложенного механизма обеспечения устойчивости страхового рынка Республики Крым создаст институциональные предпосылки перехода к качественно новой модели его развития, характеризующейся структурной сбалансированностью, адаптивностью к внешним шокам и способностью к самоподдерживающемуся росту в долгосрочной перспективе, а также укрепления финансовой безопасности региона за счет расширения страхового покрытия рисков, повышения инвестиционного потенциала страхового сектора и роста доверия населения к финансовым институтам.

Список источников

1. Блажевич О.Г. Оценка финансовой устойчивости страховой организации // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2020. № 2(51). С. 68–78. DOI: 10.37279/2312-5330-2020-2-68-78.
 2. Пашнева В.А. Тенденции и перспективы развития рынка страховых услуг в Республике Крым // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Юридические науки. 2015. Т. 1(67), № 2. С. 135–140.
 3. Показатели деятельности страховых организаций по субъектам РФ [Электронный ресурс] // Банк России. Официальный сайт. URL: <https://cbr.ru/statistics/insurance/> (дата обращения: 15.08.2025).
 4. Савенко О.Л., Болотин Ю.О. Устойчивое развитие страхового рынка в современных условиях: концептуальные основы и инструменты обеспечения // Вестник Евразийской науки, 2019. Т. 11, № 4. URL статьи: <https://esj.today/PDF/55ECVN419.pdf>.
 5. Савенко О.Л., Христова С.М. Модернизация государственного управления в целях обеспечения стратегической устойчивости страхового рынка // Стратегии развития общества и экономики в новой реальности: сборник трудов IV международной научно-практической конференции «SOCIAL SCIENCE (Общественные науки)» (Ростов-на-Дону, 20–21 октября 2022 г.). Ростов-на-Дону: ЮРИУ РАНХиГС, 2022. С. 124–131.
 6. Статистические бюллетени Банка России. Обзорные, информационные, аналитические материалы [Электронный ресурс] // Центральный банк Российской Федерации Официальный сайт. URL: https://cbr.ru/finmarket/supervision/sv_insurance/stat_ssd/2022_4/ (дата обращения: 15.09.2025).
 7. Сушкова И.А. Финансовая безопасность сферы страхования: понятие, угрозы, методы обеспечения // Экономическая безопасность и качество. 2019. № 1(34). С. 34–37.
-

8. Шайдуллина В. Страховой рынок Республики Крым и Севастополя: проблемы адаптации к российскому праву // *Экономическое развитие России*. 2015. Т. 22. № 9. С. 84-87.
9. Convention on the organization for economic co-operation and development // Official Website of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). URL: <https://www.oecd.org/en/about/legal/text-of-the-convention-on-the-organisation-for-economic-co-operation-and-development.html>.
10. Cummins J.D., Venard B. Insurance Market Dynamics: Between Global Developments and Local Contingencies // *Risk Management and Insurance Review*. 2012. Vol. 11(2). Pp. 295–326. DOI: 10.1111/j.1540-6296.2008.00142.x.
11. Cummins J.D., Weiss M.A. Systemic Risk and the U.S. Insurance Sector (July 27, 2011). Electronic copy available at: <https://ssrn.com/abstract=1725512>.
12. Sharma A., Jadi D.M., Ward D. Evaluating financial performance of insurance companies using rating transition matrices // *Journal of Economic Asymmetries*. 2018. Vol. 18. Article No. e00102.

References

1. Blazeovich O.G. Evaluation of the financial stability of the insurance organization. *Scientific Bulletin: finance, banking, investment*. 2020;2(51):68-78. DOI: 10.37279/2312-5330-2020-2-68-78. (In Russ.).
2. Pashneva V.A. Tendencies and prospects of development of insurance market in the Republic of Crimea. *Scientific Messages of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Juridical Sciences*. 2015;1(2): 135-140. (In Russ.).
3. Performance indicators of insurance organizations by the constituent entities of the Russian Federation. Official Website of the Bank of Russia. URL: <https://cbr.ru/statistics/insurance/>. (In Russ.).
4. Savenko O.L., Bolotin Yu.O. Sustainable development of the insurance market in modern conditions: conceptual framework and tools to ensure. *The Eurasian Scientific Journal* [online]. 2019;11(4). URL: <https://esj.today/PDF/55ECVN419.pdf>. (In Russ.).
5. Savenko O.L., Khristova S.M. Modernization of public administration in order to ensure strategic stability of the insurance market. In: *Strategies for the Development of Society and the Economy in the New Reality: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference (Rostov-on-Don, October 20-21, 2022)*. Rostov-on-Don: South Russian Institute of Management – Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) Publishers; 2022:124-131. (In Russ.).
6. Sushkova I.A. Financial security in the insurance industry: concept, threats, methods. *Economic security and quality*. 2019;1(34):34-37. (In Russ.).
7. Bank of Russia Statistical Bulletins. Review, informational, and analytical data. Official Website of the Bank of Russia. URL: https://cbr.ru/finmarket/supervision/sv_insurance/stat_ssd/2022_4/. (In Russ.).
8. Shaydullina V. Insurance market in the Republic of Crimea and Sevastopol: the issues of adaptation to Russian law. *Russian Economic Development*. 2015;22(9):84-87. (In Russ.).
9. Convention on the organization for economic co-operation and development. Official Website of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). URL: <https://www.oecd.org/en/about/legal/text-of-the-convention-on-the-organisation-for-economic-co-operation-and-development.html>.
10. Cummins J.D., Venard B. Insurance Market Dynamics: Between Global Developments and Local Contingencies. *Risk Management and Insurance Review*. 2012;11(2):295-326. DOI: 10.1111/j.1540-6296.2008.00142.x.
11. Cummins J.D., Weiss M.A. Systemic Risk and the U.S. Insurance Sector (July 27, 2011). Electronic copy available at: <https://ssrn.com/abstract=1725512>.
12. Sharma A., Jadi D.M., Ward D. Evaluating financial performance of insurance companies using rating transition matrices. *Journal of Economic Asymmetries*. 2018;18:e00102.

Информация об авторах

Е.А. Смирнова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов и кредита, Институт экономики и управления ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», varwavska@mail.ru.

Э.А. Калафатов – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов и кредита, Институт экономики и управления ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», kalafatov_edem@mail.ru.

Information about the authors

E.A. Smirnova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Institute of Economics and Management, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, varwavska@mail.ru.

E.A. Kalafatov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Institute of Economics and Management, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, kalafatov_edem@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 26.08.2025; одобрена после рецензирования 28.09.2025; принята к публикации 10.10.2025.

The article was submitted 26.08.2025; approved after reviewing 28.09.2025; accepted for publication 10.10.2025.

© Смирнова Е.А., Калафатов Э.А., 2025

**Учебники, учебные пособия, монографии, опубликованные
сотрудниками Воронежского государственного аграрного
университета в 2025 году**

Учебники и учебные пособия

Автоматика: учебное пособие / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, М.Ю. Еремин и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025.

Антипова Л.В. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных: учебник и практикум для СПО / Л.В. Антипова, В.С. Слободяник, С.М. Сулейманов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт, 2025. 388 с.

Ветеринарная рентгенология: учебное пособие для вузов / И.А. Никулин, С.П. Ковалев, В.И. Максимов, Ю.А. Шумилин. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 208 с.

Гулевский В.А. Теоретическая механика. Динамика: учебное пособие / В.А. Гулевский. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 59 с.

Гулевский В.А. Теоретическая механика. Кинематика: учебное пособие / В.А. Гулевский. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 55 с.

Гулевский В.А. Теоретическая механика. Статика: учебное пособие / В.А. Гулевский. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 63 с.

Еремин М.Ю. Электротехника, электроника и электропривод: учебное пособие для специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация Автомобильная техника в транспортных технологиях / М.Ю. Еремин, Д.Н. Афоничев, Н.А. Мазуха. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025.

Еремин М.Ю. Электротехника и электроника: учебное пособие для обучающихся по направлению 35.03.06 Агроинженерия, профиль Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования / М.Ю. Еремин, Д.Н. Афоничев, И.И. Аксёнов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025.

Завражнов А.И. Эксплуатация и восстановление транспортирующих устройств сыпучих материалов: учебник / А.И. Завражнов, С.Ю. Жачкин, Г.И. Трифонов. Москва: Инфра-Инженерия, 2025. 344 с.

Кадыров С.В. Системы и технологии точного земледелия: учебник / С.В. Кадыров. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 357 с.

Калашникова С.В. История производства жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов: учебное пособие для СПО / С.В. Калашникова, В.И. Манжесов, И.В. Максимов. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 200 с.

Клокова Л.И. Обществознание: учебно-методическое пособие для слушателей, обучающихся на подготовительном отделении для иностранных граждан / Л.И. Клокова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 117 с.

Козлова Е.В. Инженерная графика: учебно-методическое пособие / Е.В. Козлова, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 66 с.

Козлова Е.В. Основы применения системы автоматизированного проектирования Компас-3D: учебно-методическое пособие / Е.В. Козлова, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 94 с.

Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для СПО / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин и др. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 288 с.

Контагиозные болезни животных бактериальной, вирусной и грибковой этиологии: учебное пособие / Н.П. Зуев, С.Н. Семенов, Р.А. Мерзленко и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 315 с.

Королев А.И. Основы научных исследований: учебно-методическое пособие для подготовки к лабораторным занятиям по направлениям подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства; 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов / А.И. Королев, С.С. Мешкова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 114 с.

Королев А.И. Патентование и защита интеллектуальной собственности: учебно-методическое пособие для подготовки к лабораторным занятиям обучающихся по направлениям подготовки 35.04.06 Агроинженерия / А.И. Королев, С.С. Мешкова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 78 с.

Курдюков А.А. Строение черепа домашних животных: учебно-методическое пособие / А.А. Курдюков, В.А. Обрывков. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 44 с.

Курс лекций по химии. Общая и неорганическая химия: учебное пособие по дисциплинам: «Химия», «Неорганическая химия». Для обучающихся очной и заочной форм обучения факультета агрономии, агрохимии и экологии по направлениям: 35.03.03 – агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – агрономия, 35.03.05 – садоводство. Для обучающихся очной и заочной форм обучения факультета технологии и товароведения по направлениям: 19.03.01 – биотехнология, 19.03.02 – продукты питания из растительного сырья / сост. О.В. Перегончая. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 218 с.

Левшина Н.П. История России: учебно-методическое пособие для аудиторной и самостоятельной работы слушателей подготовительного отделения для иностранных граждан / Н.П. Левшина, Л.И. Клокова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 105 с.

Логвинова Т.И. Организация аудиторской деятельности: учебное пособие для обучающихся по направлению 38.04.01 Экономика, профиль Бухгалтерский учет и контроль / Т.И. Логвинова; под ред. В.Г. Широбокова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 167 с.

Логвинова Т.И. Организация аудиторской деятельности: практикум для проведения практических занятий и самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 38.04.01 Экономика, профиль Бухгалтерский учет, аудит и контроллинг / Т.И. Логвинова; под общ. ред. В.Г. Широбокова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ 2025.

Логвинова Т.И. Теория и практика применения МСА: практикум для проведения практических занятий и самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 38.04.01 Экономика, профиль Бухгалтерский учет, аудит и контроллинг / Т.И. Логвинова; под общ. ред. В.Г. Широбокова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025.

Мелиорация и рекультивация земель: учебное пособие для подготовки магистрантов факультета агрономии, агрохимии и экологии по направлению 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение / сост.: К.Е. Стекольников, Е.С. Гасанова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 193 с.

Менеджмент и маркетинг: учебное пособие / Е.В. Закшевская, С.Н. Коновалова, К.С. Четверова, С.С. Чумаков. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 264 с.

Механизация растениеводства: учебник / В.Н. Солнцев, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский и др.; под ред. В.Н. Солнцева. Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2025. 383 с.

Налоги и налогообложение : учебное пособие для обучающихся по направлению 38.03.01 Экономика / Л.В. Брянцева, И.В. Оробинская, О.В. Улезько и др.; под общей редакцией Л.В. Брянцевой. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 289 с.

Овощеводство защищенного грунта: практикум: учебное пособие / авт.-сост. С.Я. Мухортов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ 2025. 183 с.

Переработка сельскохозяйственной продукции в условиях малотоннажных перерабатывающих производств: учебное пособие / С.В. Бутова, В.В. Воронцов, М.Н. Шахова и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 216 с.

Пигарева Г.П. Асептика, антисептика и подготовка животных к операции: учебно-методическое пособие для изучения дисциплины «Основы ветеринарии» обучающимися по направлению 36.03.02 Зоотехния / Г.П. Пигарева. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 40 с.

Пиляев С.Н. SimInTech: автоматизированный электропривод на основе машин переменного тока / С.Н. Пиляев. Москва: ДМК Пресс, 2025. 199 с.

Планирование эксперимента: учебное пособие / А.В. Химченко, Н.И. Мищенко, В.В. Быков, Е.С. Сытник. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. 127 с.

Попова Н.В. Общие положения уголовно-процессуального законодательства: практикум / Н.В. Попова, Н.В. Филиппова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 56 с.

Психология современного саморазвития: курс лекций для обучающихся очной и заочной форм обучения (уровень магистратура) / сост. О.Н. Князева. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025.

Русский язык как иностранный: сборник тренировочных упражнений для конголезских обучающихся (уровни А1, А2) / сост.: Т.Н. Данькова, Г.А. Заварзина. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2025. 60 с.

Сборник задач по дисциплине «Политология» для студентов всех форм обучения направления подготовки «Государственное и муниципальное управление» (уровень бакалавриата) / сост. Н.А. Галка; под общей редакцией С.А. Иконникова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 32 с.

Стеблецов Е.А. Спортивно-оздоровительный туризм и спортивное ориентирование: учебник для вузов / Е.А. Стеблецов, Ю.С. Воронов, В.В. Севастьянов; под общей редакцией Е.А. Стеблецова. Москва: Юрайт, 2025. 195 с.

Стеблецов Е.А. Спортивно-оздоровительный туризм и спортивное ориентирование: учебник для СПО / Е.А. Стеблецов, Ю.С. Воронов, В.В. Севастьянов. Москва: Юрайт, 2025. 195 с.

Сурков И.М. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций: учебник / И.М. Сурков. 3-е изд., перераб. и доп. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 228 с.

Технологии восстановления деталей сельскохозяйственных машин: учебное пособие / В.В. Емцев, В.К. Астанин, И.В. Титова и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 158 с.

Технология послеуборочной обработки, хранения и предреализационной подготовки продукции растениеводства: учебное пособие для СПО / В.И. Манжесов, И.А. Попов, И.В. Максимов и др. 8-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 624 с.

Управление персоналом: практикум / сост.: Н.М. Шевцова, А.О. Котарева, А.Н. Когтева. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 71 с.

Управление проектами: учебное пособие / С.В. Куксин, А.О. Котарева, А.В. Котарев и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 208 с.

Физика: учебное пособие для обучающихся по очной и заочной формам обучения, по направлениям: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство / сост.: В.А. Белоглазов, А.Н. Ларионов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 229 с.

Физика. Физический практикум: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, В.А. Белоглазов и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. Ч. 2: Электрические и магнитные явления. Оптика. 61 с.

Физика. Физический практикум: учебное пособие для обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, В.П. Закусилов и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 2025. Ч. 2: Молекулярная физика. Электричество. Магнетизм. Оптика. 109 с.

Физическая культура и спорт: основы физического воспитания студентов специальной медицинской группы: учебное пособие для обучающихся всех направлений и специальностей очной и заочной форм обучения / сост.: В.В. Севастьянов, Е.В. Алтухова, Ю.Н. Зубарева. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 128 с.

Химченко А.В. Компьютерное моделирование технических систем: учебное пособие / А.В. Химченко, Н.И. Мищенко, Е.С. Сытник. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. 205 с.

Ческидова Л.В. Ветеринарная рецептура с основами технологии лекарственных форм: учебное пособие к лабораторно-практическим занятиям по ветеринарной фармакологии для специальности 36.05.01 Ветеринария / Л.В. Ческидова, Н.В. Мельникова, В.А. Степанов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 160 с.

Четвертаков И.М. Экономика АПК: учебное пособие / И.М. Четвертаков. 2-е изд., испр. и доп. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 90 с.

Шапошникова Ю.В. Секционный курс и судебная ветеринарная медицина: учебное пособие / Ю.В. Шапошникова, О.А. Сапожкова, Е.В. Михайлов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 120 с.

Шилин И.В. Обоснование проектных решений при проектировании автомобильных дорог: практикум / И.В. Шилин, А.В. Химченко. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. 164 с.

Шилин И.В. Проектирование конструктивных элементов автомобильных дорог: практикум для СПО / И.В. Шилин, А.В. Химченко. Саратов, Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. 164 с.

Шилин И.В. Теория транспортных процессов и систем. Расчет транспортных систем городов и регионов: практикум / И.В. Шилин, А.В. Химченко. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. 75 с.

Шилов Ю.А. Пчеловодство: учебное пособие / Ю.А. Шилов, Е.С. Артемов, Е.И. Рыжков. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 79 с.

Шишкина Л.А. Математические методы в биологии: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для магистров факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства по направлению 36.04.02 Зоотехния дневной и заочной форм обучения / Л.А. Шишкина, А.Е. Попов; под ред. Л.А. Шишкиной. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 49 с.

Шишкина Л.А. Математическое моделирование биологических процессов: методическое пособие по изучению дисциплины для магистров факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства по направлению 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза дневной и заочной форм обучения / Л.А. Шишкина, А.Е. Попов, Е.А. Листров; под ред. Л.А. Шишкиной. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 96 с.

Монографии

Вольский М.В. История тюремной службы в России: государственная деятельность по организации кадрового обеспечения Российского тюремного ведомства в XIX - начале XX в.: монография / М.В. Вольский. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 178 с.

Иконников С.А. На службе Богу и Отечеству: просветительская и общественно-патриотическая деятельность приходского духовенства Воронежской епархии в условиях кризиса религиозной жизни в России (конец XIX - начало XX века): монография / С.А. Иконников. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 200 с.

Импульсы развития сельских территорий: научные идеи и прикладные решения: монография / А.В. Белокопытов, К.С. Поливанова, Т.В. Чернышева и др. Москва: ООО «Научно-издательский центр Инфра-М», 2025. 311 с.

История кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского агроуниверситета (СХИ) с 1915 по 2025 год / В.И. Оробинский, И.В. Баскаков, А.В. Чернышов и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 219 с.

Концептуальные положения пространственного развития локальных рынков зерна в условиях трансформации зернового производства: коллективная монография / О.Г. Чарыкова, А.А. Тютюников, Е.В. Закшевская и др. Воронеж: Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева, 2025. 238 с.

Ларионов А.Н. Динамика ориентационных процессов в нематических жидких кристаллах: монография / А.Н. Ларионов. Тамбов: Юком, 2025. 98 с.

Меделяева З.П. Государственное регулирование как фактор развития органической продукции: монография / З.П. Меделяева, С.И. Коржов, В.Д. Адеев. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 114 с.

Механизм реализации экономических интересов населения в условиях трансформации пространства сельских территорий: монография / В.Г. Закшевский, И.Н. Меренкова, Г.И. Макин и др. Воронеж: Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева, 2025. 211 с.

Оробинская И.В. Налоговое планирование и эффективное распределение фискальных платежей на предприятии: монография / И.В. Оробинская, Л.В. Брянцева, А.С. Оробинский. Воронеж: Истоки, 2025. 98 с.

Попов И.А. Современные технологии производства овощных и фруктовых сокодержавных напитков: монография / И.А. Попов, В.И. Манжесов, И.В. Максимов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 162 с.

Семенов С.Н. Современные кормовые решения в органическом животноводстве / С.Н. Семенов, Н.А. Быстрыков. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 86 с.

Совершенствование процесса посева семян лука репчатого: монография / В.Г. Козлов, В.С. Михайлов, Н.П. Крючин и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 161 с.

Совершенствование технологии восстановления контактных поверхностей узлов трения: монография / В.Г. Козлов, П.А. Бойков, А.В. Скрыпников и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 131 с.

Технологии ремонта изношенных деталей сельскохозяйственных машин хромированием и железнением: монография / В.К. Астанин, В.В. Емцев, Ю.А. Стекольников и др. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 253 с.

Филоненко Н.В. 237-я стрелковая Пирятинская Краснознаменная орденов Суворова и Богдана Хмельницкого дивизия в боях за Карпаты: монография / Н.В. Филоненко. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 187 с.

Цифровые трансформации и инновационные технологии в формировании человеческого капитала организаций: монография / И.Л. Авдеева, Т.А. Головина, К.С. Терновых и др. Орел: РАНХиГС, 2025. 308 с.

Шендриков Е.А. Великая Отечественная война 1941–1945 гг.: взгляд победителей, побежденных и зарубежных исследователей / Е.А. Шендриков, В.С. Воищев. 4-е изд., доп. и испр. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025. 444 с.

Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» функционируют четыре диссертационных совета: **35.2.008.01, 35.2.008.02, 35.2.008.03 и 35.2.008.04.**

Диссертационный совет 35.2.008.01 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1218/нк от 12 октября 2022 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (4.3.1., сельскохозяйственные науки).

Заместитель председателя – Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, доцент (4.3.1., технические науки).

Ученый секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор (4.3.1., технические науки).

Диссертационный совет 35.2.008.02 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1384/нк от 28 октября 2022 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки).

Председатель – Агибалов Александр Владимирович, доктор экономических наук, профессор (5.2.3., экономические науки).

Заместитель председателя – Терновых Константин Семенович, доктор экономических наук, профессор (5.2.3., экономические науки).

Заместитель председателя – Запорожцева Людмила Анатольевна, доктор экономических наук, доцент (5.2.3., экономические науки).

Ученый секретарь – Медеяева Зинаида Петровна, доктор экономических наук, профессор (5.2.3., экономические науки).

Диссертационный совет 35.2.008.03 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1541/нк от 21 ноября 2022 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

1.5.20. Биологические ресурсы (сельскохозяйственные науки);

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (4.1.3., сельскохозяйственные науки).

Заместитель председателя – Олейникова Елена Михайловна, доктор биологических наук, доцент (1.5.20., сельскохозяйственные науки).

Ученый секретарь – Высоцкая Елена Анатольевна, доктор биологических наук, доцент (1.5.20., сельскохозяйственные науки).

Диссертационный совет 35.2.008.04 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 75/нк от 13 февраля 2024 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Кадыров Сабир Вагидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (4.1.1., сельскохозяйственные науки).

Заместитель председателя – Образцов Владимир Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (4.1.1., сельскохозяйственные науки).

Ученый секретарь – Ващенко Татьяна Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (4.1.2., сельскохозяйственные науки).

Информация для авторов

Редакция принимает ранее не опубликованные и не направленные для публикации в другие издания материалы, содержащие результаты законченных экспериментальных, теоретических и методических исследований в различных областях сельскохозяйственных, технических и экономических наук, а также сообщения о не завершенных, но уже давших определенные результаты, научных работах.

Предлагаемые к опубликованию материалы должны соответствовать научным специальностям и отраслям наук, по которым журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий.

Статьи принимаются объемом до 20 страниц и 6 рисунков, краткие сообщения – до 5 страниц и 3 рисунков. В журнале могут быть представлены тематические или целевые публикации по материалам круглых столов и конференций, а также обзорные статьи.

Рукописи статей должны быть тщательно выверены и отредактированы, текст должен быть изложен ясно и последовательно, оригинальность текста – не менее 75% по системе Антиплагиат.

Материалы статей должны содержать:

- индекс УДК;
- название статьи на русском языке (должно быть кратким и четким);
- имя, отчество, фамилию автора / авторов на русском языке (по каждому автору с новой строки);
- полное название организации, где работает (-ют) или учится (-атся) автор (-ы), на русском языке;
- аннотация на русском языке объемом от 200 до 250 слов (не более 2000 знаков с пробелами), которая представляет собой краткое, точное изложение статьи в соответствии с ее структурой (предмет, цель работы, метод и методология проведения работы, результаты и область их применения, выводы). Аннотация не разбивается на абзацы, содержит фактографию и обоснованные выводы;

Далее приводится следующая информация на английском языке:

- название статьи;
- имя, отчество, фамилия автора / авторов (по каждому автору с новой строки);
- полное название организации, где работает (-ют) или учится (-атся) автор (-ы);
- аннотация (непроверенные машинные переводы рефератов не принимаются);
- ключевые слова.

Текст предлагаемых к публикации материалов рекомендуется структурировать, приводя соответствующий раздел либо без названия подзаголовка, либо используя следующие подзаголовки: введение, методика эксперимента, результаты и их обсуждение, выводы (заключение).

Каждая публикация должна иметь библиографический список, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 (с изменениями), содержащий не менее 10 библиографических записей, сгруппированных в алфавитном порядке, самоцитирование – не более 20% списка. На каждый источник должна быть ссылка в тексте.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (-ах) и принадлежность к организации на русском и английском языках (Information about the authors): имя, отчество и фамилия, ученая степень, ученое звание, должность, полное название места работы или учебы (с указанием кафедры или подразделения организации или учреждения), а также полный почтовый адрес и контактная информация (телефон, e-mail). Информация о каждом авторе приводится с нового абзаца на русском и английском языках (пример оформления приведен на сайте журнала).

Материалы представляются в электронном виде, подготовленном в редакторе MS Word 2010. Текст статьи должен быть набран с абзацным отступом 1,25 см, кегль 12, через одинарный интервал, выравниванием по ширине и иметь следующий размер полей: левое, правое, верхнее, нижнее – 2,5 см (формат A4). Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Таблицы являются частью текста и не должны создаваться как графические объекты. Полутонные фотографии могут использоваться только при крайней необходимости. Таблицы, рисунки, а также уравнения нумеруются в порядке их упоминания в тексте.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Статьи рецензируются.

Редактор **А.В. Квасникова**
Компьютерная верстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 30.12.2025. Формат 60х84^{1/8}
Бумага офсетная. Объем 32,25 п.л. Гарнитура Times New Roman.
Тираж 60 экз. Заказ № 28072
Цена свободная; 12+

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Отпечатано: Центр полиграфических услуг (типография) ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1
Адрес редакции, издателя: 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1



ISSN 2071-2243

