

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: MROFMV

# ВЕСТНИК

Воронежского государственного  
аграрного университета

Теоретический  
и научно-практический  
журнал

*Том 18, 2(85) • 2025*



ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: MROFMV

# 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 2(85)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2

ВОРОНЕЖ  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – **Агибалов А.В.**, ректор, 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

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, № 429 по состоянию на 01.07.2025**

**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 агроботехнологий 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».

**Афоничев 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».

**Исмуратов 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, заместитель директора по научной работе Липецкого филиала ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», профессор кафедры менеджмента и общегуманитарных дисциплин.

**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](mailto:vestnik@srd.vsau.ru)

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2025

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: MROFMV

# 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 2(85)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2

VORONEZH  
Voronezh SAU  
2025

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

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

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, 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. 429 as of July 01, 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 Agrocenosis, 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, Vice-Rector for Research, Lipetsk Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation, Professor at the Department of Management and General Humanitarian Disciplines.

**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](mailto:vestnik@srd.vsau.ru)

© Voronezh SAU, 2025



## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

---

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

---

**Зинченко Е.В.**

Влияние чередования культур и способов основной обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья

**Zinchenko E.V.**

Influence of crop rotation and methods of basic soil treatment on crop productivity in irrigated crop rotations of the Lower Volga region .....

12

**Пищулин Д.Н., Образцов В.Н.**

Качественные показатели кормов на основе фестулолиума различных сортов, возделываемых в условиях лесостепи Центрального Черноземья

**Pishchulin D.N., Obraztsov V.N.**

Qualitative indicators of foodstuff based on *Festulolium* of different varieties

cultivated in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region .....

20

---

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

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

---

**Усова А.Г., Стекольников К.Е.**

Влияние длительного применения систем удобрения и дефеката на активность уреазы чернозема выщелоченного

**Usova A.G., Stekolnikov K.E.**

The effect of long-term fertilizer application system and defecate

on the urease activity in leached chernozem .....

28

**Шарапов И.И., Шарапова Ю.А.**

Взаимовлияние некоторых сорных растений и озимой пшеницы на ранних этапах роста

**Sharapov I.I., Sharapova Yu.A.**

Interaction of some weed plants and winter wheat in the early vegetative stages .....

37

---

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

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

---

**Ноздрачева Р.Г., Гончарова О.И.**

Влияние почвенных субстратов на укоренение рассады земляники садовой

**Nozdracheva R.G., Goncharova O.I.**

Effect of different soil substrates on the rooting of the garden strawberry seedlings .....

46

**Мережко О.Е.**

Влияние внешних факторов на зимостойкость и урожайность сортов яблони летнего срока созревания в условиях Южного Урала

**Merezhko O.E.**

Influence of external factors on winter hardiness and yield of apple varieties of summer ripening in the Southern Urals ..... 54

**Григорьева Л.В., Цуканова Е.М., Ткачев Е.Н., Наместникова Е.А.**

Сортовая реакция растений яблони на стрессоры осенне-зимнего периода

**Grigorieva L.V., Tsukanova E.M., Tkachev E.N., Namestnikova E.A.**

Varietal response of apple plants to stressors of the autumn-winter period ..... 62

4.1.5. МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

4.1.5. LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT  
AND AGRICULTURAL PHYSICS (AGRICULTURAL SCIENCES)

**Куликова Е.В., Горбунова Н.С., Воронин А.А., Громовик А.И.**

Поступление микроэлементов и тяжелых металлов в черноземы выщелоченные при использовании сапропеля в качестве мелиоранта

**Kulikova E.V., Gorbunova N.S., Voronin A.A., Gromovik A.I.**

Leached chernozem soil supply with microelements and heavy metals through sapropel application as an ameliorant ..... 75

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)

**Поливаев О.И., Болотов Д.Б., Химченко А.В., Ворохобин А.В.**

Эффективность использования активного демпфера в подвеске сиденья тракторно-транспортного агрегата

**Polivaev O.I., Bolotov D.B., Khimchenko A.V., Vorokhobin A.V.**

Assessment feasibility of an active damper in the seat suspension of a tractor-transport unit ..... 83

**Афоничев Д.Н., Васильев В.В.**

Обоснование целесообразности использования беспилотных летательных аппаратов для ухода за посевами сельскохозяйственных культур

**Afonichev D.N., Vasiliev V.V.**

Feasibility study of the expediency for unmanned aerial vehicles application in agricultural crops cultivation ..... 94

4.3.2. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

4.3.2. ELECTROTECHICS, ELECTRICAL EQUIPMENT AND ELECTRICAL POWER SUPPLY  
FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

**Мазуха Н.А., Афоничев Д.Н.**

Совершенствование схемы включения резервного питания электропривода на базе устройства AVR-02

**Mazukha N.A., Afonichev D.N.**

Improvement of the backup power supply scheme for an electric drive based on the AVR-02 device ..... 101

**Тонн Д.А., Муконин А.К., Трубецкой В.А., Прибылова Н.В., Кононенко А.В.**

Математическое моделирование различных способов включения однофазных асинхронных двигателей в сеть

**Tonn D.A., Mukonin A.K., Trubetskoy V.A., Pribylova N.V., Kononenko A.V.**

Mathematical modeling of various ways of single-phase ac induction motors switching in the network ..... 107

---

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)  
5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Меренкова И.Н.</b><br>Особенности сельской пространственной трансформации<br><b>Merenkova I.N.</b><br>Features of rural spatial transformation.....   | 120 |
| <b>Петрушина О.В., Жилияков Д.И., Панченкова Е.А.</b><br>Оценка структурной динамики размещения зернового производства в регионе<br><b>Petrushina O.V., Zhilyakov D.I., Panchenkova E.A.</b><br>Analysis of structural dynamics of grain production location in the region .....   | 129 |
| <b>Меделяева З.П., Шишлянников А.В., Арутюнян К.Г.</b><br>Анализ использования демпфера как фактора госрегулирования в масложировом подкомплексе<br><b>Medelyaeva Z.P., Shishlyannikov A.V., Arutyunyan K.G.</b><br>Analysis of the practice in damper application as a factor of state regulation in the fat and oil subcomplex ..... | 141 |
| <b>Чередниченко П.А., Маркова А.Л.</b><br>Совершенствование экономических взаимоотношений в масложировом подкомплексе АПК<br><b>Cherednichenko P.A., Markova A.L.</b><br>Improving economic relations in the oil and fat subcomplex of Agro-Industrial Complex.....  | 148 |
| <b>Марышева Ю.В.</b><br>Оценка эффективности инвестиционной деятельности ИАГФ<br><b>Marysheva Yu.V.</b><br>Assessment of efficiency of investment activities of the integrated agro-industrial formation.....  | 156 |
| <b>Михайлова Л.В., Валиев А.Р.</b><br>Анализ деятельности субъектов малого аграрного бизнеса в Республике Татарстан<br><b>Mikhaylova L.V., Valiev A.R.</b><br>Analysis of the activities of small agricultural businesses in the Republic of Tatarstan .....   | 169 |
| <b>Шилова А.Э., Балыкина А.В., Чуркина Е.С.</b><br>Основные тенденции развития сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса<br><b>Shilova A.E., Balykina A.V., Churkina E.S.</b><br>Main trends in the development of agriculture in Kemerovo Oblast – Kuzbass.....  | 178 |
| <b>Сурдин А.Н.</b><br>Структура производства и реализации овощей и картофеля в России<br><b>Surdin A.N.</b><br>Structure of production and sale of vegetables and potato in Russia.....  | 190 |
| <b>Баталкин Е.В., Агибалов А.В.</b><br>Отличительные особенности регионального рынка земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях<br><b>Batalkin E.V., Agibalov A.V.</b><br>Characteristic features of regional market of lands used for agricultural purposes under the conditions of today .....                   | 198 |

---

5.2.4. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)  
5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

---

|   |     |
|---|-----|
| <b>Круглякова В.М.</b><br>Проблемы информационного и методического обеспечения процесса оценки стоимости сельскохозяйственных активов<br><b>Kruglyakova V.M.</b><br>Problems of information and methodological support of agricultural assets evaluation procedure..... | 208 |
|---|-----|

---

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ  
SCIENTIFIC ACTIVITIES

---

|  |     |
|--|-----|
| Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I<br>Doctoral and Candidate Science-Degree Councils Formed on the Basis of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great..... | 219 |
| Информация для авторов<br>Information for the authors .....  | 220 |

---

---

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.582:626.84:631.452

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_12

EDN: MUVBPN

**Влияние чередования культур и способов основной обработки  
почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур  
в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья**

Екатерина Владимировна Зинченко<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (ВНИИОЗ) – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоград, Россия

<sup>1</sup> kshnKaterina@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены экспериментальные данные, полученные в двухфакторном полевом опыте, заложенном в ОС «Орошаемая» ВНИИ орошаемого земледелия. Фактор А: виды севооборотов – кормо-зерновой с трехлетней люцерной и зернокормовой. Культуры в севооборотах выбраны с учетом их биологического потенциала, эффективного использования природных факторов – люцерна, кукуруза на зерно и силос, озимая пшеница, зернобобовые. Фактор В: способы основной обработки почвы – отвальная (вспашка на глубину 20–22 см) и поверхностная (дисковое лушение на глубину 10–12 см). Подтверждено влияние изучаемых сельскохозяйственных культур на плодородие и продуктивность пашни; показано значение изучаемых культур в зависимости от количества поступаемых в почву пожнивно-корневых остатков, которые сохраняют и повышают уровень плодородия почвы, обеспечивают положительный баланс органического вещества; отмечен устойчивый рост сельскохозяйственного производства за счет повышения эффективности использования пашни. В севообороте с люцерной в пахотном слое при отвальной вспашке и поверхностной обработке почвы содержание нитратного азота в начале вегетации было выше, чем в безлюцерновом. К концу вегетации содержание азота наиболее существенно сокращалось в первом севообороте при отвальной обработке почвы. Обеспеченность фосфором и калием была достаточно высокая в начале и конце вегетации. В кормозерновом севообороте складывался положительный баланс органического вещества на всех вариантах, в зернокормовом – баланс был отрицательным при отвальной и поверхностной – при поверхностной обработках. Обоснована возможность получения продуктивности до 11,0 тыс. к.ед./га в орошаемых условиях при выращивании рентабельных сельскохозяйственных культур, приспособленных к условиям агроландшафта, таких как люцерна, суданская трава, кукуруза на силос, смесь этих культур с бобовыми и злаковыми компонентами, озимая пшеница, кукуруза, зернобобовые с применением отвальной обработки почвы.

**Ключевые слова:** севообороты, способы основной обработки почвы, орошение, пожнивно-корневые остатки, органическое вещество почвы, продуктивность

**Для цитирования:** Зинченко Е.В. Влияние чередования культур и способов основной обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 12–19. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_12-19](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_12-19).

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

Original article

**Influence of crop rotation and methods of basic soil treatment on crop  
productivity in irrigated crop rotations of the Lower Volga region**

Ekaterina V. Zinchenko<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – Branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Volgograd, Russia

<sup>1</sup> kshnKaterina@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The paper presents experimental data obtained in a two-factor field experiment started on the territory of Irrigated Experimental Station of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture. Factor A means types of crop rotation: i) fodder & grain crop rotation with alfalfa of the third year of vegetation; ii) grain and fodder crop rotation. Cultures in crop rotations are selected taking into account their biological potential, effective use of natural

factors, i.e. alfalfa, grain maize and maize for silage, winter wheat, leguminous crops. Factor B means methods of basic soil treatment: i) moldboard plowing (to a depth of 20-22 cm); ii) surface tillage (disk plowing to a depth of 10-12 cm). The author confirmed the influence of the studied crops on the fertility and productivity of arable land; discussed the importance of the studied crops depending on the amount of plant and root residues remaining after the harvesting and processing of crops, which preserve and increase the level of soil fertility, provide a positive balance of organic matter; noted steady growth of agricultural production due to an increased efficiency of arable land use. In crop rotation with alfalfa in the arable layer during moldboard plowing and surface tillage, the nitrate nitrogen content at the beginning of the vegetation was higher than in the crop rotation without alfalfa. By the end of the vegetation, the nitrogen content decreased most significantly in the first crop rotation during moldboard plowing. Soil nutrient supply, phosphorus and potassium level of soil in particular, was quite high at the beginning and the end of the vegetation. In fodder & grain crop rotation, a positive balance of organic matter was formed in all variants, in grain and fodder crop rotation, the balance was negative during moldboard plowing and positive during surface tillage. The possibility of obtaining productivity of up to 11.0 thousand feed units per hectare under irrigated conditions is substantiated when growing profitable crops adapted to the conditions of the agricultural landscape, i.e. alfalfa, Sudan grass, maize for silage, mixtures of these crops with bean cultures and cereal cultivars, winter wheat, corn, leguminous crops on the background of moldboard plowing.

**Keywords:** crop rotations, methods of basic soil treatment, irrigation, plant and root residues, soil organic matter, productivity

**For citation:** Zinchenko E.V. Influence of crop rotation and methods of basic soil treatment on crop productivity in irrigated crop rotations of the Lower Volga region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):12-19. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_12-19](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_12-19).

**В**ведение  
Современное сельскохозяйственное производство направлено на повышение продуктивности пашни при сохранении и увеличении эффективного плодородия почвы. Вынос органического вещества, элементов минерального питания с урожаем ведет к снижению массы доступных для растений питательных элементов, ухудшению воспроизводства плодородия почвы.

Доступным средством повышения продуктивности пашни и плодородия почвы является переход на современные системы земледелия (адаптивно-ландшафтные, интенсивные и др.) и совершенствование применяемых севооборотов [7, 8, 9].

Севообороты необходимы для обоснования рационального конструирования агрофитоценозов в соответствии с биологическими требованиями возделываемых культур, а также обеспечения условий для реализации биологически обусловленного уровня продуктивности растений при освоении прогрессивных агротехнологий. Степень воздействия компонентов агрофитоценоза на количество возвращаемого органического вещества зависит от культур и правильного их чередования.

Положительное влияние на плодородие почвы оказывают запасы органического вещества, накопленного за счет выделений корней растений, сбрасывания стареющих листьев, симбиоза с микроорганизмами, корневой массы и надземных растительных остатков после уборки урожая [3, 4].

Исследования И.П. Кружилина и А.С. Морозовой [5] показали, что при низком насыщении севооборотов многолетними травами, недостаточном применении органических удобрений (навоз и сидераты), нарушении агротехнических приемов, режимов орошения наблюдается снижение образования и накопления органического вещества.

Научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур необходимо эффективно сочетать с системами основной обработки почвы. Представляют интерес работы ученых [1, 6, 11] по влиянию основной обработки почвы на ее плодородие. Результаты исследования П.Д. Шевченко и А.Д. Дробилко [12] свидетельствуют о необходимости оптимального сочетания отвальных, безотвальных способов обработки почвы в севообороте и под отдельные культуры.

Целью проведенных исследований являлось научное обоснование чередования сельскохозяйственных культур и способов основной обработки почвы, обеспечивающих высокопродуктивное использование орошаемых земель при сохранении плодородия почвы и экологической устойчивости агроландшафтов.

В круг задач входило:

- обоснование размещения возделываемых культур и их соотношения в севооборотах различной специализации;
- подбор адаптированных к местным условиям среды высокоурожайных, отзывчивых на орошение сельскохозяйственных культур;
- определение содержания элементов минерального питания в почве, количества пожнивно-корневых остатков, поступающих в почву, а также продуктивности (содержание кормовых единиц и переваримого протеина) сельскохозяйственных культур.

#### Методы исследования

Изучение специализированных севооборотов в орошаемых условиях Нижнего Поволжья при различных способах основной обработки почвы осуществлялось в двухфакторном полевом опыте на территории ОС «Орошаемая» Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (г. Волгоград) сотрудниками лаборатории севооборотов отдела орошаемого земледелия и агроэкологии с 2012 по 2021 г.

Почвы опытного участка – светло-каштановые, тяжелосуглинистые. Пахотный горизонт колеблется в пределах 0,25–0,30 м, содержание органического вещества составляет около 2,0%. По содержанию элементов питания почвы можно отнести к низкообеспеченным доступным азотом, среднеобеспеченным фосфором и хорошо обеспеченным обменным калием.

Фактор А – виды севооборотов:

- кормозерновой с люцерной третьего года использования;
- зернокормовой.

Культуры в севооборотах выбраны с учетом их биологического потенциала, эффективного использования природных факторов – люцерна, кукуруза на зерно и силос, озимая пшеница, зернобобовые.

Схема чередования культур в двух изучаемых севооборотах приведена в таблице 1.

В первом севообороте удельный вес зерновых культур составил 37,5%, кормовых – 62,5%, во втором севообороте – соответственно 62,5 и 37,5%. Использование пашни в кормозерновом севообороте составило 125%, в зернокормовом – 137,5%.

Таблица 1. Чередование культур в изучаемых севооборотах

| № поля | № севооборота                      |                                    |
|--------|------------------------------------|------------------------------------|
|        | I                                  | II                                 |
| 1      | Люцерна под покровом овса          | Вико-овсяная смесь (2 урожая)      |
| 2      | Люцерна                            | Кукуруза на силос                  |
| 3      | Люцерна                            | Озимая пшеница + пожнивные остатки |
| 4      | Кукуруза на зерно                  | Зернобобовые                       |
| 5      | Ячмень или сорго на зерно          | Кукуруза на зерно                  |
| 6      | Вико-овсяная смесь (2 урожая)      | Вико-овсяная смесь                 |
| 7      | Кукуруза на силос                  | Озимая пшеница + пожнивные остатки |
| 8      | Озимая пшеница + пожнивные остатки | Кукуруза на зерно                  |

Фактор В – способы основной обработки почвы:

- отвальная обработка (вспашка на глубину 20–22 см);
- поверхностная (дисковое лущение на глубину 10–12 см).

Общая площадь под опытом составляла 2,7 га. Размещение делянок систематическое, повторность трехкратная. Площадь поля составляла 0,9 га, площадь под культурой – 0,45 га, под обработкой почвы – 0,22 га.

Полевые исследования проводились в соответствии с методиками полевого опыта в орошаемом земледелии [2, 10].

Применяемые агротехнические мероприятия были общепринятыми для зональных почвенно-климатических условий за исключением изучаемых вариантов. Нижний порог влажности почвы поддерживался на уровне 70–75% НВ. Поливы осуществлялись дождевальными машинами «Бауэр». Уборку проводили в фазе полной спелости зерновых культур и укосной спелости кормовых культур.

Метеорологические условия в период проведения исследований характеризовались дефицитом осадков, высокими температурами, низкой относительной влажностью воздуха и значительной скоростью ветра во время вегетации растений. Гидротермический коэффициент за этот период изменялся от 0,4 до 0,8, что свидетельствует о засушливом климате данной территории. В таких условиях эффективным способом оптимизации водного режима и борьбы с проявлениями засухи является использование оросительных мелиораций.

### Результаты исследования

Урожай сельскохозяйственных культур и его качество во многом зависят от доступных элементов питания, находящихся в почве. На светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья в условиях орошения большое значение имеет содержание подвижных форм азота и фосфора, которые способствуют формированию стабильных урожаев. Азотные и фосфорные элементы питания могут изменяться в зависимости от вида и сорта возделываемых растений, применяемой агротехники, сезона и других условий. Нитратный азот находится в доступной для растений форме, в отличие от аммонийного. Изучение динамики поступления и использования питательных веществ под влиянием чередования культур, уровня агротехники необходимо для прогнозирования продуктивности возделываемых культур.

По полученным данным (табл. 2), в среднем запасы легкодоступного нитратного азота в начальный период вегетации на варианте отвальной вспашки в пахотном слое составляли 14,2 и 11,9 мг/кг почвы соответственно в севообороте с люцерной и без люцерны, что свидетельствует о низкой обеспеченности почв нитратным азотом. Потребность растений в этом элементе питания восполняется за счет внесения удобрений, разложения органического вещества в процессе микробиологической деятельности. Существенно различаются по содержанию нитратного азота почвы на варианте применения отвальной вспашки в начальный период вегетации, на которых содержание нитратного азота на 30–40% выше, чем на вариантах поверхностной обработки. К концу вегетации отмечается уменьшение содержания этого элемента от 40 до 55% за счет потребления растениями и затухания нитрификационных процессов.

Таблица 2. Обеспеченность культур севооборотов элементами минерального питания в слое 0–50 см (среднее за 2012–2021 гг.), мг/кг почвы

| Севооборот | Способ основной обработки почвы | Слой почвы, см | NO <sub>3</sub> |                | NH <sub>4</sub> |                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                | K <sub>2</sub> O |                |
|------------|---------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|----------------|------------------|----------------|
|            |                                 |                | весенний период | осенний период | весенний период | осенний период | весенний период               | осенний период | весенний период  | осенний период |
| I          | Отвальная                       | 0–25           | 14,2            | 6,3            | 11,6            | 7,6            | 76,7                          | 68,4           | 322,7            | 299,3          |
|            |                                 | 25–50          | 12,9            | 7,8            | 11,8            | 6,6            | 56,7                          | 38,7           | 256,3            | 209,0          |
|            | Поверхностная                   | 0–25           | 9,0             | 11,4           | 15,9            | 7,3            | 94,5                          | 76,8           | 396,7            | 297,0          |
|            |                                 | 25–50          | 8,3             | 16,0           | 9,6             | 4,9            | 54,2                          | 21,4           | 255,3            | 202,5          |
| II         | Отвальная                       | 0–25           | 11,9            | 6,7            | 12,0            | 7,5            | 78,8                          | 76,7           | 328,0            | 279,7          |
|            |                                 | 25–50          | 10,8            | 6,5            | 12,6            | 5,3            | 44,9                          | 39,9           | 217,7            | 197,3          |
|            | Поверхностная                   | 0–25           | 7,5             | 7,8            | 7,8             | 6,5            | 91,1                          | 58,3           | 304,7            | 243,5          |
|            |                                 | 25–50          | 7,4             | 8,4            | 9,5             | 4,5            | 42,5                          | 27,9           | 212,3            | 192,5          |

Обеспеченность культур доступным фосфором в опыте была высокой и в весенний, и в осенний сроки определения, и в пахотном, и в подпахотном слоях. На величину этого элемента не оказывали влияние состав чередующихся культур и способ основной обработки почвы.

Содержание доступного калия было очень высоким в начале вегетации, к концу вегетации уменьшалось на 10–25% и оставалось в пределах среднего уровня обеспеченности. Влияние изучаемых факторов на содержание калия не отмечено.

Уровень плодородия почвы определяется содержанием в нем органического вещества. От его запасов и качественного состава во многом зависят агрофизические и агрохимические свойства почвы. Процессы образования органического вещества и минерализации регулируются возделыванием культур и применяемыми агротехнологиями.

Источником пополнения органической массы служат поступающие в почву пожнивно-корневые остатки. Проведенные исследования показали, что количество пожнивно-корневых остатков за ротацию севооборотов в большей степени зависело от соотношения культур, в меньшей – от способа обработки почвы (табл. 3). В севообороте с люцерной за восьмилетнюю ротацию в почву поступило на вариантах отвальной обработки почвы в среднем 9,21 т/га органического вещества, на вариантах с дисковым лущением – 7,07 т/га, в севообороте без люцерны – в среднем соответственно 7,34 и 7,80 т/га органического вещества.

Проведенный расчет баланса органического вещества с применением коэффициентов гумификации и минерализации свидетельствует о преобладании процессов гумификации над процессами минерализации в севообороте с люцерной. В кормозерновом севообороте с тремя полями люцерны при отвальной и поверхностной обработках почвы и в зернокармном при поверхностной обработке почвы баланс органического вещества был положительным – соответственно +0,13, +0,19 и +0,19 т/га.

**Таблица 3. Баланс органического вещества под культурами севооборотов в слое 0–50 см (среднее за 2012–2021 гг.), т/га**

| Севооборот | Способ основной обработки почвы | Запас органического вещества, т/га | Масса пожнивно-корневых остатков, т/га | Минерализовалось органического вещества, т/га | Образовалось Органического вещества из пожнивно-корневых остатков, т/га | Баланс органического вещества, т/га |
|------------|---------------------------------|------------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|
| I          | Отвальная                       | 81,37                              | 9,21                                   | 1,70  | 1,83  | +0,13                               |
|            | Поверхностная                   | 70,66                              | 7,07                                   | 1,39  | 1,58  | +0,19                               |
| II         | Отвальная                       | 81,22                              | 7,34                                   | 1,61  | 1,50  | –0,11                               |
|            | Поверхностная                   | 67,44                              | 7,80                                   | 1,38  | 1,63  | +0,25                               |

Главным показателем плодородия почвы и применяемых агротехнологических мероприятий является продуктивность возделываемых культур, выражающаяся в кормовых единицах и переваримом протеине. Показатели продуктивности характеризуют эффективности применяемых агротехнологий, степень реализации растениями биологических возможностей и качество получаемой продукции. В таблице 4 представлены показатели продуктивности культур севооборотов в зависимости от способа основной обработки почвы.

Продуктивность возделываемых культур была различной в зависимости от структуры посевов, насыщенности многолетними травами и промежуточными культурами. Выход кормовых единиц был наибольшим в кормозерновом севообороте – на вариантах поверхностной и отвальной обработок почвы соответственно 9,32 и 10,67 тыс. к. ед./га. В зернокармном севообороте выход кормовых единиц составлял соответственно 9,06 и 9,46 тыс. к. ед./га.

**АГРОНОМИЯ**

**Таблица 4. Продуктивность культур в зависимости от способа основной обработки почвы (среднее за 2012–2021гг.), т/га**

| Севооборот                                      | Культуры                               | Способ основной обработки почвы*       | Содержание      |                       | Содержание переваримого протеина в кормовой единице |       |
|---|--|--|-----------------|-----------------------|---|-------|
|   |  |  | кормовых единиц | переваримого протеина |   |       |
| I   | Люцерна под покровом овса              | О                                      | 10,41           | 1,97                  | 189,0   |       |
|   |  | П                                      | 8,61            | 1,60                  | 183,5   |       |
|   | Люцерна 2-го года жизни                | О                                      | 11,31           | 2,45                  | 216,2   |       |
|   |  | П                                      | 9,80            | 2,12                  | 217,3   |       |
|   | Люцерна 3-го года жизни                | О                                      | 11,40           | 2,19                  | 193,3   |       |
|   |  | П                                      | 6,60            | 1,44                  | 218,2   |       |
|   | Кукуруза на зерно                      | О                                      | 9,38            | 0,52                  | 55,4  |       |
|   |  | П                                      | 8,11            | 0,45                  | 55,5  |       |
|   | Ячмень + пожнивные остатки             | О                                      | 3,53            | 0,30                  | 85,0  |       |
|   |  | П                                      | 2,77            | 0,23                  | 83,0  |       |
|   | II                                     | Вико-овсяная смесь + поукосные остатки | О               | 7,11                  | 0,91  | 128,0 |
|   |  |  | П               | 6,51                  | 0,83  | 127,5 |
| Кукуруза на силос                               |  | О                                      | 12,10           | 0,89                  | 73,1  |       |
|   |  | П                                      | 12,50           | 0,88                  | 70,4  |       |
| Озимая пшеница + пожнивные остатки              |  | О                                      | 5,22            | 0,40                  | 76,6  |       |
|   |  | П                                      | 5,16            | 0,40                  | 77,5  |       |
| В среднем по севообороту I                      |  | О                                      | 10,67           | 1,32                  | 123,7   |       |
|   |  | П                                      | 9,32            | 1,14                  | 122,3   |       |
| НСР <sub>05</sub> для сравнения частных средних |  |  | 1,22            | 0,26                  |   |       |
| НСР <sub>05</sub> по культурам севооборота      |  |  | 0,70            | 0,15                  |   |       |
| НСР <sub>05</sub> по обработке почвы            |  |  | 0,55            | 0,12                  |   |       |
| II  | Вико-овсяная смесь + поукосные остатки | О                                      | 7,04            | 1,01                  | 144,8   |       |
|   |  | П                                      | 7,21            | 0,92                  | 126,8   |       |
|   | Кукуруза на силос                      | О                                      | 10,40           | 0,94                  | 93,6  |       |
|   |  | П                                      | 9,38            | 0,75                  | 79,9  |       |
|   | Озимая пшеница + пожнивные остатки     | О                                      | 6,41            | 0,50                  | 78,0  |       |
|   |  | П                                      | 6,32            | 0,65                  | 102,4   |       |
|   | Соя                                    | О                                      | 2,68            | 0,36                  | 134,3   |       |
|   |  | П                                      | 3,06            | 0,42                  | 137,2   |       |
|   | Кукуруза на зерно                      | О                                      | 7,37            | 0,32                  | 43,7  |       |
|   |  | П                                      | 10,32           | 0,76                  | 73,1  |       |
|   | Вико-овсяная смесь + поукосные остатки | О                                      | 7,17            | 0,91                  | 126,9   |       |
|   |  | П                                      | 6,90            | 0,88                  | 127,5   |       |
|   | Озимая пшеница + пожнивные остатки     | О                                      | 4,74            | 0,37                  | 78,1  |       |
|   |  | П                                      | 4,80            | 0,37/0,03             | 165,1   |       |
|   | Кукуруза на зерно                      | О                                      | 7,11            | 0,32                  | 51,5  |       |
|   |  | П                                      | 6,57            | 0,28                  | 42,6  |       |
|   | В среднем по севообороту II            |  | О               | 9,46                  | 0,85  | 89,9  |
|   |  |  | П               | 9,06                  | 0,83  | 91,6  |
| НСР <sub>05</sub> для сравнения частных средних |  |  | 1,27            | 0,11                  |   |       |
| НСР <sub>05</sub> по культурам севооборота      |  |  | 0,74            | 0,07                  |   |       |
| НСР <sub>05</sub> по обработке почвы            |  |  | 0,57            | 0,05                  |   |       |

Примечание: \* – О – отвальная обработка; П – поверхностная обработка.

В кормозерновом севообороте с люцерной по выходу кормовых единиц наиболее продуктивными в зависимости от изучаемых способов обработки почвы были кукуруза на силос (12,1–12,5 т/га) и люцерна второго года жизни (9,8–11,3 т/га). Из зерно-

вых культур более высокий выход кормовых единиц отмечался у кукурузы на зерно в сравнении с озимой пшеницей и ячменем (кукуруза – 8,11–9,38 т/га, озимая пшеница – 5,16–5,22 т/га, ячмень – 2,77–3,53 т/га).

Продуктивность зернокормового севооборота в сравнении с кормозерновым на вариантах применения отвальной обработки почвы была ниже на 1,21 т/га, или на 11,3% и на вариантах дискового лущения – на 0,26 т/га, или на 2,8%. Более высокую продуктивность из кормовых культур обеспечивала кукуруза на силос в сравнении с вико-овсяной смесью, но с учетом второго урожая после уборки вико-овсяной смеси весеннего посева продуктивность этого поля приближалась к показателям кукурузы на силос (кукуруза на силос – в среднем 9,9 т/га, вико-овсяная смесь – 7,1 т/га). Зерновая кукуруза обеспечивала более высокий выход кормовых единиц в сравнении с озимой пшеницей и соей (кукуруза – 7,8 т/га, озимая пшеница – 5,6 т/га, соя – 2,9 т/га).

Таким образом, более продуктивным по выходу кормовых единиц и переваримого протеина был первый севооборот (кормозерновой с люцерной). Более высокую продуктивность культуры обеспечивали на варианте отвальной вспашки в сравнении с дисковым лущением. Наиболее продуктивными в группе кормовых были люцерна и кукуруза на силос, из зерновых – кукуруза на зерно.

Максимальная продуктивность была получена на вариантах отвальной обработки почвы и составляла в среднем на 4,2–12,6% больше, чем на вариантах поверхностной обработки почвы.

На выход протеина с гектара пашни существенное влияние оказывало наличие люцерны в севообороте, где содержание переваримого протеина в среднем было 1,23 т/га, что на 31,7% больше, чем в севообороте без люцерны. Незначительное превышение содержания протеина отмечалось на вариантах отвальной обработки – на 9% по сравнению с поверхностной. В соответствии с этой закономерностью колебалось и содержание протеина в кормовой единице, характеризующее качественные свойства корма.

### **Заключение**

Проведенные полевые исследования по изучению чередования сельскохозяйственных культур и способов основной обработки почвы доказали возможность получения 10,0–11,0 тыс. к. ед. с гектара на орошении светло-каштановых почв Нижнего Поволжья при возделывании рентабельных культур, соответствующих специализации хозяйств и адаптированных к местным условиям, таких как:

- многолетние бобовые травы (люцерна) третьего года использования;
- однолетние культуры – суданская трава, кукуруза на силос, смеси этих культур с бобовыми и злаковыми компонентами;
- зерновые – озимая пшеница, кукуруза, зернобобовые.

Продуктивность кормозернового севооборота на вариантах применения отвальной обработки почвы составляла 10,7 тыс. к. ед., поверхностной – 9,3 тыс. к. ед., зерно-кормового – соответственно 9,5 и 9,1 тыс. к. ед.

### **Список источников**

1. Абасов Ш.М., Гаплаев М.Ш., Хусайнов Х.А. и др. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность культур зернопропашного севооборота при разных способах основной обработки почвы // Плодородие. 2022. № 1(124). С. 54–57. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.14.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И. и др. Агроэкологическое испытание многолетних бобовых трав в условиях орошения юга России // Орошаемое земледелие. 2022. № 1(36). С. 53–58. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-2.
4. Замятин С.А., Ефимова А.Ю., Максуткин С.А. Накопление пожнивно-корневых остатков в зависимости от вида полевого севооборота // АПК: инновационные технологии. 2019. № 3(46). С. 25–33.

5. Кружилин И.П., Морозова А.С. Влияние орошения на почвы и ландшафты степей // Почвоведение. 1993. № 11. С. 59–64.
6. Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества почвы // Плодородие. 2021. № 3(120). С. 93–98. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.18.
7. Мельцаев И.Г., Вихорева Г.В. Севооборот – фактор повышения плодородия почвы и продуктивности агрокультур в Верхневолжье // Владимирский земледелец. 2020. № 2(92). С. 13–18. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10113.
8. Мухортов В.И., Федорова В.А., Туманян А.Ф. Перспективные схемы севооборотов на песчаных землях периодического орошения юга и юго-востока ЕТР // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2(38). С. 109–115.
9. Новиков А.А., Комарова О.П. Влияние состава культур севооборота на структурное состояние почвы // Плодородие. 2022. № 5(128). С. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.05.
10. Плешаков В.А. Методика полевого опыта в условиях орошения. Рекомендации. Волгоград: ВНИИ орошаемого земледелия, 1983. 148 с.
11. Привалов Ф.И., Гвоздов А.П., Булавин Л.А. и др. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зернового севооборота // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 64–67.
12. Шевченко П.Д., Дробилко А.Д. Приемы возделывания полевых культур в орошаемых севооборотах // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4(48). С. 34–37.

#### References

1. Abasov Sh.M., Gaplaev M.Sh., Husainov H.A. et al. Influence of chemistry and biologization means on crop yields of grain rotation with different methods of basic soil treatment. *Plodorodie*. 2022;1(124):54-57. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.14. (In Russ.).
2. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): textbook. 5<sup>th</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351 p. (In Russ.).
3. Dronova T.N., Burtseva N.I., Molokantseva E.I. et al. Agroecological testing of perennial legumes under irrigation conditions in the South of Russia. *Irrigated Agriculture*. 2022;1(36):53-58. DOI: 10.35809/2618-8279-2022-1-2. (In Russ.).
4. Zamyatin S.A., Efimova A.Yu., Maksutkin S.A. Accumulation of crop and root residues depending on the type of field crop rotation. *AIC: innovative technologies*. 2019;3(46):25-33. (In Russ.).
5. Kruzhilin I.P., Morozova A.S. The impact of irrigation on the soils and landscapes of the steppes. *Pochvovedenie*. 1993;11:59-64. (In Russ.).
6. Lukin S.M., Zolкина E.I., Marchuk E.V. Influence of long-term fertilizers application on the crop rotation productivity, content and composition of soil organic matter. *Plodorodie*. 2021;3(120):93-98. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.18. (In Russ.).
7. Meltsayev I.G., Vikhoreva G.V. Crop rotation is a factor to boost soil fertility and crop species efficiency in Upper Volga region. *Vladimir arcolist*. 2020;2(92):13-18. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10113. (In Russ.).
8. Mukhortov V.I., Fedorova V.A. Promising schemes of crop rotation on sandy lands of periodic irrigation in the south and south-east of the European Russia. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2015;2(38):109-115. (In Russ.).
9. Novikov A.A., Komarova O.P. The influence of the composition of crops in the links of crop rotation of the structural state of the soil. *Plodorodie*. 2022;5(128):20-23. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.05. (In Russ.).
10. Pleshakov V.A. The methodology of field experiment under conditions of irrigation. Recommendations. Volgograd: All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture Publishers; 1983. 148 p.
11. Privalov F.I., Gvozдов A.P., Bulavin L.A. et al. The influence of various methods of tillage on the productivity of grain crop rotation. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2020;1:64-67. (In Russ.).
12. Shevchenko P D., Drobilko A.D. Methods of field crops cultivation under the system of irrigated crop rotation. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2014;4(48):34-37. (In Russ.).

#### Информация об авторе

Е.В. Зинченко – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории эколого-мелиоративного мониторинга отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, kshnkaterina@yandex.ru.

#### Information about the author

E.V. Zinchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Research Scientist, Laboratory of Ecological and Meliorative Monitoring, the Department of Irrigated Agriculture and Agroecology, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – Branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, kshnkaterina@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 10.12.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2025; принята к публикации 28.03.2025.

The article was submitted 10.12.2024; approved after reviewing 20.03.2025; accepted for publication 28.03.2025.

© Зинченко Е.В., 2025

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.28:581.192(470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_20

EDN: MVOQRO

**Качественные показатели кормов на основе фестулолиума  
различных сортов, возделываемых в условиях лесостепи  
Центрального Черноземья**

Дмитрий Николаевич Пищулин<sup>1✉</sup>, Владимир Николаевич Образцов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

<sup>1</sup> pishchulin1997@gmail.com✉

**Аннотация.** Одной из ключевых проблем в животноводстве является недостаток сбалансированных по питательности кормов. Недоступность качественных кормов из-за их высокой стоимости часто приводит к замене на более дешевые, но менее питательные аналоги, что оказывает негативное влияние на качество сельскохозяйственной продукции и ухудшает здоровье животных. Многолетние травы представляют собой важный источник кормов, богатых питательными веществами. Однако в условиях ЦЧР не все многолетние травы способны обеспечивать стабильные урожаи. В этом контексте фестулолиум выделяется рядом преимуществ, которые позволяют получать стабильные урожаи без депрессии летнего роста. Приводятся данные по изучению химического состава и питательной ценности зеленой массы фестулолиума новых перспективных сортов. Исследования проводились в 2022–2024 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ. Объектами исследований стали сорта ВИК 90, Пилигрим, Айвенго, Фест и Аллегро (оригинатор – ВИК им. В.Р. Вильямса). В течение трех лет проводились наблюдения за изменением зоотехнических показателей кормовой массы фестулолиума. Образцы для анализа отбирались на травостоях разных лет жизни. Результаты исследования показали, что зеленая масса таких сортов, как Фест и Аллегро, имеет преимущества по большинству изучаемых зоотехнических показателей, включая содержание сырого и переваримого протеина, каротина, кормовых единиц, также отмечено большее количество аминокислот, необходимых для роста и развития животных, повышения их продуктивности, что особенно важно для молодняка и высокопродуктивных дойных коров. Зеленая масса таких сортов, как Пилигрим и Айвенго, отличается высоким содержанием клетчатки, что способствует улучшению пищеварения у жвачных животных, снижению риска нарушения обмена веществ. Проведенные исследования показали, что фестулолиум, благодаря своим уникальным свойствам, является ценным ресурсом в кормопроизводстве.

**Ключевые слова:** фестулолиум, сорт, химический состав и питательность корма, аминокислотный состав, многолетние мятликовые травы

**Для цитирования:** Пищулин Д.Н., Образцов В.Н. Качественные показатели кормов на основе фестулолиума различных сортов, возделываемых в условиях лесостепи Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 20–27. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_20](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_20)–27.

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

Original article

**Qualitative indicators of foodstuff based on *Festulolium*  
of different varieties cultivated in the conditions  
of the forest-steppe of the Central Chernozem Region**

Dmitriy N. Pishchulin<sup>1✉</sup>, Vladimir N. Obratsov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> pishchulin1997@gmail.com✉

**Abstract.** One of the key problems in animal husbandry is the lack of nutritionally balanced feed. The unavailability of high-quality feed due to high cost often leads to replacement with cheaper but less nutritious analogues, which has a negative impact on the quality of agricultural products and worsens animal health. Perennial grasses are an important source of nutrient-rich feed. However, in the conditions of the Central Chernozem Region, not all perennial grasses are able to provide stable yields. In this context, *Festulolium* stands out for a number of advantages that make it possible to obtain stable yields without depressing summer growth. Data on the study of the chemical composition and nutritional value of the green mass of *Festulolium* of new promising varieties are presented. The research was conducted in 2022–2024 on the territory of the Agrotechnology Educational, Research & Technological

Center of Voronezh State Agrarian University. The research subjects were such *Festulolium* varieties, as VIK 90, Pilgrim, Ivanhoe, Fest and Allegro originated at the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology. For three years, observations were carried out on changes in the zootechnical parameters of *Festulolium* feed mass. Samples for analysis were taken from herb stands of different years of vegetation. The results of the study showed that the green mass of varieties such as Fest and Allegro has advantages in most of the studied zootechnical indicators, including the content of crude and digestible protein, carotene, feed units, as well as a greater number of amino acids necessary for the growth and development of animals, increasing their productivity, which is especially important for young animals and highly productive dairy cows. The green mass of varieties such as Pilgrim and Ivanhoe is characterized by high fiber content, which helps to improve digestion in ruminants and reduce the risk of metabolic disorders. Studies have shown that *Festulolium*, due to its unique properties, is a valuable resource in feed production.

**Keywords:** *Festulolium*, variety, chemical composition and nutritional value of feed, amino acid composition, perennial cereal grasses

**For citation:** Pishchulin D.N., Obraztsov V.N. Qualitative indicators of foodstuff based on *Festulolium* of different varieties cultivated 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(2):20-27. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_20-27](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_20-27).

## Введение

Недостаток качественных кормов, удовлетворяющих зоотехнические потребности сельскохозяйственных животных, является одной из ключевых проблем в животноводстве и кормопроизводстве. Аспекты проявления этой проблемы заключаются в следующем:

- низкая питательность кормов в регионах с бедными почвами и неблагоприятными климатическими условиями, что приводит к ухудшению здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных;
- неправильный баланс аминокислот, таких как лизин, метионин, теоринин, что влияет на рост и развитие животных (особенно чувствительны к качеству протеина птицы и свиньи);
- высокая стоимость качественных кормов часто вынуждает заменять их менее питательными аналогами [7, 8].

Многолетние травы представляют собой один из наиболее доступных источников сбалансированных и богатых питательными веществами кормов. В условиях Центрального Черноземья не все многолетние травы способны обеспечивать стабильные и высокие урожаи зеленых кормов и сена, однако фестулолиум обладает рядом преимуществ, которые позволяют получать высокие урожаи зеленой массы и сена [9].

Фестулолиум – это многолетнее гибридное травянистое растение, полученное путем скрещивания двух видов злаков: овсяницы (*Festuca* L.) и райграса (*Lolium* L.), в результате в одном растении удалось объединить высокую устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям и высокую питательную ценность. Фестулолиум широко используется в кормопроизводстве благодаря своим выдающимся агротехнологическим и зоотехническим качествам [5, 6, 10].

По сравнению с другими многолетними мятликовыми травами, фестулолиум отличается высоким содержанием водорастворимых сахаров, протеина, каротина и других важных питательных веществ, что делает его ценным кормом для сельскохозяйственных животных, обеспечивая более сбалансированный рацион. Фестулолиум обладает высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и устойчивостью к болезням, что позволяет ему успешно произрастать в регионах с нестабильными климатическими условиями, где другие многолетние травы не всегда дают стабильные урожаи. В отличие от многих других многолетних трав, фестулолиум не подвержен летней депрессии роста, это позволяет получать стабильные урожаи его зеленой массы в течение всего вегетационного периода. Благодаря быстрому отрастанию и интенсивному использованию фестулолиум обеспечивает высокие урожаи зеленой массы и сена, что делает его экономически выгодной культурой для кормопроизводства [4, 11].

Фестулолиум хорошо переносит вытаптывание, что делает его идеальным для выпаса животных на пастбищах, он также подходит для заготовки сенажа и сена. В состав зеленой массы входят важные аминокислоты, такие как лизин, метионин, треонин, валин и изолейцин, которые необходимы для роста и развития животных, что особенно важно для молодняка и высокопродуктивных животных.

При возделывании фестулолиум предпочитает плодородные почвы с повышенным содержанием органического вещества. Оптимальные значения рН почвы находятся в диапазоне от близких к нейтральным до слабощелочных. Растение требовательно к обеспеченности почвы азотом, что напрямую влияет на его урожайность [6, 8].

Фестулолиум относится к влаголюбивым растениям (нормально развивается и дает высокую продуктивность на почвах с влажностью 60–80% от полной влагоемкости), особенно в период активного роста. Однако благодаря мощной корневой системе он способен переносить кратковременные засухи. Растение предпочитает хорошо освещенные участки, так как это способствует более интенсивному фотосинтезу и, как следствие, повышению урожайности. Для получения высоких урожаев фестулолиума важно соблюдать правильную агротехнику, включая своевременное внесение удобрений, особенно азотных, и регулярное орошение в засушливые периоды.

Сорта фестулолиума, такие как ВИК 90, Пилигрим, Айвенго, Фест и Аллегро, обладают различными характеристиками, которые могут повлиять на зоотехнические показатели кормов. Изучение химического состава и питательной ценности кормовой массы этих сортов, а также содержания в них аминокислот является важным этапом в определении их эффективности и целесообразности использования при производстве кормов [2, 3, 10].

Совершенствование системы выращивания и создания устойчивых травостоев фестулолиума требует изучения зоотехнических качеств зеленой массы, которые в большей степени определяют качество кормов.

Целью данной работы является зоотехническая оценка качества кормов, получаемых на основе зеленой массы фестулолиума различных сортов, по таким ключевым параметрам, как содержание сырого протеина, клетчатки, зольных элементов, каротина, уровня обменной энергии и переваримого протеина. Кроме того, для получения более полного представления о питательной ценности кормов проанализирован их аминокислотный состав.

#### **Условия и методика проведения**

Полевые опыты по изучению продуктивности новых сортов фестулолиума были заложены в 2022–2024 гг. на полях УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

Почвы опытного участка представлены черноземом выщелоченным среднесуглинистым. Результаты агрохимического обследования показали, что реакция почвенной среды (рН<sub>кол.</sub>) – среднекислая, ее значения находятся в интервале от 4,85 до 5,03. Гидролитическая кислотность варьировала от 4,05 до 4,23 мг/кг почвы. По содержанию органического вещества почва характеризуется как малогумусная (4,22%). Содержание подвижных форм фосфора и калия в почве соответствует повышенному уровню – соответственно 141–146 и 95–107 мг/кг почвы. Содержание кальция варьирует в интервале от 19,0 до 19,3 мг/кг почвы, содержание магния – от 3,7 до 4,0 мг/кг почвы.

Предшественником фестулолиума была вико-овсяная смесь на зеленый корм.

При возделывании фестулолиума использовалась общепринятая для Центрально-Черноземного региона агротехника выращивания травостоев многолетних злаковых трав.

В качестве объектов исследования служили 5 сортов фестулолиума: ВИК 90, Пилигрим, Айвенго, Фест и Аллегро, созданные в ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса».

Все сорта прошли регистрацию, внесены в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений и допущены к возделыванию в Центральном Черноземье [1].

Посев опытных делянок проводился рядовым (15 см) способом селекционной сеялкой ССН-7 с нормой высева семян 8,0 кг/га.

Закладка опыта осуществлялась в четырехкратной повторности с рендомизированным размещением делянок. Учетная площадь делянки составляла 35 м<sup>2</sup>.

Все сопутствующие учеты и наблюдения выполняли в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [12].

**Результаты и их обсуждение**

В зависимости от преобладающих после скрещивания признаков, фестулолиум может относиться к райграсному или овсяничному морфотипу. Все изучаемые сорта относятся к райграсному морфотипу, отличаются высокой интенсивностью использования, быстро отрастают после скашивания или стравливания, имеют высокую урожайность и идеально подходят для пастбищ и сенокосов.

Сорта фестулолиума овсяничного морфотипа обладают такими преимуществами, как высокая засухоустойчивость, мощная корневая система, устойчивость к вытаптыванию и меньшая требовательность к плодородию почвы [1, 2, 3].

В течение трех лет проводились наблюдения за изменением зоотехнических показателей кормовой массы фестулолиума новых перспективных сортов. Образцы для анализа отбирались на травостоях разных лет жизни.

Результаты исследования показали, что зеленая масса таких сортов, как Фест и Аллегро, имеет преимущества по большинству изучаемых зоотехнических показателей, включая содержание сырого протеина, каротина, кормовых единиц и переваримого протеина, что делает их наиболее перспективными для использования в кормопроизводстве (табл. 1).

**Таблица 1. Химический состав и питательная ценность зеленой массы фестулолиума изучаемых сортов**

| Сорт                          | Сырой протеин, % СВ | Сырая клетчатка, % СВ | Сырая зола, % СВ | Кальций, г/кг СВ | Фосфор, г/кг СВ | Каротин, мг/кг СВ | Кормовые единицы | Обменная энергия, МДж/кг СВ | Переваримый протеин, г/кг СВ |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1-й год жизни (2022–2023 гг.) |                     |                       |                  |                  |                 |                   |                  |                             |                              |
| ВИК 90                        | 15,10               | 20,59                 | 12,35            | 5,85             | 5,40            | 145               | 0,61             | 9,35                        | 108                          |
| Пилигрим                      | 18,50               | 25,20                 | 12,15            | 7,60             | 5,80            | 142               | 0,75             | 9,85                        | 126                          |
| Айвенго                       | 17,20               | 28,50                 | 10,50            | 6,05             | 4,75            | 137               | 0,76             | 8,50                        | 115                          |
| Фест                          | 19,30               | 29,50                 | 10,40            | 5,80             | 5,25            | 165               | 0,79             | 9,75                        | 134                          |
| Аллегро                       | 19,10               | 37,10                 | 10,00            | 4,90             | 5,30            | 170               | 0,78             | 9,80                        | 130                          |
| 2-й год жизни (2023–2024 гг.) |                     |                       |                  |                  |                 |                   |                  |                             |                              |
| ВИК 90                        | 15,35               | 21,59                 | 12,48            | 5,91             | 5,45            | 150               | 0,63             | 9,39                        | 109                          |
| Пилигрим                      | 18,68               | 26,20                 | 12,29            | 7,68             | 5,88            | 144               | 0,77             | 9,91                        | 129                          |
| Айвенго                       | 17,35               | 29,53                 | 10,76            | 6,10             | 4,81            | 140               | 0,78             | 8,52                        | 117                          |
| Фест                          | 19,45               | 30,45                 | 10,58            | 5,84             | 5,27            | 169               | 0,81             | 9,81                        | 136                          |
| Аллегро                       | 19,33               | 38,13                 | 10,05            | 4,95             | 5,33            | 173               | 0,79             | 9,88                        | 132                          |
| 3-й год жизни (2024 г.)       |                     |                       |                  |                  |                 |                   |                  |                             |                              |
| ВИК 90                        | 15,45               | 22,10                 | 12,60            | 5,95             | 5,50            | 152               | 0,65             | 9,40                        | 110                          |
| Пилигрим                      | 18,80               | 26,50                 | 12,35            | 7,70             | 5,90            | 146               | 0,78             | 9,93                        | 130                          |
| Айвенго                       | 17,50               | 29,80                 | 10,80            | 6,15             | 4,85            | 141               | 0,79             | 8,55                        | 118                          |
| Фест                          | 19,50               | 30,70                 | 10,60            | 5,85             | 5,30            | 171               | 0,82             | 9,83                        | 137                          |
| Аллегро                       | 19,40               | 38,50                 | 10,10            | 5,00             | 5,35            | 175               | 0,80             | 9,89                        | 133                          |

Сорт Пилигрим выделяется по содержанию кальция (7,6–7,7 г/кг) и фосфора (5,8–5,9 г/кг), что делает его ценным для кормления животных, нуждающихся в повышенном содержании этих элементов. У других сортов показатели содержания кальция и фосфора несколько ниже, но их количество соответствует достаточному уровню для обеспечения потребностей сельскохозяйственных животных.

Сырая клетчатка растительных кормов способствует улучшению пищеварения у жвачных животных. В наших исследованиях ее содержание варьировало в зависимости от сорта. Наибольшее значение этого показателя отмечено у сорта Аллегро – 37,1–38,5%. Сорта Фест и Айвенго также имеют высокие значения этого показателя – соответственно 29,5–30,7% и 28,5–29,8%.

У изучаемых сортов содержание сырой золы находилось примерно на одном уровне, с незначительными колебаниями. Наибольшие значения этого показателя отмечены у сортов ВИК 90 (12,35–12,60%) и Пилигрим (12,15–12,35%), что может свидетельствовать о высоком содержании минеральных веществ в этих сортах.

Аминокислоты представляют собой органические соединения, которые непосредственно участвуют в формировании белков. Лизин необходим для синтеза белков, которые важны для роста мышц и костей, оказывает влияние на молочную продуктивность. Дефицит лизина приводит к снижению массы тела, замедлению роста и снижению качества продукции. Метионин необходим для синтеза белков и антиоксидантов, участвует в формировании скорлупы и синтезе яичного белка. Недостаток этой аминокислоты приводит к снижению яйценоскости, ухудшению качества шерсти овец и замедлению роста молодняка. Треонин важен для выработки иммунных белков, а также для слизистых оболочек. При недостатке треонина уменьшается устойчивость к болезням и страдает желудочно-кишечный тракт. Валин и изолейцин важны для энергетического обмена, восстановления тканей и роста мышц. Недостаток этих аминокислот приводит к ухудшению общего состояния животных и снижению мышечной массы. Все эти аминокислоты не вырабатываются в организме самостоятельно, поэтому они должны поступать с кормом.

На травостоях третьего года жизни был определен аминокислотный состав кормовой массы фестулолиума изучаемых сортов. Сорт Фест выделяется среди других сортов фестулолиума по содержанию всех представленных аминокислот, что делает его наиболее перспективным для использования в кормопроизводстве. Сорта Пилигрим и Аллегро также демонстрируют высокие показатели, близкие к сорту Фест, что позволяет рассматривать их как альтернативные варианты. Сорт Айвенго имеет среднее содержание аминокислот, а сорт ВИК 90 имеет самые низкие значения, что может ограничивать его применение в кормах с высокими требованиями к аминокислотному составу (табл. 2).

**Таблица 2. Аминокислотный состав зеленой массы фестулолиума изучаемых сортов, г/кг СВ (2023 г.)**

| Сорт     | Лизин | Метионин | Треонин | Валин | Изолейцин |
|----------|-------|----------|---------|-------|-----------|
| ВИК 90   | 6,5   | 2,5      | 4,8     | 5,2   | 4,9       |
| Пилигрим | 7,1   | 2,7      | 5,1     | 5,5   | 5,3       |
| Айвенго  | 6,8   | 2,6      | 4,9     | 5,3   | 5,0       |
| Фест     | 7,3   | 2,8      | 5,3     | 5,6   | 5,4       |
| Аллегро  | 7,2   | 2,7      | 5,2     | 5,4   | 5,3       |

Наибольшее содержание лизина (7,3 г/кг СВ) отмечено у сорта Фест, а наименьшее (6,5 г/кг СВ) – у сорта ВИК 90. Сорта Пилигрим и Аллегро также имеют высокое содержание лизина, близкое к сорту Фест (соответственно 7,1 и 6,8 г/кг СВ). Содержание метионина варьирует от 2,5 г/кг СВ у сорта ВИК 90 до 2,8 г/кг СВ у сорта Фест. Сорта Пилигрим, Айвенго и Аллегро показывают схожие значения, близкие к максимальному показателю (соответственно 2,7, 2,6 и 2,7 г/кг СВ). Наибольшее количество треонина (5,3 г/кг СВ) отмечено у сорта Фест, а наименьшее (4,8 г/кг СВ) – у сорта ВИК 90. Сорта Пилигрим (5,1 г/кг СВ), Айвенго (4,9 г/кг СВ) и Аллегро (5,2 г/кг СВ) занимают промежуточные позиции, причем сорт Аллегро близок к сорту Фест по этому показателю. Содержание валина колеблется от 5,2 г/кг СВ у сорта ВИК 90 до 5,6 г/кг СВ у сорта Фест. Наибольшее содержание изолейцина (5,4 г/кг СВ) отмечено у сорта Фест, а наименьшее (4,9 г/кг СВ) – у сорта ВИК 90. Сорта Пилигрим (5,3 г/кг СВ), Айвенго (5,0 г/кг СВ) и Аллегро (5,3 г/кг СВ) занимают промежуточные позиции, причем сорта Пилигрим и Аллегро близки к сорту Фест по этому показателю.

### **Заключение**

Фестулолиум – это перспективная кормовая культура, которая сочетает в себе устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям и высокую урожайность. Преимущества перед другими многолетними мятликовыми травами позволяют считать его одним из лучших компонентов в системе кормопроизводства, особенно в регионах с нестабильными климатическими условиями. Включение зеленой массы этой культуры в состав кормов для сельскохозяйственных животных повышает их питательную ценность. При соблюдении оптимальных условий выращивания можно получать высококачественные корма для сельскохозяйственных животных, что будет способствовать повышению продуктивности и укреплению их здоровья.

Проведенные исследования показали, что фестулолиум, благодаря своим уникальным свойствам, является ценным ресурсом в кормопроизводстве. Сорта ВИК 90, Пилигрим, Айвенго, Фест и Аллегро продемонстрировали высокие зоотехнические показатели, подтвердив свою пригодность для различных групп животных.

Каждый сорт имеет свои особенности, которые позволяют адаптировать его использование к конкретным потребностям животноводства.

Такие сорта, как Фест и Аллегро, отличаются повышенным содержанием сырого протеина и, как следствие, в их кормовой массе отмечено большее количество важных аминокислот, необходимых для роста и развития животных, а также повышения их продуктивности, что особенно важно для молодняка и высокопродуктивных дойных коров. Сорта Пилигрим и Айвенго отличаются высоким содержанием клетчатки, что способствует улучшению пищеварения у жвачных животных, снижению риска нарушения обмена веществ.

Основываясь на полученных данных, можно рекомендовать использовать:

- сорт ВИК-90 – в сбалансированных рационах;
- сорт Пилигрим – как оптимальный для кормления молодых и высокопродуктивных животных;
- сорт Айвенго – для улучшения пищеварения жвачных животных;
- сорт Фест – как универсальный корм для различных групп животных;
- сорт Аллегро – для улучшения качества молока молочных коров.

Практическое использование фестулолиума различных сортов в кормопроизводстве позволяет повысить эффективность кормления и продуктивность животных.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение долгосрочного воздействия кормов, получаемых на основе этой культуры, на продуктивность и здоровье животных, а также на создание новых сортов с еще более высокой питательной ценностью и устойчивостью.

---

**Список источников**

1. Государственный реестр охраняемых селекционных достижений [Электронный ресурс]. URL <https://gossortrf.ru/registry/> (дата обращения: 26.01.2025).
2. Золотарев В.Н., Трухан О.В. Биологические особенности и хозяйственно полезные качества нового сорта фестулолиума Айвенго // Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 110-летию Пермского НИИСХ (Пермь, 05–07 июля 2023 г.). Пермь: Издательство «От и До», 2023. С. 235–239.
3. Золотарев В.Н., Трухан О.В., Коровина В.Л. Отличительные особенности нового сорта фестулолиума Айвенго // Адаптивное кормопроизводство. 2023. № 1. С. 6–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-6-20.
4. Калинин Е.А., Галиуллин А.А. Кормовая продуктивность фестулолиума в зависимости от приемов возделывания // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей XI международной научно-практической конференции (Пенза, 15–16 марта 2023 г.). Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 77–82.
5. Кашеваров Н.И., Садохина Т.А. Перспективы использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48, № 6. С. 56–62. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-8.
6. Климов А.А., Куренкова Е.М., Лазарев Н.Н. Фестулолиум – перспективная кормовая культура // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова (Москва, 06–08 июня 2022 г.). Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. С. 190–194.
7. Кондратов В.В. Химический состав, питательная ценность и урожай зеленой массы фестулолиума // Инновационные технологии производства зерновых, зернобобовых, технических и кормовых культур: юбилейный сборник научных трудов научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора В.А. Федотова (Воронеж, 28 ноября 2016 г.). Воронеж: ФГБОУ Воронежский ГАУ, 2016. С. 197–204.
8. Куликов З.А., Переправо Н.И. Особенности семеноводства различных сортов фестулолиума // Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции (Орел, 17–18 ноября 2015 г.). Орел: ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 2015. С. 83–87.
9. Образцов В.Н., Щедрина Д.И., Кадыров С.В. Фестулолиум в травосмесях с бобовыми травами // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 3(70). С. 70–76. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_3\_70.
10. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Фестулолиум (*Festulolium*) – новая культура в луговом кормопроизводстве // Кадры для АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции по вопросам подготовки кадров для научного обеспечения развития АПК (Белгород, 12–13 ноября 2020 г.). Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2020. С. 190–191.
11. Фокин И.В. Изменения химического состава фестулолиума ВИК-90 в процессе вегетации на торфяниках северо-востока России // Кормопроизводство. 2012. № 2. С. 18–19.
12. Шпаков А.С., Новоселов Ю.К., Харьков Г.Д. и др. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: ВНИИ кормопроизводства, 1983. 197 с.

**References**

1. Plant Variety Protection State Register. URL: <https://gossortrf.ru/registry/>. (In Russ.).
2. Zolotarev V.N., Trukhan O.V. Biological features and economically useful qualities of a new variety of *Festulolium* Ivanhoe. In: Development of modern farming and livestock farming systems ensuring environmental safety: Proceedings of the All-Russian Research Conference with International Participation Dedicated to the 110<sup>th</sup> anniversary of Perm Research Institute of Agriculture (Perm, July 5-7, 2023). Perm: Ot i Do Publishing House; 2023:235-239. (In Russ.).
3. Zolotarev V.N., Trukhan O.V., Korovina V.L. Distinctive features of the new variety *Festulolium* Ivanhoe. *Adaptive Fodder Production*. 2023;1:6-20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-6-20. (In Russ.).
4. Kalinichev E.A., Galiullin A.A. Feed productivity of *Festulolium* depending on cultivation methods. In: Innovative technologies in the Agro-Industrial Complex: theory and practice: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Penza, March 15-16, 2023). Penza: Penza State Agrarian University Publishers; 2023:77-82. (In Russ.).
5. Kashevarov N.I., Sadokhina T.A. Prospects for the use of *Festulolium* in fodder production of Siberia. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2018;6:56-62. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-8. (In Russ.).
6. Klimov A.A., Kurenkova E.M., Lazarev N.N. *Festulolium* is a promising fodder crop. In: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference of Young Scientists and Specialists Dedicated to the 135<sup>th</sup> anniversary of the Birth of A.N. Kostyakov (Moscow, June 06-08, 2022). Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy Publishers; 2022:190-194. (In Russ.).
7. Kondratov V.V. Chemical composition, nutritional value and yield of green mass of *Festulolium*. In: Innovative Technologies for the Production of Grain, Legumes, Industrial and Fodder Crops: Anniversary Collection of Research Papers of the Research-to-Practice Conference Dedicated to the 80<sup>th</sup> anniversary of the Birth of Professor V.A. Fedotov (Voronezh, November 28, 2016). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2016:197-204. (In Russ.).
8. Kulikov Z.A., Perepravo N.I. Features of seed production of different varieties of *Festulolium*. In: Increasing the Efficiency of Agricultural Science in Modern Conditions: International Research-to-Practice Conference (Orel, November 17-18, 2015). Orel: FGBNU All-Russian Research Institute of Legumes and Cereal Crops Publishers; 2015:83-87. (In Russ.).
9. Obraztsov V.N., Shchedrina D.I., Kadyrov S.V. *Festulolium* in grass mixtures with leguminous grasses. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(3):70-76. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_3\_70. (In Russ.).
10. Privalova K.N., Karimov R.R. *Festulolium* is a new crop in meadow forage production. In: Personnel for Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Belgorod, November 12-13, 2020). Belgorod: Belgorod State University, Belgorod State National Research University Publishers; 2020:190-191. (In Russ.).
11. Fokin I.V. Changes in chemical composition of *Festulolium* VIK-90 during the vegetation processes in peat bogs in the North-East of Russia. *Kormoproizvodstvo*. 2012;2:18-19. (In Russ.).
12. Shpakov A.S., Novoselov Yu.K., Kharkov G.D. et al. Methodological basis of field experiments with forage crops. Moscow: All-Russian Williams Research Institution of Forage Production Publishers; 1983. 197 p. (In Russ.).

**Информация об авторах**

Д.Н. Пищулин – аспирант кафедры растениеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [pichulin1997@gmail.ru](mailto:pichulin1997@gmail.ru).

В.Н. Образцов – доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой растениеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [ovennn@mail.ru](mailto:ovennn@mail.ru).

**Information about the authors**

D.N. Pishchulin, Postgraduate Student, the Dept. of Crop Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [pichulin1997@gmail.ru](mailto:pichulin1997@gmail.ru).

V.N. Obraztsov, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Crop Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [ovennn@mail.ru](mailto:ovennn@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; одобрена после рецензирования 26.04.2025; принята к публикации 28.04.2025.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 26.04.2025; accepted for publication 28.04.2025.

© Пищулин Д.Н., Образцов В.Н., 2025

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

Научная статья

УДК 631.445.42:631.8:577.15

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_28

EDN: NBRADV

### Влияние длительного применения систем удобрения и дефеката на активность уреазы чернозема выщелоченного

Александра Геннадьевна Усова<sup>1✉</sup>, Константин Егорович Стекольников<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> [aleksa.mei@yandex.ru](mailto:aleksa.mei@yandex.ru)✉

**Аннотация.** Процессы деградации почв чрезвычайно разнообразны, степень их развития может различаться даже в пределах отдельных подтипов почв. Деградация почв выявляется при регулярном мониторинге плодородия почв. Вид и степень проявления деградации традиционно определяются по данным химических анализов почвы. Ферментативная активность почв может быть использована для оценки состояния пахотных почв. Представлены результаты исследования, выполненного в 2020–2023 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ, на участке кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, который является частью длительного стационарного опыта, заложенного в 1987 г. на черноземе выщелоченном малогумусном маломощном тяжелосуглинистом с целью выявления влияния длительного применения систем удобрения и дефеката на активность уреазы. Вносили: минеральные удобрения – по схеме опыта, навоз – в черном пару. Что касается дефеката, то его внесение было предусмотрено схемой длительного стационарного опыта – в начале первой (1987 г.), третьей (1999 г.) и четвертой (2005 г.) ротаций севооборота, следовательно, изучали не прямое, а отдаленное последствие дефеката. Установлено, что длительное применение разных систем удобрения существенно снижало активность уреазы за период наблюдений. На вариантах с последствием дефеката анализируемый показатель оставался выше, чем на контроле за весь период наблюдений. Активность уреазы была максимальной в верхней части профиля в пределах гумусового горизонта, что вполне согласуется с ранее опубликованными данными. Внесение удобрений снижало, а дефеката повышало активность уреазы даже в отдаленном последствии (с момента последнего его внесения в 2005 г. прошло 15 лет). Между активностью уреазы и содержанием подвижного железа выявлена преимущественно отрицательная связь, изменяющаяся от слабой до тесной. Выявлено, что для оперативной диагностики неблагоприятного антропогенного воздействия на почву следует использовать такой показатель, как активность уреазы.

**Ключевые слова:** деградация, антропогенное воздействие, системы удобрения, активность уреазы, подвижная форма железа, чернозем выщелоченный

**Для цитирования:** Усова А.Г., Стекольников К.Е. Влияние длительного применения систем удобрения и дефеката на активность уреазы чернозема выщелоченного // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 28–36. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_28-36](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_28-36).

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

Original article

### The effect of long-term fertilizer application systems and defecate on the urease activity in leached chernozem

Aleksandra G. Usova<sup>1✉</sup>, Konstantin E. Stekolnikov<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> [aleksa.mei@yandex.ru](mailto:aleksa.mei@yandex.ru)✉

**Abstract.** The processes of soil degradation are extremely diverse and the degree of their development may vary even within individual subtypes of soils. Soil degradation is detected by regular monitoring of soil fertility. The type and degree of degradation are traditionally determined by chemical analysis of the soil. The enzymatic activity of soils can be used to assess the condition of arable fields. The authors present the results of a study carried out in 2020–2023 on the

territory of the Agrotechnology Educational, Research & Technological Center of Voronezh State Agrarian University, at the site of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, which is part of a long-term stationary experiment laid down in 1987 on leached low-humic heavy loam minor chernozem in order to identify the effect of long-term fertilizer application system and defecate on the activity of urease. Mineral fertilizers were applied according to the experimental scheme, manure was introduced in black fallow. As for defecate, its introduction was provided for by the scheme of a long-term stationary experiment, i.e. at the beginning of the first (1987), third (1999) and fourth (2005) cycle of crop rotation, therefore, not the direct, but the long-term defecate aftereffect was studied. It was found that long-term use of different fertilizer systems significantly reduced the activity of urease during the observation period. In the variants with defecate aftereffect, the analyzed indicator remained higher than in the control for the entire observation period. The activity of urease was the highest in the upper part of the profile within the humus profile, which is quite consistent with previously published data. Fertilization reduced the activity of urease, but defecate application increased this indicator even in the long-term aftereffect (15 years have passed since its last application in 2005). A predominantly negative relationship was found between the urease activity and the content of mobile iron, varying from weak to close. It has been revealed that for the rapid diagnosis of adverse anthropogenic effects on the soil, such indicator as urease activity should be used.

**Key words:** degradation, anthropogenic impact, fertilizer systems, urease activity, mobile iron fraction, leached chernozem

**For citation:** Usova A.G., Stekolnikov K.E. The effect of long-term fertilizer application system and defecate on the urease activity in leached chernozem. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):28-36. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_28-36](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_28-36).

## Введение

Начиная с середины прошлого столетия ученые и практики стали выявлять процессы, снижающие уровень плодородия пахотных почв. Эти процессы деградации почв были обусловлены разными факторами, но они развиваются повсеместно. Скорость деградации почв возрастает с усилением антропогенного фактора и приобретает планетарный масштаб.

Процессы деградации почв чрезвычайно разнообразны и степень их развития может различаться даже в пределах отдельных подтипов почв. Деградация почв выявляется при регулярном мониторинге плодородия почв. В России он выполняется агрохимическими центрами, проводящими туры обследований через 5 лет. Вид и степень проявления деградации традиционно определяется по данным химических анализов почвы. По предложению И.А. Крупеникова сначала выделяли 13 видов деградации, последний вариант классификации после доработки включает 40 видов деградации черноземов [6]. Ученый-почвовед выделил эти виды, объединив их в пять типов, в основу разделения положил элементарные почвенные процессы, их ускорение, замедления и искажения как причины деградаций, а также негативные трансформации биосферно-экологических функций и плодородия как следствие деградаций.

За исключением эрозии, самого наглядного и разрушительного вида деградации, диагностика типа деградации и ее степени – процесс, требующий больших затрат времени и средств. В этой связи весьма актуальным является поиск альтернативных методов диагностики деградационных процессов в почвах. Одним из перспективных является биологический метод. Из биологических критериев оценки деградации почвы и степени ее проявления наиболее оперативными выступают биохимические показатели, которые дают достоверные сведения о динамике важнейших ферментативных процессов в почве: синтезе и разложении органического вещества, нитрификации и др.

Высокая эффективность мониторинга и диагностики состояния почв с помощью показателей ферментативной активности доказана многолетними исследованиями [7, 8]. Для диагностики состояния почв, находящихся в сельскохозяйственном обороте, используют активность таких гидролитических ферментов, как инвертаза, фосфатаза и уреазы.

Мочевина является одной из распространенных форм азота и играет важную роль в минеральном питании растений. Однако накопление ее в воде и почве оказывает токсическое воздействие на живые организмы. Если бы в окружающей среде отсутствовали процессы деградации мочевины, гидросфера Земли очень быстро была бы перенасыщена этим азотистым соединением. Но в природе (почве, воде и т. п.) присутствуют микроорганизмы, способные вырабатывать фермент, активно гидролизующий поступающую мочевину. Этот фермент, называемый уреазой (систематическое название: уреоамидогидролаза), выполняет поистине глобальную роль, катализируя реакцию разрушения мочевины по следующей схеме:



Уреаза – гидролитический фермент из группы амидаз, обладающий специфическим свойством катализировать гидролиз мочевины (карбамида) до диоксида углерода и аммиака [2–5]. Продукты деструкции мочевины – диоксид углерода и аммоний – могут включаться в питательные циклы растений [10–12].

Аммонийный азот является одной из доступных растениям форм минерального азота. В почвах аммонийный азот вовлекается в обменные процессы с почвенным поглощающим комплексом (ППК) и способен необменно закрепляться смешанослойными минералами с подвижной кристаллической решеткой [7].

#### **Методика эксперимента**

Исследование выполняли в 2020–2023 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета, на участке кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, который является частью длительного стационарного опыта по определению влияния удобрений и мелиорантов, заложенного в 1987 г.

По мощности гумусного слоя почва стационара маломощная, а по содержанию гумуса в пахотном слое – малогумусная. По величине рН водной вытяжки почва нейтральная, что нехарактерно для данного подтипа чернозема. Это обусловлено высоким уровнем залегания границы вскипания – практически в пределах гумусного горизонта.

Схема опыта включает 15 вариантов, но для выполнения исследований были выбраны следующие:

- 1 – пар;
- 2 – органический фон, 40 т/га навоза крупнорогатого скота;
- 3 – фон + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>;
- 5 – фон + N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;
- 13 – фон + дефекаат;
- 15 – дефекаат + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Вносили: минеральные удобрения – по схеме опыта, навоз – в черном пару. Что касается дефекаата, то его внесение было предусмотрено схемой длительного стационарного опыта – в начале первой (1987 г.), третьей (1999 г.) и четвертой (2005 г.) ротаций севооборота в дозе 22 т/га дефекаата на 13-м и 15-м вариантах [9]. Следовательно, проводили изучение не прямого, а отдаленного последствия дефекаата.

Активность уреазы определяли по методу А.Ш. Галстяна [1]. Измерение активности фермента для каждого образца почвы проводили в трех повторностях.

Подвижные формы железа определяли по В.Г. Мамонтову [7].

Образцы почв отбирались до глубины 1 м с шагом 20 см.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Excel.

**Результаты и их обсуждение**

Полученные экспериментальные данные, отражающие активность уреазы, приведены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2.

**Таблица 1. Влияние систем удобрения и дефеката на активность уреазы, мг NH<sub>3</sub> на 10 г почвы за 24 часа**

| Вариант            | Слой, см | Год  |      |      |      | Среднее |
|--------------------|----------|------|------|------|------|---------|
|                    |          | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |         |
| Контроль           | 0–20     | 20,2 | 23,0 | 36,2 | 32,6 | 28,0    |
|                    | 20–40    | 9,4  | 5,7  | 16,4 | 13,8 | 11,3    |
|                    | 40–60    | 6,4  | 5,6  | 6,4  | 10,8 | 7,3     |
|                    | 60–80    | 7,2  | 4,7  | 3,5  | 8,3  | 5,9     |
|                    | 80–100   | 6,0  | 4,1  | 2,5  | 4,7  | 4,3     |
| Фон органический   | 0–20     | 16,2 | 17,2 | 25,8 | 33,8 | 23,2    |
|                    | 20–40    | 10,4 | 3,2  | 11,5 | 16,6 | 10,4    |
|                    | 40–60    | 10,9 | 6,4  | 6,2  | 4,7  | 7,0     |
|                    | 60–80    | 5,4  | 7,5  | 9,0  | 3,0  | 6,2     |
|                    | 80–100   | 4,4  | 8,6  | 7,5  | 3,1  | 5,9     |
| Фон + 1NPK         | 0–20     | 24,6 | 18,4 | 18,4 | 34,2 | 23,9    |
|                    | 20–40    | 10,7 | 5,1  | 5,6  | 16,3 | 9,4     |
|                    | 40–60    | 5,4  | 1,8  | 7,4  | 4,8  | 4,8     |
|                    | 60–80    | 3,9  | 1,7  | 6,3  | 2,9  | 3,7     |
|                    | 80–100   | 3,2  | 8,0  | 5,3  | 3,2  | 4,9     |
| Фон + 2NPK         | 0–20     | 23,4 | 16,2 | 9,8  | 36,0 | 18,8    |
|                    | 20–40    | 15,2 | 2,3  | 5,2  | 14,6 | 9,3     |
|                    | 40–60    | 11,0 | 5,4  | 6,9  | 3,3  | 6,6     |
|                    | 60–80    | 7,4  | 4,1  | 8,4  | 3,2  | 5,8     |
|                    | 80–100   | 4,5  | 2,9  | 3,8  | 2,5  | 3,4     |
| Фон + дефекат      | 0–20     | 22,6 | 32,6 | 51,6 | 37,0 | 35,9    |
|                    | 20–40    | 14,1 | 16,1 | 22,5 | 23,5 | 19,0    |
|                    | 40–60    | 6,0  | 8,8  | 11,8 | 5,6  | 8,0     |
|                    | 60–80    | 6,1  | 5,2  | 16,0 | 3,4  | 7,7     |
|                    | 80–100   | 5,5  | 3,8  | 15,9 | 4,5  | 7,4     |
| Дефекат + 1NPK     | 0–20     | 34,2 | 29,6 | 28,2 | 46,2 | 34,5    |
|                    | 20–40    | 12,5 | 11,0 | 15,0 | 20,1 | 14,6    |
|                    | 40–60    | 5,7  | 10,3 | 11,9 | 4,8  | 8,2     |
|                    | 60–80    | 4,9  | 3,8  | 5,7  | 4,8  | 4,8     |
|                    | 80–100   | 5,8  | 7,6  | 4,6  | 5,4  | 5,8     |
| НСП <sub>095</sub> |          | 0,19 |      |      |      |         |

Как следует из данных таблицы 1, активность уреазы варьирует в широких пределах как по годам наблюдений, так и по вариантам опыта, прогрессивно снижаясь вниз по профилю, при этом минимальные значения отмечены в 2021 г., максимальные – в 2023 г.

Высокие значения активности уреазы можно объяснить тем, что органические удобрения (навоз крупного рогатого скота, обогащенный мочевиной) вносили в черном пару.

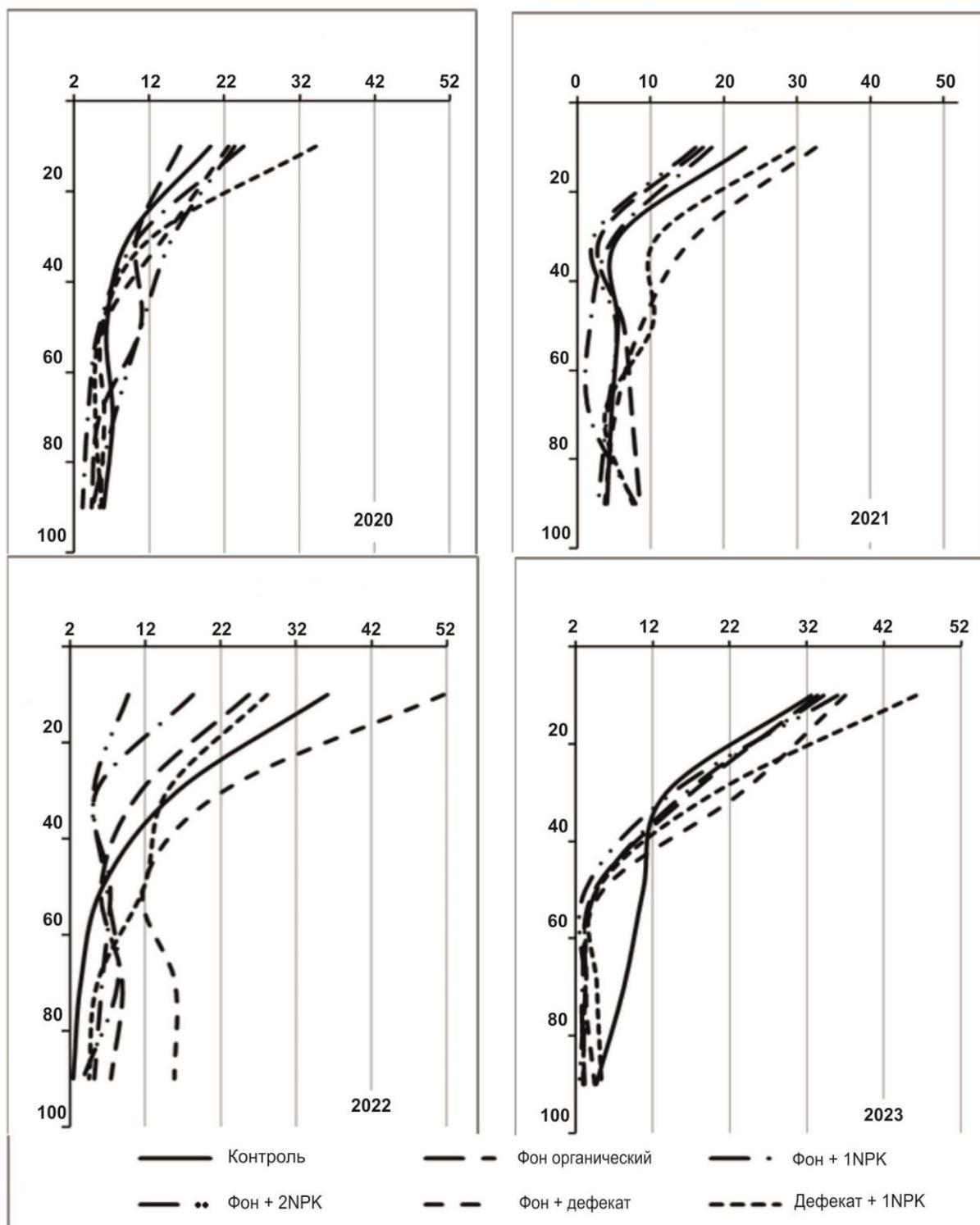


Рис. 1. Влияние систем удобрений и дефеката на активность уреазы в черноземе выщелоченном, мг  $\text{NH}_3$  на 10 г почвы за 24 часа

В качестве общего вывода следует отметить, что активность уреазы была максимальной в верхней части профиля в пределах гумусового горизонта, что вполне согласуется с ранее опубликованными данными. Внесение удобрений снижало активность уреазы, а дефекат повышал, даже в отдаленном последствии, ведь с момента последнего его внесения в 2005 г. прошло 15 лет. Данный факт работает в пользу применения дефеката, так как спустя почти три ротации севооборота сохраняется его положительное действие. В наиболее наглядном виде это представлено на рисунке 2.

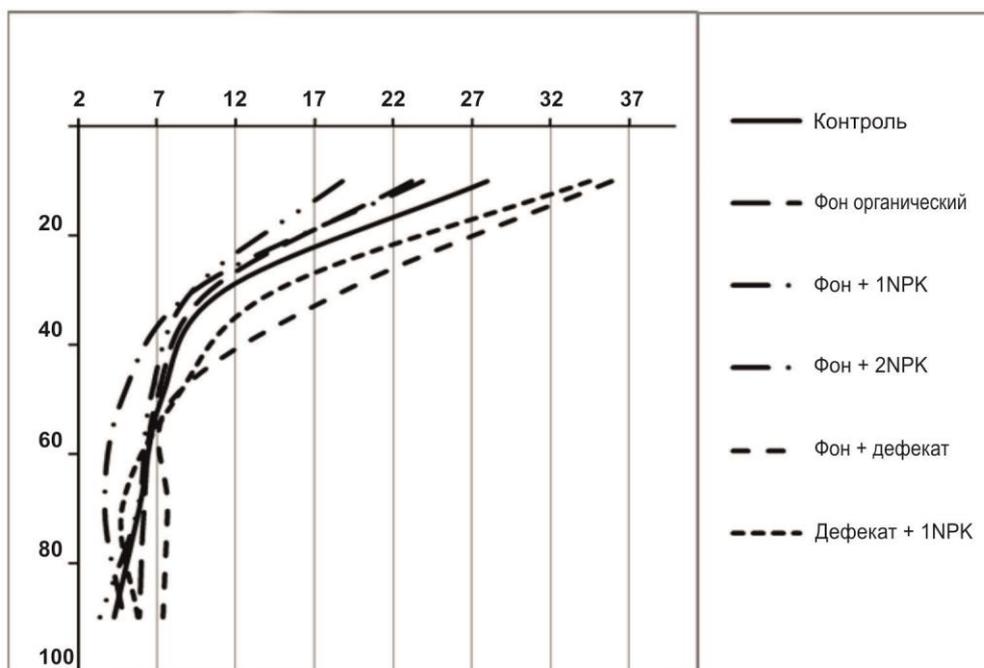


Рис. 2. Влияние удобрений и дефеката на активность уреазы по средним данным за 2020–2023 гг., мг NH<sub>3</sub> на 10 г почвы за 24 часа

Как следует из данных рисунка 2, по активности уреазы в пахотном слое варианты опыта формируют три группы: с максимальной активностью – варианты с дефекатом, с минимальной активностью – вариант органоминеральной системы удобрения с двойной дозой минеральных удобрений и промежуточная группа – варианты контроля, органической и органоминеральной с одинарной дозой минеральных удобрений системой удобрения. Характер распределения активности уреазы по профилю прогрессивно убывающий на всех вариантах опыта. Отметим, что выявленная группировка вариантов опыта по активности уреазы сохраняется и в нижней части профиля.

Железо играет важную роль в процессах роста и развития растений. В настоящее время растет число исследований в области питания растений железом, как и изучение молекулярных механизмов регуляции железа в растениях. Показано, что железо является и элементом питания, и активным регулятором многих почвенных процессов, в том числе и окислительно-восстановительных, участвует и во многом определяет и микробиологические процессы. По мнению Я.В. Пейве, по своей активности в биохимических ферментативных реакциях железо можно отнести к элементам-биокатализаторам. В этом отношении его можно сравнить с микроэлементами [8].

В черноземных почвах содержание железа достигает 4–6% [8], причем этот элемент довольно равномерно распределяется по генетическим горизонтам, особенно в автоморфных почвах. В связи с вышеизложенным представляет интерес выявление связи содержания подвижных форм железа с активностью уреазы. Нами рассчитаны коэффициенты корреляции связи активности каталазы с содержанием подвижного железа. Данные представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2. Корреляция активности уреазы с содержанием подвижного железа

| Слой, см | $r$ уреазы/ $\text{FeO} + \text{F}_2\text{O}_3$ , мг/100 г почвы |                  |            |            |               |                |
|----------|--|------------------|------------|------------|---------------|----------------|
|          | Контроль   | Фон органический | Фон + 1NPK | Фон + 2NPK | Фон + дефекат | Дефекат + 1NPK |
| 0–20     | –0,98  | –0,88            | 0,35       | –0,13      | –0,88         | –0,37          |
| 20–40    | –0,98  | –0,81            | –0,44      | –0,37      | –0,98         | –0,84          |
| 40–60    | –0,61  | 0,58             | –0,71      | 0,13       | –0,18         | 0,08           |
| 60–80    | –0,08  | 0,11             | –0,78      | 0,01       | –0,47         | –0,73          |
| 80–100   | 0,55   | 0,57             | 0,35       | 0,62       | –0,46         | 0,59           |

Как следует из полученных данных, активность уреазы имеет преимущественно отрицательную связь с содержанием подвижного железа. Отмечена прямая связь в слое 80–100 см практически на всех вариантах опыта за исключением варианта с дефекатом по органическому фону. В слоях 0–20 и 20–40 см связь активности уреазы с содержанием подвижного железа преимущественно тесная отрицательная. В наиболее наглядном виде полученные результаты представлены на рисунке 3.

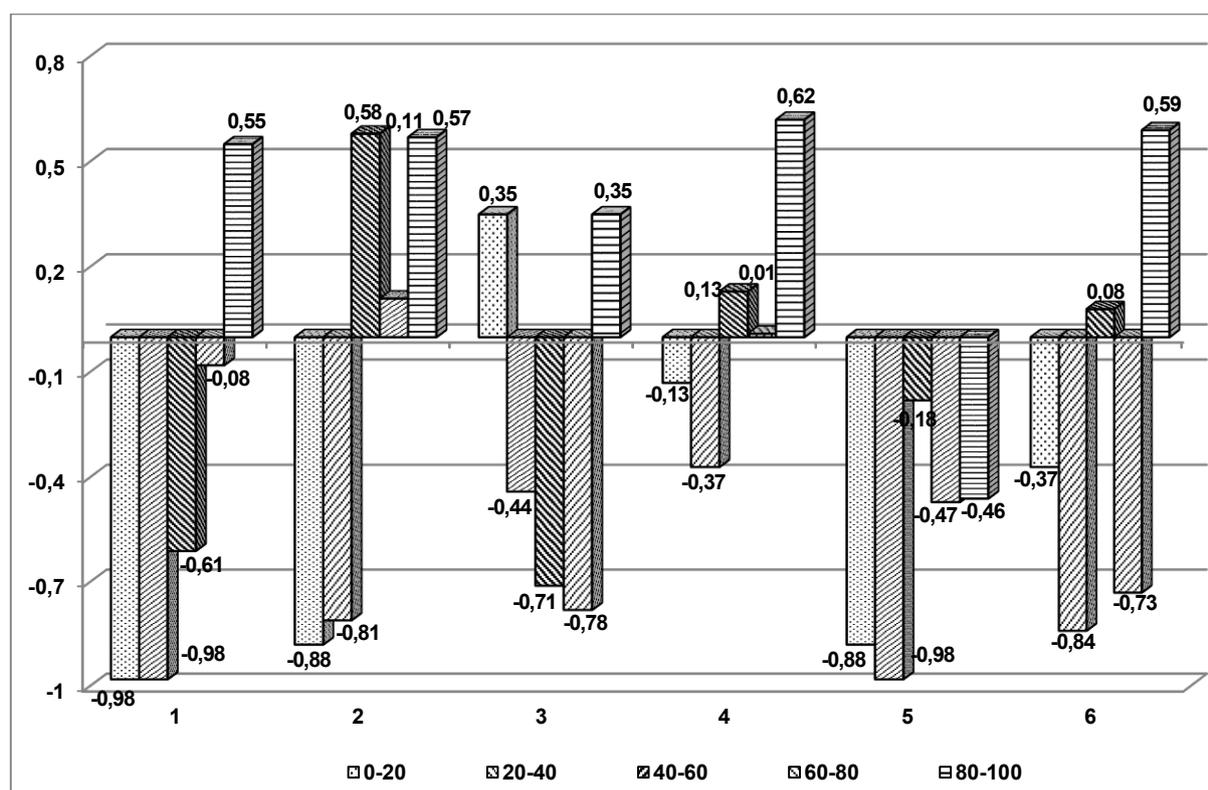


Рис. 3. Связь активности уреазы с содержанием  $\text{FeO} + \text{F}_2\text{O}_3$ , мг/100 г почвы: 1 – контроль (фон); 2 – фон органический; 3 – фон + 1NPK; 4 – фон + 2NPK; 5 – фон + дефекат; 6 – дефекат + 1 NPK

Так, на контроле связь активности каталазы с содержанием в пределах гумусового горизонта подвижного железа варьирует от  $r = -0,98$  до  $r = -0,61$ , т. е. снижается от тесной в верхней части этого горизонта до средней в нижней. На варианте органического фона связь активности уреазы с содержанием подвижного железа в слоях 0–20 и 20–40 см отрицательная тесная – соответственно  $r = -0,88$  и  $r = -0,81$ . В слоях 40–60 и 80–10 см она прямая средняя – соответственно  $r = 0,58$  и  $r = 0,57$ , а в слое 40–60 см она отсутствует.

На варианте органоминеральной системы удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений связь активности уреазы с содержанием подвижного железа в слоях 0–20 и 80–100 см прямая слабая ( $r = 0,35$ ), а в слое 20–60 см изменяется от отрицательной слабой ( $r = -0,44$ ) до тесной ( $r = -0,78$ ). На варианте органоминеральной системы удобрения выявлена самая слабая связь активности уреазы с содержанием подвижного железа.

На варианте с дефекатом по органическому фону связь активности уреазы с содержанием подвижного железа отрицательная по всему профилю и варьирует от тесной в слое 0–40 см ( $r = -0,98$ ) до слабой в слоях 60–80 и 80–100 см (соответственно  $r = -0,47$  и  $r = -0,46$ ). В слое 40–60 см связь отсутствует. На варианте с дефекатом совместно с одинарной дозой минеральных удобрений связь активности уреазы с содержанием подвижного железа изменяется от слабой отрицательной в слое 0–20 см ( $r = -0,37$ ) до тесной в слое 60–80 см ( $r = -0,84$ ). В слое 80–100 см она прямая средняя ( $r = 0,59$ ).

### **Выводы**

1. Длительное применение разных систем удобрения существенно снижало активность уреазы за период наблюдений. На вариантах с последствием дефеката активность уреазы оставалась выше, чем на контроле за весь период наблюдений.

2. Активность уреазы была максимальной в верхней части профиля в пределах гумусового горизонта, что согласуется с ранее опубликованными данными. Внесение удобрений снижало активность уреазы, а дефекат повышал активность даже в отдаленном последствии (с момента последнего его внесения в 2005 г. прошло 15 лет).

3. Установлено, что между активностью уреазы и содержанием подвижного железа существует преимущественно отрицательная связь, варьирующая от слабой до тесной.

4. Для оперативной диагностики неблагоприятного антропогенного воздействия на почву следует использовать активность уреазы.

---

---

### **Список источников**

1. Галстян А.Ш. Определение активности ферментов почв: методические указания. Ереван: [б. и.], 1978. 55 с.
2. Девятова Т.А., Крамарева Т.Н. Биодиагностика почв: для студентов высших учебных заведений. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского госуниверситета, 2008. 140 с.
3. Девятова Т.А. Ферментативная активность чернозема выщелоченного при длительном систематическом применении удобрений // Агрехимия. 2006. № 1. С. 12–15.
4. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований: монография. Ростов-на-Дону; Ростовский государственный университет, 2003. 204 с.
5. Козлов А.В. Методы почвенной микробиологии и энзимологии в экосистемных исследованиях: учебное пособие. Москва: Плодородие, 2023. 152 с.

6. Крупеников И.А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Киев: Pontos, 2008. 265 с.
7. Мамонтов В.Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 326 с.
8. Пейве Я.В. Биохимия почв. Москва: Сельхозгиз, 1961. 421 с.
9. Стекольников К.Е. Карбонатно-кальциевый режим и гумусовое состояние черноземов лесостепи ЦЧЗ: автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.02.13. Воронеж, 2011. 48 с.
10. Терехова В.А. Биодиагностика и оценка воздействий на окружающую среду: учебное пособие. Москва: Изд-во ГЕОС, 2023. 102 с.
11. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. Москва: Наука, 2005. 252 с.
12. Хазиев Ф.Х. Экологические связи ферментативной активности почв // Экобиотех. 2018. Т. 1, № 2. С. 80–92.

## References

1. Galstyan A.Sh. Determination of the activity of soil enzymes: methodological guidelines. Yerevan: [Sine Loco]; 1978. 55 p. (In Russ.).
2. Devyatova T.A., Kramareva T.N. Biodiagnostics of soils: for students of higher educational institutions. Voronezh: Publishing and Polygraphic Center of Voronezh State University; 2008. 140 p. (In Russ.).
3. Devyatova T.A. Enzymatic activity of leached chernozem upon long-term application of fertilizers. *Agrohimia*. 2006;1:12-15. (In Russ.).
4. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biological diagnostics and indication of soils: the methodology and methods of researches: monograph. Rostov-on-Don; Rostov State University Publishers; 2003. 204 p. (In Russ.).
5. Kozlov A.V. Methods of soil microbiology and enzymology in ecosystem research: textbook. Moscow: Plodorodie Publishers; 2023. 152 p. (In Russ.).
6. Krupenikov I.A. Chernozems. Emergence, perfection, the tragedy of degradation, ways of protection and revival. Kyiv: Pontos Publishers; 2008. 265 p. (In Russ.).
7. Mamontov V.G. Chemical analysis of soils and analytical data application. Laboratory Practicum. 2<sup>nd</sup> edition, stereotyped. Saint Petersburg: Lan Publishers; 2019. 326 p. (In Russ.).
8. Peive Ya.V. Biochemistry of soils. Moscow: Selkhozgiz Publishers; 1961. 421 p. (In Russ.).
9. Stekolnikov K.E. The carbonate-calcium regime and the humus state of the chernozems of the forest-steppe of the Central Chernozem Zone: Author's Abstract of the Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences: 03.02.13. Voronezh; 2011. 48 p. (In Russ.).
10. Terekhova V.A. Biodiagnostics and environmental impact assessment: textbook. Moscow: GEOS Publishing House; 2023. 102 p. (In Russ.).
11. Khaziev F.H. Methods of soil enzymology. Moscow: Nauka Publishers; 2005. 252 p.
12. Khaziev F.Kh. Ecological relations of the enzymatic activity of soil. *Ecobiotech*. 2018;1(2):80-92. (In Russ.).

## Информация об авторах

А.Г. Усова – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [aleksa.mei@yandex.ru](mailto:aleksa.mei@yandex.ru).

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

## Information about the authors

A.G. Usova, Postgraduate Student, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [aleksa.mei@yandex.ru](mailto:aleksa.mei@yandex.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](mailto:soil@agrochem.vsau.ru).

Статья поступила в редакцию 12.02.2025; одобрена после рецензирования 20.04.2025; принята к публикации 28.04.2025.

The article was submitted 12.02.2025; approved after reviewing 20.04.2025; accepted for publication 28.04.2025.

© Усова А.Г., Стекольников К.Е., 2025

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

Научная статья

УДК 631.95

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_37

EDN: NCGAGJ

**Взаимовлияние некоторых сорных растений  
и озимой пшеницы на ранних этапах роста****Иван Иванович Шарапов<sup>1✉</sup>, Юлия Андреевна Шарапова<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, Кинель, Россия<sup>1</sup> Scharapov86@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, выполненных в лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН с целью выявления и оценки аллелопатического взаимовлияния сорных растений и озимой пшеницы. В качестве объектов исследования взяты озимая мягкая пшеница сорта Поволжская нива, яровой поздний сорняк – просо куриное и яровой ранний сорняк – марь белая. В период раннего роста и развития озимой пшеницы наиболее важными показателями являются длина и объем корневой системы. При проращивании с просом куриным и марью белой снижалось количество первичных корешков соответственно на 2,22–6,66 и 2,22–4,44%, но отмечалось увеличение длины и объема корневой системы (на 6,77–13,55 и 16,66%; 1,69–5,08 и 16,66–25,00%), что свидетельствует о защитной реакции озимой пшеницы на конкурентные отношения с изучаемыми сорными растениями. Сырая масса ростков пшеницы увеличивалась практически на всех вариантах опыта. При проращивании с просом куриным и марью белой этот показатель увеличивался соответственно на 11,11 и 14,89%. Отмечено увеличение сухой массы ростков пшеницы: на вариантах проса куриного – на 10,00–30,22%, мари белой – на 8,87–45,10%, что свидетельствует о том, что растения озимой пшеницы в присутствии сорного компонента начали более активно накапливать сухое вещество, что обусловлено их реакцией на возникновение конкурентных отношений с сорняками. Неоднозначным было влияние озимой пшеницы на длину ростка изучаемых сорных растений. На вариантах опыта с просом куриным отмечено уменьшение показателя (на 15,31 и 12,24%), что можно объяснить ростом конкуренции не только с озимой пшеницей, но и внутривидовой конкуренцией сорняка. При проращивании озимой пшеницы с марью белой на всех вариантах отмечался ингибирующий эффект озимой пшеницы на длину ростка сорняка.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница, сорные растения, просо куриное, марь белая, всхожесть, росток, корешок, аллелопатия

**Для цитирования:** Шарапов И.И., Шарапова Ю.А. Взаимовлияние некоторых сорных растений и озимой пшеницы на ранних этапах роста // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 37–45. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_37-45](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_37-45).

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

Original article

**Interaction of some weed plants and winter  
wheat in the early vegetative stages****Ivan I. Sharapov<sup>1✉</sup>, Yulia A. Sharapova<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Samara Federal Research Scientific Center RAS, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov, Kinel, Russia<sup>1</sup> Scharapov86@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The results of research performed in the Laboratory of Selection Breeding and Seed Growing of winter wheat of the Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing – Branch of SamSC RAS, are presented in order to identify and evaluate the allelopathic interaction of weed plants and winter wheat. The objects of the study were winter soft wheat of the Povolzhskaya Niva variety, late spring weed – Japanese barnyard millet (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), early spring weed – white goosefoot (*Chenopodium album* L.). During the early vegetation of winter wheat, the length and volume of the root system are the most important indicators. When germinated in combination with Japanese barnyard millet and white goosefoot, the number of primary roots decreased by 2.22–6.66 and 2.22–4.44%, respectively, but there was an increase in the length and

volume of the root system (by 6.77–13.55 and 16.66%; 1.69–5.08 and 16.66–25.00%), which indicates a protective reaction of winter wheat to competitive relations with the studied weed plants. The raw mass of wheat sprouts increased in almost all variants of the experiment. When germinated in combination with Japanese barnyard millet and white goosefoot, this indicator increased by 11.11 and 14.89%, respectively. An increase in the dry weight of wheat sprouts was noted: in combination with Japanese barnyard millet it was by 10.00–30.22% and in combination with white goosefoot it was by 8.87–45.10%, which indicates that winter wheat plants began to accumulate dry matter more actively in the presence of weed components, due to their reaction to the emergence of competitive relations with weeds. The effect of winter wheat on the sprout length of the studied weed plants was ambiguous. When germinated in combination with Japanese barnyard millet, a decrease in the indicator was noted (by 15.31 and 12.24%), which can be explained by an increased competition not only with winter wheat, but also with intraspecific weed competition. When germinated in combination with white goosefoot, the inhibitory effect of winter wheat on the length of the weed sprout was noted in all variants.

**Keywords:** winter soft wheat, weed plants, Japanese barnyard millet, white goosefoot, germination, sprout, root, allelopathy

**For citation:** Sharapov I.I., Sharapova Yu.A. Interaction of some weed plants and winter wheat in the early vegetative stages. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):37-45. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_37-45](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_37-45).

**В** современных условиях ведения сельского хозяйства борьба с сорняками является одним из важнейших элементов системы земледелия, во многом определяющим повышение урожайности основных сельскохозяйственных культур. Как известно, сорные растения оказывают влияние на баланс элементов питания, физические и биологические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза, т. е. на плодородие почвы [1]. Высокая засоренность сельскохозяйственных угодий, особенно пахотных земель, не позволяет обеспечить высокую культуру земледелия на полях.

Результаты значительно количества проведенных исследований и передовой опыт практиков свидетельствуют, что ни один из факторов интенсификации земледелия не способствует снижению вредоносности сорняков и уменьшению засоренности полей [1].

Каждое растение в агроценозе выделяет во внешнюю среду продукты своего метаболизма, при этом создается специфическая среда, которая может быть токсична для других растений [4]. По своим биологическим особенностям сорняки более приспособлены к месту произрастания. Такая высокая выживаемость сеgetальной растительности связана и с их прижизненными выделениями в почву веществ различной химической природы. Эти соединения по своему действию могут стимулировать или угнетать рост и развитие сельскохозяйственных растений. Без учета этого влияния затруднительны как внедрение современных технологий возделывания растений, так и реализация их биологического потенциала. Установлено, что сорные растения, являясь источником токсичных веществ, оказывают влияние на полевую всхожесть культурных растений, выражающееся в задержке их роста и развития [1, 13], при этом угнетение происходит с момента прорастания и раннего развития [8].

Культурные растения в процессе роста и развития постоянно находятся в конкурентных отношениях за воду и питательные вещества с сорными растениями. Конкурентные отношения между культурным и сорным компонентом возникают с момента появления первых корешков и делятся на протяжении всего периода вегетации [11]. Исход конкуренции культурных и сорных растений в посевах зависит от условий среды (влажность и pH почвы, погодные условия, агрофон и др.), причем сорные растения демонстрируют большую устойчивость к действию стрессоров, при этом особая роль в конкурентной борьбе за элементы питания и воду принадлежит явлению аллелопатии, которое российскими учеными активно изучается с 1990-х гг. [6].

Аллелопатию можно назвать своеобразным круговоротом физиологически активных веществ – колинов, одной из форм взаимодействия растений в растительных

сообществах. Видовой состав сорных растений является определяющим фактором, влияющим на рост и развитие культурных растений. Так как сельскохозяйственные культуры в зависимости от фазы развития имеют различную чувствительность к тому или иному сорному растению, особенно важно, чтобы их влияние было минимальным в период прорастания и раннего развития [5].

Аллелопатические качества обнаружены также у культурных растений. В частности, опубликованы результаты исследования, выполненного с целью изучения всхожести семян сорняков в зависимости от разных доз внесения соломы ячменя и озимой пшеницы. Действие разлагающейся соломы изучали на семенах таких сорняков, как марь белая, циклохена дурнишничколистная, щирица запрокинутая и просо куриное. В целом в двух опытах с соломой ячменя и озимой пшеницы наблюдалась общая тенденция стимулирования всхожести мари белой (яровой ранний сорняк) и угнетение проса куриного (яровой поздний сорняк) [5].

На аллелопатические свойства культурных растений оказывает большое влияние изменение условий выращивания, что затрудняет их использование в борьбе с сорной растительностью [1].

В современном мире в связи с переходом на органическое земледелие и биологизацию сельскохозяйственного производства аллелопатические вещества культурных растений могут стать альтернативой химическим средствам защиты растений [9].

В последнее десятилетие основное внимание специалисты уделяли использованию органических веществ растительного происхождения (аллелопатические вещества) для борьбы с сорной растительностью [12]. При этом некоторые авторы, анализируя современные методы борьбы с сорняками, обращали внимание на аллелопатический потенциал культурных растений [7].

Целью проведенного исследования являлось выявление и оценка аллелопатического взаимовлияния сорных растений и озимой пшеницы.

В круг задач проведенного исследования входило:

- изучение влияния проса куриного на показатели семян и ростков озимой пшеницы при совместном проращивании в начальный период роста и развития;
- изучение влияния мари белой на показатели семян и ростков озимой пшеницы при совместном проращивании в начальный период роста и развития;
- изучение влияния озимой пшеницы на всхожесть и длину ростков сорной растительности;
- выявление аллелопатических свойств озимой пшеницы и возможности их использования как биологического метода борьбы с сорной растительностью (просом куриным и марью белой).

Исследование выполнено в лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук.

В качестве объектов исследования взяты семена озимой мягкой пшеницы сорта Поволжская нива (районирован с 2017 г.) и семена двух видов сорных растений. Просо куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) относится к поздним яровым однолетникам, марь белая (*Chenopodium album* L.) – к ранним яровым однолетникам.

Проращивание семян проводили рулонным методом согласно ГОСТ 12044-93 [2] в термостате (ТС-200 СПУ 2019 г.) с регулируемой температурой, в опытах температура составляла 24,0 °С в течение 10 дней.

Согласно данным И.И. Шарапова и В.Г. Каплина [10], марь белая и просо куриное являются наиболее распространенными видами сорных растений, которые массово встречаются в Самарской области. И просо куриное, и марь белая относятся к растениям С4-типа фотосинтеза, обладающих большой приспособленностью к изменениям условий внешней среды. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

| Варианты опыта               | Количество семян |                 |
|------------------------------|------------------|-----------------|
|                              | озимой пшеницы   | сорных растений |
| Контроль 1 (озимая пшеница)  | 100              | 0               |
| Контроль 2 (сорные растения) | 0                | 100             |
| Вариант 1                    | 100              | 10              |
| Вариант 2                    | 100              | 20              |
| Вариант 3                    | 100              | 50              |

Опыт закладывали в трехкратной повторности. На метровую полосу фильтровальной бумаги раскладывали семена пшеницы и нужное количество семян сорной растительности, накрывали второй полоской, затем скатывали в рулон. Опытные образцы всех вариантов размещали в разные пакеты для исключения их влияния друг на друга. Через 10 дней рулоны разбирали для проведения учетов.

У озимой пшеницы определяли следующие показатели:

- всхожесть;
- длина coleoptиле;
- длина ростка;
- сырая масса ростка;
- сухая масса ростка;
- количество корешков;
- длина корешков;
- сырая масса корешков;
- сухая масса корешков;
- объем корней.

У сорной растительности учитывали такие показатели, как:

- всхожесть;
- длина ростка.

Сушку озимой пшеницы и сорных растений производили в сушильном шкафу Brabender МТ горячим воздухом при температуре 120 °С в течение 60 минут.

Взвешивание проводили на аналитических весах OHAUS PX224/E.

Результаты исследований обработаны методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов по алгоритмам, изложенным Б.А. Доспеховым [3].

Статистическую обработку опытных данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 7.

Основные морфофизиологические показатели ростков озимой пшеницы при совместном проращивании с сорными растениями приведены в таблице 2.

Как следует из приведенных в таблице 2 данных, влияние сорных растений на всхожесть озимой пшеницы оказалось незначительным: на вариантах с просом куриным и марью белой отмечено снижение этого показателя соответственно на 0,6–2,0 и 0,2–2,6 п.п.

Таблица 2. Основные морфофизиологические показатели ростков озимой пшеницы при совместном проращивании с сорными растениями

| Вариант опыта                     | Всхожесть, %                   | Длина coleoptиле, см           | Росток    |                |                | Корень          |           |                |                |           |     |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|-----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|-----|
|                                   |                                |                                | длина, см | сырая масса, г | сухая масса, г | количество, шт. | длина, см | сырая масса, г | сухая масса, г | объем, мл |     |
| Озимая пшеница +<br>просо крупное | Контроль 1<br>(озимая пшеница) | 6,6                            | 11,4      | 3,9590         | 0,8567         | 4,5             | 5,9       | 1,0529         | 0,2935         | 1,2       |     |
|                                   | 100/10                         | 6,6                            | 12,0      | 4,3991         | 0,9424         | 4,4             | 6,3       | 1,2472         | 0,2788         | 1,2       |     |
|                                   | Отклонение, %                  | 0                              | 5,26      | 11,11          | 10,00          | -2,22           | 6,77      | 18,45          | -5,00          | 0         |     |
|                                   | 100/20                         | 6,6                            | 10,8      | 4,1138         | 1,0373         | 4,3             | 6,6       | 1,2326         | 0,2738         | 1,4       |     |
|                                   | Отклонение, %                  | -0,6 п.п.                      | -5,26     | 3,91           | 21,08          | -4,44           | 11,86     | 17,06          | -6,71          | 16,66     |     |
|                                   | 100/50                         | 6,5                            | 10,1      | 3,9457         | 1,1156         | 4,2             | 6,7       | 1,2141         | 0,2611         | 1,4       |     |
|                                   | Отклонение, %                  | -2,0 п.п.                      | -11,40    | -0,34          | 30,22          | -6,66           | 13,55     | 15,31          | -11,04         | 16,66     |     |
|                                   | НСР <sub>0,05</sub>            | 0,3                            | 0,1       | 0,0571         | 0,0038         | 0,2             | 0,4       | 0,0102         | 0,0043         | 0,15      |     |
|                                   | Озимая пшеница +<br>марь белая | Контроль 1<br>(озимая пшеница) | 6,6       | 11,4           | 3,9590         | 0,8567          | 4,5       | 5,9            | 1,0529         | 0,2935    | 1,2 |
|                                   |                                | 100/10                         | 6,6       | 11,7           | 4,1685         | 0,9327          | 4,6       | 6,0            | 1,1136         | 0,2697    | 1,4 |
| Отклонение, %                     |                                | 0                              | 2,63      | 5,29           | 8,87           | 2,22            | 1,69      | 5,76           | -8,11          | 16,66     |     |
| 100/20                            |                                | 6,7                            | 12,1      | 4,2498         | 1,1164         | 4,3             | 6,2       | 1,3349         | 0,2606         | 1,5       |     |
| Отклонение, %                     |                                | -0,9 п.п.                      | 1,52      | 7,35           | 30,31          | -4,44           | 5,08      | 26,78          | -11,21         | 25,00     |     |
| 100/50                            |                                | 7,0                            | 12,4      | 4,5483         | 1,2431         | 4,3             | 6,2       | 1,4042         | 0,2466         | 1,5       |     |
| Отклонение, %                     | -2,3 п.п.                      | 6,06                           | 8,77      | 14,89          | 45,10          | -4,44           | 5,08      | 33,36          | -15,97         | 25,00     |     |
| НСР <sub>0,05</sub>               | 1,1                            | 0,3                            | 0,109     | 0,0199         | 0,12           | 0,7             | 0,0235    | 0,0053         | 0,6            |           |     |

При малом (100/10) и среднем (100/20) количествах семян проса куриного показатель длины колеоптиле оставался без изменений и только при соотношении 100/50 отмечалось незначительное снижение – на 1,51%. При малом количестве семян мари белой (100/10) показатель длины колеоптиле оставался без изменений, а при соотношениях 100/20 и 100/50 отмечалось увеличение – соответственно на 1,52 и 6,06%.

Влияние проса куриного на длину ростка оказалось неоднозначным. При соотношении 100/10 наблюдалось увеличение показателя на 5,26%, то есть при малом количестве семян сорного растения отмечалось увеличение длины ростка. При увеличении числа семян проса куриного (100/20 и 100/50) отмечалось уменьшение показателя длины на 5,26 и 11,40%, то есть происходило ингибирование процессов роста и развития озимой пшеницы. При совместном проращивании семян озимой пшеницы и мари белой ингибирующий эффект не выявлен, так как на всех трех вариантах отмечено увеличение длины ростков на 2,63–8,77%.

Сырая масса ростков пшеницы увеличивалась практически на всех вариантах опыта. При малом и среднем количествах семян проса куриного (100/10 и 100/20) этот показатель увеличивался соответственно на 11,11 и 3,91%, а при соотношении 100/50 – незначительно, но уменьшался – на 0,34%. При увеличении количества семян мари белой (100/10, 100/20 и 100/50) этот показатель увеличивался соответственно на 5,29, 7,35 и 14,89%. Также наблюдалось увеличение сухой массы ростков пшеницы: на вариантах проса куриного – на 10,00–30,22%, мари белой – на 8,87–45,10%, что свидетельствует о том, что растения озимой пшеницы в присутствии сорного компонента начали более активно накапливать сухое вещество, что обусловлено реакцией растений озимой пшеницы на возникновение конкурентных отношений с сорной растительностью.

Количество корешков ростков озимой пшеницы при проращивании с изучаемыми видами сорной растительности снижалось незначительно по сравнению с контролем: на вариантах с просом куриным и марью белой соответственно на 2,22–6,66 и 4,44%. При этом следует отметить, что при соотношении семян озимой пшеницы и мари белой, равном 100/10, имело место небольшое увеличение количества корешков (на 2,22%).

Длина корешков ростков озимой пшеницы при совместном проращивании с сорняками увеличивалась и находилась в прямой зависимости от количества семян сорной растительности. На вариантах с просом куриным отмечено увеличение на 6,77–13,55%, на вариантах с марью белой – на 1,69–5,08%.

На вариантах проращивания с просом куриным отмечено повышение показателя сырой массы корней пшеницы в обратной зависимости от увеличения количества семян сорняка на 18,45–15,31%, в то время как при проращивании с марью белой наблюдалось прямо пропорциональное увеличение этого показателя – от 5,76 до 33,36%. При этом следует отметить, что сухая масса корешков пшеницы уменьшалась на всех вариантах опыта: чем больше было семян сорной растительности, тем большим было снижение этого показателя: при засорении просом куриным – на 5,00–11,04%, при засорении марью белой – на 8,11–15,97%.

В ходе проведения экспериментов анализировали изменение такого показателя, как объем корней, так как чем больше объем корней, тем более конкурентоспособна культура. На вариантах опыта с просом куриным и марью белой наблюдалось увеличение этого показателя соответственно на 16,66% и 16,66–25,00% в зависимости от количества семян сорняка.

В период раннего роста и развития озимой пшеницы наиболее важными показателями являются длина и объем корневой системы: чем быстрее развивается корневая система, тем лучше будет развиваться растение в период вегетации. Повышение значений данных показателей свидетельствует о защитной реакции озимой пшеницы на конкурентные отношения с изучаемыми сорными растениями.

По данным проведенного корреляционного анализа на вариантах опыта с просом куриным по большинству показателей отмечалась отрицательная корреляционная зависимость: чем больше было семян сорного растения, тем ниже были показатели ростков озимой пшеницы. На вариантах опыта с марью белой наблюдалась положительная корреляционная зависимость по большинству показателей.

**Таблица 3. Корреляционная зависимость показателей озимой пшеницы от количества семян изучаемых сорняков**

| Показатель               | Просо куриное | Марь белая |
|--------------------------|---------------|------------|
| Всхожесть, %             | -0,981        | -0,993     |
| Длина coleoptиле, см     | -0,926        | 0,978      |
| Длина ростка, см         | -0,853        | 0,948      |
| Сырая масса ростка, г    | -0,351        | 0,985      |
| Сухая масса ростка, г    | 0,947         | 0,954      |
| Количество корешков, шт. | -0,956        | -0,720     |
| Длина корешков, см       | 0,859         | 0,823      |
| Сырая масса корешков, г  | 0,495         | 0,904      |
| Сухая масса корешков, г  | -0,950        | -0,915     |
| Объем корешков, мл       | 0,802         | 0,764      |

Выявлена тесная корреляционная зависимость между изучаемыми показателями озимой пшеницы и количеством семян сорных растений. Следует отметить, что на вариантах с марью белой наблюдалась тесная корреляционная зависимость по всем показателям. На вариантах с просом куриным наблюдалась слабая корреляционная зависимость по показателю сырой массы ростка (-0,351) и средняя корреляционная зависимость – по показателю сырая масса корешков (0,495).

Также изучалось влияние озимой пшеницы на всхожесть и длину ростков сорных растений (табл. 4).

**Таблица 4. Влияние озимой пшеницы на показатели всхожести и длины ростков изучаемых сорных растений**

| Вариант опыта                   | Просо куриное |                  | Марь белая   |                  |
|---------------------------------|---------------|------------------|--------------|------------------|
|                                 | Всхожесть, %  | Длина ростка, см | Всхожесть, % | Длина ростка, см |
| Контроль 2<br>(сорные растения) | 59,3          | 9,8              | 22,7         | 6,1              |
| 100/10                          | 93,3          | 11,6             | 18,7         | 4,8              |
| Отклонение                      | 34,0 п.п.     | 18,36%           | -4,0 п.п.    | -21,31%          |
| 100/20                          | 96,7          | 8,3              | 23,6         | 5,0              |
| Отклонение                      | 37,4 п.п.     | -15,31%          | 0,9 п.п.     | -18,03%          |
| 100/50                          | 97,3          | 8,6              | 24,0         | 5,3              |
| Отклонение                      | 38,0 п.п.     | -12,24%          | 1,3 п.п.     | -13,11%          |
| НСР <sub>0,05</sub>             | 18,25         | 1,08             | 0,63         | 0,76             |

Влияние озимой пшеницы на всхожесть изучаемых сорных растений было различным. На вариантах опыта с просом куриным с увеличением количества семян сорного растения всхожесть его семян повышалась. Следует отметить, что на контрольном варианте всхожесть куриного проса была низкой (59,3%), в то время как на вариантах опыта этот показатель увеличился на 34,0–38,0 п.п. Таким образом, озимая пшеница оказывала стимулирующее действие на всхожесть семян куриного проса за счет собственных корневых выделений (аллелопатии). Влияние озимой пшеницы на всхожесть мари белой было весьма незначительным: при малом (100/10) количестве семян этого сорного

растения показатель всхожести снизился на 4,0 п.п., а при увеличении количества семян до 100/20 и 100/50 – увеличивался на 0,9 и 1,3 п.п.

Неоднозначным было влияние озимой мягкой пшеницы на длину ростка изучаемых сорных растений. На вариантах опыта с просом куриным сначала отмечалось увеличение длины ростка (на 18,36%), а затем с увеличением количества семян сорняка (100/20 и 100/50) наблюдалось снижение – соответственно на 15,31 и 12,24%, что можно объяснить ростом конкуренции не только с озимой пшеницей, но и внутривидовой конкуренцией сорняка. При проращивании озимой пшеницы с марью белой на всех вариантах отмечался ингибирующий эффект озимой пшеницы на длину ростка, причем максимальным эффект отмечен при малом (100/10) количестве семян мари белой – 21,31%, а далее с увеличением количества семян сорняка показатель отклонения длины ростков уменьшался – соответственно на 18,03 и 13,11%.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что изучаемые сорные растения оказывали разное аллелопатическое действие на ростки озимой пшеницы. Просо куриное оказывало ингибирующий эффект на большинство показателей, а мари белая, наоборот, стимулирующее влияние на большинство показателей.

Установлено, что изучаемые сорные растения оказывали более значительное влияние на корневую систему озимой пшеницы, чем на росток. Отмечено увеличение показателей длины и объема корневой системы, что связано с ответной реакцией озимой пшеницы на аллелопатическое влияние изучаемых сорняков и началом конкурентных отношений.

Выявлено аллелопатическое влияние на сорные растения озимой пшеницы за счет ее корневых выделений, выразившееся в повышении всхожести семян при уменьшении длины ростков как проса куриного, так и мари белой.

Однако, несмотря на неуклонный рост количества исследований, потенциал аллелопатии как инструмента решения агробиотехнических и экологических проблем еще не реализован, так как для эффективного использования аллелопатии в сельском хозяйстве необходимо учитывать условия выращивания и подбирать сорта, которые проявляют устойчивые аллелопатические свойства в разных ситуациях.

Полученные результаты не являются конечными. Они могут послужить отправной точкой для дальнейших исследований аллелопатических свойств озимой пшеницы как регулятора численности сорной растительности в агроценозе.

#### Список источников

1. Бекузарова С.А., Луценко Г.В., Баратов Л.Г. и др. Биологические методы снижения сорной растительности // Вестник МАНЭБ. 2020. Т. 24, № 4-2. С. 21–25.
2. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Москва: Стандартинформ, 2011. 55 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С. Аллелопатия как механизм взаимодействия между растениями, растениями и насекомыми, растениями и микроорганизмами // Аграрная наука. 2019. № 2. С. 57–61. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-2-57-61.
5. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Башцев И.Б. и др. Взаимоотношения культурного и сорного компонентов в агрофитоценозах // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 4(71). С. 65–74. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_4\_65-74.
6. Кошкин Е.И. К проблеме конкуренции культурных и сорных растений в агрофитоценозе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. Вып. 4. С. 53–65.
7. Солдатенко А.В., Меньших А.М., Федосов А.Ю. и др. Повышение конкурентоспособности овощных культур к сорным растениям посредством совершенствования методов борьбы // Овощи России. 2022. № 2. С. 72–87. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-2-72-87.
8. Чегодаева Н.Д., Маскаева Т.А., Лабутина М.В. Аллелопатическое влияние *Matricaria chamomilla* L. на посевные и ранние ростовые показатели пшеницы мягкой и ржи посевной // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 31–36.

9. Черняева Е.В., Викторов В.П. Аллелопатические взаимодействия: перспективы прикладных исследований // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12, № 2. С. 220–247. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-220-247.

10. Шарапов И.И., Каплин В.Г. Состав и вредоносность сорняков в посевах пшеницы в лесостепи Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3. С. 3–9. DOI: 10.12737/44981.

11. Шарапов И.И., Шарапова Ю.А. Явление аллелопатии при совместном проращивании люцерны изменчивой и козлятника восточного с озимой мягкой пшеницей // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 50–53. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp50-53.

12. Arif M., Cheema Z.A., Khalig A. et al. Organic Weed Management in Wheat through Allelopathy // International Journal of Agriculture & Biology. 2015. Vol. 1. Pp. 127–134.

13. Kumbhar B.A., Patel D.D. Allelopathic effects of different weed species on crop // Journal of Pharmaceutical Science and Bioscientific Research. 2016. Vol. 6(6). Pp. 801–805.

#### References

1. Bekuzarova S.A., Lushchenko G.V., Baratov L.G. et al. Biological methods for reducing weed vegetation. *Vestnik IAELPS*. 2020;24(4-2):21-25. (In Russ.).

2. GOST 12044-93. Agricultural seeds. Methods for determination of disease infestation. Moscow: Standartinform Publishers; 2011. 55 p. (In Russ.).

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

4. Kondratiev M.N., Larikova Yu.S. Allelopathy as a mechanism of interaction of plants and plants, plants and insects, plants and microorganisms. *Agrarian Science*. 2019;2:57-61. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-2-57-61. (In Russ.).

5. Korzhov S.I., Trofimova T.A., Bashchev I.B. et al. Features of cultural and weed components relationship in agrophytocenoses. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(4):65-74. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_4\_65-74. (In Russ.).

6. Koshkin E.I. On the problem of competition of cultivated and weed plants in agrophytocenoses. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2016;4:53-65. (In Russ.).

7. Soldatenko A.V., Menshich A.M., Fedosov A.Yu. et al. Increasing the competitiveness of vegetable crops to weeds by improving control methods. *Vegetable crops of Russia*. 2022;2:72-87. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-2-72-87. (In Russ.).

8. Chegodaeva N.D., Maskaeva T.A., Labutina M.V. Allelopathic effect of *Matricaria chamomilla* L. upon seed and early growth rate of wheat and rye. *Advances in Current Natural Sciences*. 2019;11:31-36. (In Russ.).

9. Chernyaeva E.V., Viktorov V.P. Allelopathic interactions: Prospects of applied research. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2022;12(2):220-247. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-220-247. (In Russ.).

10. Sharapov I.I., Kaplin V.G. Composition and weed harmful effect on wheat crops in the Samara forest-steppe region. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2021;3:3-9. DOI: 10.12737/44981. (In Russ.).

11. Sharapov I.I., Sharapova Yu.A. The phenomenon of allelopathy in the joint germination of Variegated alfalfa and Eastern galega with winter soft wheat. *Agrarian Scientific Journal*. 2022;12:50-53. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp50-53. (In Russ.).

12. Arif M., Cheema Z.A., Khalig A. et al. Organic Weed Management in Wheat through Allelopathy. *International Journal of Agriculture & Biology*. 2015;1:127-134.

13. Kumbhar B.A., Patel D.D. Allelopathic effects of different weed species on crop. *Journal of Pharmaceutical Science and Bioscientific Research*. 2016;6(6):801-805.

#### Информация об авторах

И.И. Шарапов – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, Scharapov86@mail.ru.

Ю.А. Шарапова – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, belyaeva.u.a@yandex.ru.

#### Information about the authors

I.I. Sharapov, Candidate of Agricultural Sciences, Junior Research Scientist, Laboratory of Selective Breeding and Seed Growing of Winter Wheat, Samara Federal Research Scientific Center RAS, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov, Scharapov86@mail.ru.

Yu.A. Sharapova, Candidate of Agricultural Sciences, Junior Research Scientist, Laboratory of Selective Breeding and Seed Growing of Winter Wheat, Samara Federal Research Scientific Center RAS, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov, belyaeva.u.a@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 10.12.2024; одобрена после рецензирования 12.03.2025; принята к публикации 26.03.2025.

The article was submitted 10.12.2024; approved after reviewing 12.03.2025; accepted for publication 26.03.2025.

© Шарапов И.И., Шарапова Ю.А., 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\_2\_46

EDN: NDDLRI

### Влияние почвенных субстратов на укоренение рассады земляники садовой

Раиса Григорьевна Ноздрачева<sup>1✉</sup>, Ольга Игоревна Гончарова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> r.nozdracheva@mail.ru✉

**Аннотация.** Представлены результаты исследования, проводимого с 2020 г. в плодовом питомнике ООО «Дикий мир» (Новоусманский район Воронежской области) с целью совершенствования технологии получения посадочного материала земляники садовой высших категорий качества. Объектами исследований служили различные субстраты для размножения земляники садовой сортов Наше Подмосковье, Царица, Елизавета 2 (контроль – чистый целинный чернозем). Лучший результат по количеству образования розеток и их укоренению получен при использовании торфяного питательного субстрата (ТПС), где на 1 м<sup>2</sup> образовалось 455 растений, из которых 37,6% хорошо укоренилось. Кроме того, отмечено, что выкапывать розетки удобно, так как на этом варианте образовывается мочковатая, более мощная по сравнению с контролем, корневая система, которая не травмируется и практически полностью сохраняется после ее извлечения из субстрата. При применении смеси чернозема и ТПС отмечены сравнительно низкие показатели роста и развития земляники. Причиной является то, что структура такого субстрата далека от оптимальной и не отвечает заявленным характеристикам. Вокруг корней образуется вязкий, неосыпающийся ком, который затрудняет заготовку рассады в промышленных масштабах. Биосубстрат на основе березовой коры не пригоден для выращивания земляники в связи с тем, что присутствующий в нем березовый деготь содержит в своем составе природные ингибиторы роста, подавляющие развитие земляники. На варианте применения почвенной смеси, состоящей из равных частей биосубстрата и чернозема, также не отмечен положительный результат, что не позволяет рекомендовать этот вариант для размножения посадочного материала земляники садовой. Выкопку рассады целесообразнее проводить в более поздние сроки (конец октября – начало ноября) при условии благоприятной погоды и оптимальной влажности почвы, но если погода дождливая или начались осенние заморозки, то выкапывать рассаду лучше весной – в третьей декаде мая, когда у растений образуются молодые листья и корни.

**Ключевые слова:** земляника садовая, сорта, размножение, рассада, почвенный субстрат

**Для цитирования:** Ноздрачева Р.Г., Гончарова О.И. Влияние почвенных субстратов на укоренение рассады земляники садовой // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 46–53. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_46-53](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_46-53).

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

Original article

### Effect of different soil substrates on the rooting of the garden strawberry seedlings

Raisa G. Nozdracheva<sup>1✉</sup>, Olga I. Goncharova<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> r.nozdracheva@mail.ru✉

**Abstract.** The authors present the results of a study conducted since 2020 in the Dikiy Mir Fruit Nursery (Novousmansky district of Voronezh Oblast) in order to improve the technology for obtaining planting material for garden strawberry of the highest quality categories. The objects of research were various substrates for reproduction of garden strawberry of the following varieties: Nashe Podmoskovie, Tsaritsa, Elizaveta 2 (pure virgin chernozem was used as a control variant). The best result in the number of rosettes and their rooting was obtained using turfy nutrient substrate (TNS), where 455 plants were formed per 1 m<sup>2</sup>, of which 37.6% were well rooted. At the same time, it is convenient to dig out rosettes, since this variant forms a fibrous, more powerful root system compared to the control, which is completely preserved after its extraction from the substrate. When using a mixture of chernozem and TNS, relatively low growth and development rates of strawberry were noted. The reason is that the structure of such a substrate is not optimal and does not meet the stated characteristics. A sticky, non-crumbling stool bed forms

around the roots, which makes it difficult to obtain seedlings on an industrial scale. A biosubstrate based on a birch bark is not suitable for growing strawberry due to the fact that the birch tar present in it contains natural plant growth inhibitors that suppress the development of strawberry. The use of a soil mixture consisting of equal parts of biosubstrate and chernozem also did not show a positive result, which does not allow for recommendation of this option for the reproduction of strawberry planting material. It is more advisable to dig out seedlings at a later date (late October – early November), provided the weather is favorable and the soil moisture is optimal, but if the weather is rainy or autumn frosts have begun, then it is better to dig out seedlings in the spring in the third decade of May, when the plants form young leaves and roots.

**Keywords:** garden strawberry, varieties, reproduction, seedlings, soil substrate

**For citation:** Nozdracheva R.G., Goncharova O.I. Effect of different soil substrates on the rooting of the garden strawberry seedlings. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):46-53. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_46-53](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_46-53).

## **В**ведение

Земляника садовая – популярная культура, возделываемая на территории Центрального Черноземья, отличается превосходным вкусом, ароматом, универсальностью в использовании, а раннее созревание позволяет ей открывать сезон потребления свежей продукции [2]. Ценится за высокую пластичность к условиям произрастания, товарные качества, полезные и технологические свойства, урожайность и рентабельность производства продукции [1].

Селекционерами научных учреждений создано множество сортов земляники, приспособленных к различным почвенно-климатическим условиям, это позволяет возделывать культуру в открытом и защищенном грунте [7]. Известны методы генной инженерии, позволяющие проводить точный и эффективный отбор сортов с желаемыми признаками и свойствами, что увеличивает возможность культивировать сорта с высокой урожайностью, отличными товарными качествами и повышенной питательной ценностью ягод [6].

Продолжительное возделывание земляники садовой привело к заражению растений вирусными, грибными и бактериальными болезнями, что негативно сказалось на урожайности и качестве продукции [13].

Основой получения высоких урожаев является производство посадочного материала культуры. Земляника размножается вегетативным способом с помощью розеток, рожков и путем микроклонального размножения, но не все сорта проявляют генетическую способность формировать качественную рассаду [6]. В открытом грунте она способна образовать на одном квадратном метре маточника значительное количество розеток, что позволяет ускорить процесс производства саженцев высокого качества. Первые усы появляются в начале июня; их количество увеличивается, особенно после плодоношения. Одни сорта формируют много усов, другие – в меньшей степени, но более развитые розетки находятся ближе к материнскому растению [5].

При производстве посадочного материала важную роль играет плодородие почвы, которое определяется мелкокомковатой структурой, наличием питательных веществ в доступной для растений форме. Такая почва хорошо прогревается и позволяет воздуху и воде проникать достаточно глубоко, способствует благоприятному протеканию химических и биологических процессов, обогащающих ее питательными веществами. Почвенная смесь, содержащая органические и минеральные вещества в достаточных количествах, обеспечивает растения питательными веществами, а в сочетании с оптимальным водным режимом гарантирует высокое качество посадочного материала и богатый урожай земляники [10].

### **Методика эксперимента**

В питомнике ООО «Дикий мир» Новоусманского района Воронежской области с 2020 г. проводятся научные исследования с целью совершенствования технологии размножения земляники садовой и получения рассады высших категорий качества с использованием различных почвенных субстратов.

В качестве объектов исследований служили районированные сорта земляники садовой: Наше Подмосковье и Царица селекции ФГБНУ ФНЦ садоводства, сорт иностранной селекции Елизавета 2.

Экспериментальные исследования по определению качества и выхода посадочного материала земляники, выращиваемого с применением различных субстратов, выполняли в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [9]. Статистическую обработку полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985) [3].

### Результаты и их обсуждение

Садоводческое предприятие ООО «Дикий мир», где проводится научная работа, находится в лесостепной зоне и характеризуется неустойчивым увлажнением. Показателем влагообеспеченности возделываемой культуры в открытом грунте служит гидро-термический коэффициент (ГТК), который равен 1,2. Сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха составляет 1581,6 мбар, сумма активных температур – 2526°. Большое влияние на увеличение количества осадков оказывает Усманский лесной массив (табл. 1).

Таблица 1. Среднемесячные и среднемноголетние осадки и температура воздуха, 2023–2024 гг. [4]

| Месяц |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Среднее |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |         |
| 33,0  | 26,0 | 30,0 | 38,0 | 51,0 | 58,0 | 71,0 | 59,0 | 45,0 | 45,0 | 41,0 | 42,0 | 539     |
| –3,8  | –9,5 | –3,7 | 6,7  | 14,5 | 17,9 | 19,9 | 18,5 | 12,9 | 5,9  | –0,6 | –6,2 | 5,5     |

В отдельные годы сумма осадков составляла 550–670 мм, в том числе за период с температурой выше 10 °С – 255 мм. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы изменялись в интервале от 175 до 200 мм. Засухи и суховеи являются здесь распространенным явлением. В мае-июне среднее число дней с суховеем – 11; в среднем на два влажных года приходится один год засушливый.

Климат на территории предприятия характеризуется континентальностью, жарким летом и холодной зимой. Продолжительность безморозного периода – 227 дней, период вегетации – 185 дней, период активной вегетации – 146 дней.

Средняя дата проявления снежного покрова – 18 ноября, а дата проявления устойчивого снежного покрова – 12 декабря. Устойчивый снежный покров удерживается 123 дня, его высота достигает 45–55 см. Абсолютный температурный минимум составляет –32 °С.

Период с температурой воздуха выше 10 °С в среднем длится 152 дня, выше 15 °С – 110 дней. По данным Новоусманской метеостанции, среднемноголетняя температура воздуха находится на уровне +5,5 °С. Наиболее холодным месяцем является январь, наиболее теплым – июль. Средняя многолетняя температура января составляет –9,5 °С, июля – +19,9 °С.

Ветровой режим характеризуется преобладанием северо-западных и северо-восточных ветров в теплый период, юго-восточных и юго-западных ветров – в холодный.

По результатам анализа почвенные и агрометеорологические условия можно охарактеризовать как благоприятные для возделывания земляники садовой.

Одним из ключевых факторов, оказывающих влияние на эффективность процесса промышленного выращивания рассады земляники садовой, является субстрат, который должен отвечать следующим требованиям:

- обладать сбалансированным набором питательных веществ, обеспечивающих полноценное развитие и вызревание посадочного материала;
- поддерживать необходимый для вегетации водный и воздушный балансы, легко отдавать излишки воды, приводящие к вытеснению воздуха из почвы и заболачиванию;
- иметь оптимальную кислотность на уровне pH 5–6;
- быть рыхлым, легкосуглинистым по гранулометрическому составу, чтобы при выкопке рассады корни оставались чистыми и неповрежденными.

Основным недостатком при производстве посадочного материала является высокая засоренность грунта семенами сорной растительности, так как закладка насаждений проводилась на плодородном воронежском черноземе типичном, который представляет собой благоприятную среду для развития сельскохозяйственных растений. Однако применительно к выращиванию рассады земляники использовать его в чистом виде нецелесообразно.

При наличии капельного орошения совместно с фертигацией корни у саженцев земляники формируются компактно. При высокой плотности черноземной почвы создаются трудности при выкопке саженцев, так как грунт плотно облегает корни и не стряхивается при выкопке.

На отведенном земельном участке поверхность выравнивали и застилали спанбондом плотностью 60 единиц. Агроткань такой плотности позволяет корням проникать через нее, но не дает прорасти семенам сорной растительности. На спанбонде монтировали приподнятые гряды высотой 15 см. В качестве материала для каркаса гряд использовали сосновые доски толщиной 4 см. Длина гряд составляла 35 м, ширина – 1,5 м.

Приподнятые гряды заполняли субстратом, поверх которого прокладывали две линии капельного полива. По центру сформированных грядок высаживали в один ряд маточные растения.

Для оценки влияния различных субстратов на рост, развитие, качество и выход посадочного материала трех сортов земляники садовой был заложен опыт по размножению. Для чистоты эксперимента каждый сорт земляники высаживали на отдельные гряды. Посадку маточных растений земляники проводили в середине мая однолетними саженцами земляники категории А+ собственного производства.

Каждая гряда поделена на пять деленок длиной 7 м, заполненных специально подготовленными субстратами.

Вариант 1 – контроль: чистый целинный чернозем с ранее не распаханного участка (для уменьшения засоренности почвы семенами сорной растительности дернину снимали на глубину 10 см, а грунт использовали для опыта).

Целинный чернозем – чернозем выщелоченный, малогумусный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,0–4,7%. Вскипание почвы от 10% соляной кислоты наблюдается с глубины 90–115 см. Величина объемной массы колеблется от 1,06 до 1,52 г/см<sup>3</sup>.

Реакция почвенной среды в гумусовом слое изменяется от среднекислой до слабощелочной (pH водной суспензии 5,8–7,7). Такая кислотность не будет оказывать отрицательного влияния на развитие корневой системы земляники [4].

Вариант 2 – торфяной питательный субстрат 46с/0-10/0,25 (ТПС) фракции 0–10 мм производства Русской торфяной компании (табл. 2). В состав субстрата входит смачиватель НудраРЕАТ и удобрение PG MIX 12-14-24+2 (1 г на литр объема) [12].

Таблица 2. Торфяной питательный субстрат 46с/0-10/0,25 (ТПС)

| Наименование показателя                             |                       | Величина показателя, полученная при испытании |
|---|-----------------------|---|
| Тип торфа   |                       | верховой, переходный                          |
| Степень разложения, %                               |                       | не более 20                                   |
| Массовая доля влаги, %                              |                       | не более 65                                   |
| Кислотность   | pH                    | 5,5...6,5                                     |
| Электропроводность, мСм/см                          |                       | 0,80...1,20                                   |
| Плотность насыпная, кг/м <sup>3</sup>               | при натуральной влаге | 160...190                                     |
| Массовая доля подвижных форм элементов, мг/л        |                       |   |
| Азот общий  |                       | не менее 120,0                                |
| - нитратный азот                                    |                       | не менее 70,0                                 |
| - аммиачный азот                                    |                       | не менее 50,0                                 |
| Фосфор в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                       | не менее 140,0                                |
| Калий в пересчете на K <sub>2</sub> O               |                       | не менее 240,0                                |

Вариант 3 – смесь чистого целинного чернозема с торфяным питательным субстратом в соотношении 1 : 1.

Вариант 4 – субстрат универсальный «Здоровый рост» – новейшая отечественная разработка ООО «Биоэнергия», г. Череповец [11]. Является результатом биологической переработки березовой коры до гомогенного состояния. Производитель заявляет его как чистый от патогенной микрофлоры отечественный аналог кокосового субстрата. Сфера применения – выращивание растений в ЗКС, компонент для почвосмесей, субстрат для тепличного выращивания овощных культур. Заявленные производителем характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3. Субстрат универсальный «Здоровый рост»

| Наименование показателя  | Значение       |
|--|----------------|
| Массовая доля сухого вещества, %, не менее                               | 25             |
| Содержание балластных инородных механических включений, %, не более:     |                |
| - включения камней и других посторонних предметов                        |                |
| более 0,5 см   | Не допускается |
| менее 0,5 см   | 5              |
| Содержание органического вещества, % к сухой массе                       | 60–70          |
| Емкость катионного обмена, мг-экв. /100 г, не менее                      | 15             |
| Общее содержание солей по удельной электропроводимости, мСм/см, не более | 3,0            |
| Содержание гумуса, %   | 9,0            |
| Содержание элементов питания, мг/кг:                                     |                |
| - азот (NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )                               | 0,5            |
| - фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )                                | 0,5            |
| - калий (K <sub>2</sub> O)   | 0,1            |
| - нитраты (NO <sub>3</sub> )   | 2,4            |
| - аммоний (NH <sub>4</sub> )   | 4,0            |
| - оксид фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )                         | 2,5            |
| - оксид калия (K <sub>2</sub> O)   | 10,6           |
| - кальция катион (Ca <sup>2+</sup> )                                     | 700,0          |
| - магния катион (Mg <sup>2+</sup> )                                      | > 50,0         |
| - железо общее (Fe)  | 1,6            |
| - сера подвижная (S)   | 75,9           |

Вариант 5 – смесь чистого целинного чернозема и биосубстрата в соотношении 1 : 1.

В процессе заполнения гряд во все сектора, включая контроль, вносили органоминеральное удобрение ОМУ «Универсал», Марка-1 (N-P-K + Mg + S + Мэ + Гум.) в дозировке 300 г на 1 м<sup>2</sup> [8].

Таким образом, были организованы три идентичные гряды с контролем и четырьмя опытными деланками.

Наблюдения показали, что если провести посадку маточных растений во второй декаде мая, то к завершению вегетационного периода в оптимальном субстрате поверхность гряды полностью заполнялась молодыми розетками земляники.

Учеты образования и укоренения растений земляники проводились по сортам и вариантам опыта, где подсчитывали количество на площади 1 м<sup>2</sup>. Для достоверности учета на каждой деланке делали по три наложения учетной рамки площадью в 1 м<sup>2</sup>.

Приведенные в таблице 4 данные свидетельствуют о влиянии субстрата на образование и укоренение розеток земляники различных сортов. Из таблицы видно, что при размножении трех сортов земляники на субстрате в контрольном варианте опыта с использованием чернозема на 1 м<sup>2</sup> образовалось в среднем 230 шт. розеток, из них укоренившиеся растения составили 102 шт., а молодым розеткам с зачатками корней (128 шт.) требовалось доращивание в октябре.

**Таблица 4. Влияние субстратов на образование и укоренение розеток земляники садовой, шт.**

| Варианты опыта            | Сорта              |                    |                     | Среднее по сортам   |
|---------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                           | Наше Подмосковье   | Царица             | Елизавета 2         |                     |
| 1. Чернозем (к)           | $\frac{102^*}{79}$ | $\frac{82^*}{163}$ | $\frac{121^*}{142}$ | $\frac{102^*}{128}$ |
| 2. ТПС                    | $\frac{158}{263}$  | $\frac{117}{243}$  | $\frac{237}{346}$   | $\frac{171}{284}$   |
| 3. ТПС и чернозем         | $\frac{77}{39}$    | $\frac{51}{37}$    | $\frac{58}{82}$     | $\frac{62}{53}$     |
| 4. Биосубстрат            | $\frac{11}{1}$     | $\frac{4}{5}$      | $\frac{6}{3}$       | $\frac{7}{3}$       |
| 5. Биосубстрат и чернозем | $\frac{3}{9}$      | $\frac{0}{4}$      | $\frac{21}{29}$     | $\frac{8}{14}$      |

Примечание: \*числитель – укоренившиеся розетки, знаменатель – начало образования корней.

Наибольшее количество рассады получено на варианте размножения земляники сорта Елизавета 2. Лучший результат по количеству образования розеток и их укоренению отмечен при использовании торфяного питательного субстрата, где на 1 м<sup>2</sup> образовалось 455 растений, из них 37,6% укоренилось, а 62,4% только начали образовывать корни. При выращивании на торфяном питательном субстрате выкапывать растения удобно, так как мочковатая корневая система, более мощная по сравнению с контролем, не травмируется и практически полностью сохраняется после ее извлечения из субстрата, что повышает качество посадочного материала.

На варианте применения смеси чернозема и торфяного питательного субстрата наблюдали сравнительно низкий результат по росту и развитию земляники. Причиной является то, что структура такого субстрата далека от оптимальной и не отвечает заявленным характеристикам. Вокруг корней образуется вязкий, неосыпающийся ком, который затрудняет промышленную заготовку саженцев земляники.

На варианте применения биосубстрата на основе березовой коры отмечены самые низкие показатели по образованию корней, на основании чего сделан вывод о его

непригодности для выращивания рассады земляники. Предполагается, что присутствующий в исходном материале березовый деготь содержит в своем составе природные ингибиторы роста, подавляющие развитие растений.

На варианте применения почвенной смеси, состоящей из равных частей биосубстрата и чернозема, также отмечено отсутствие положительного результата и сделан вывод, что она непригодна для размножения посадочного материала земляники садовой.

### **Заключение**

Из исследованных субстратов для выращивания рассады земляники лучшим является торфяной питательный субстрат, состоящий из нейтрализованного торфа с добавлением смачивателя для создания оптимального водного баланса и комплексного удобрения. Ввиду отсутствия в торфе требуемого количества питательных веществ необходимо их дополнительное внесение для лучшего укоренения растений земляники садовой.

Выкопку рассады земляники целесообразнее проводить в более поздние сроки – в конце октября – начале ноября, при условии благоприятной погоды и оптимальной влажности почвы, но если погода дождливая или начались осенние заморозки, то выкапывать рассаду лучше весной – в третьей декаде мая, когда у растений образуются молодые листья и корни.

### **Список источников**

1. Айтжанова С.Д., Андропова Н.В., Орехова Г.В. Адаптивный и продуктивный потенциал новых сортов и отборов земляники // Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России: материалы международной научно-практической конференции (Орел, 01–04 июля 2008 г.). Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (Жилино), 2008. № 1. С. 10–12.
2. Атрощенко Г.П., Логинова С.Ф., Савенок Н.А. Оценка сортов земляники на пригодность к промышленному возделыванию и размножению в условиях Северо-Запада России // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава (Санкт-Петербург-Пушкин, 28–30 января 2016 г.). Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, 2016. Ч. I. С. 18–21.
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. Климат Воронежской области [Электронный ресурс] // Сайт Метеонова. URL: <https://www.meteonova.ru/klimat/36/Voronezhskaya%20Oblast/> (дата обращения: 02.01.2024).
5. Козлова И.И., Каширская Н.Я., Бакаева Н.Н. и др. Технология производства высокопродуктивной рассады и сортимент земляники садовой для разных систем возделывания. Рекомендации. Мичуринск: ОАО «ПК Ориус», 2008. 30 с.
6. Матушкина О.В., Пронина И.Н. Технология клонального микроразмножения земляники (методические рекомендации). Воронеж: Кварта, 2012. 20 с.
7. Ноздрачева Р.Г., Барина П.С. Агробиологическая оценка сортов земляники в условиях ЦЧР // Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии (Воронеж, 4–5 декабря 2018 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. С. 72–79.
8. Органоминеральное удобрение ОМУ-Универсал [Электронный ресурс] // Сайт ООО «Премьер-Агро». URL: <https://pr-agro.ru/catalog/omu-universal-marka-1-778-1-5-me-20kg/> (дата обращения: 02.01.2024).
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 608 с.
10. Статистика Питания [Электронный ресурс] // Сайт Vawilon. Статистика. URL: <https://vawilon.ru/statistikapitanija/> (дата обращения: 02.01.2024).
11. Субстрат универсальный «Здоровый рост» [Электронный ресурс] // ООО «Биоэнергия» (Череповец). Официальный сайт. URL: <https://companies.rbc.ru/id/1203500018259-obschestvo-s-ogranichennoj-otvetstvennostyu-bioenergiya/> (дата обращения: 02.01.2024).

12. Торфяной питательный субстрат 46с/0-10/0,25 (ТПС) [Электронный ресурс] // АО «Русская торфяная компания» RU TORF. Официальный сайт. URL: <https://ru-torf.ru/> (дата обращения: 02.01.2024).

13. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. и др. Закономерности распространения вредоносных вирусов в агроценозах малины и земляники садовой // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 366–370.

### References

1. Aitzhanova S.D., Andronova N.V., Orekhova G.V. Adaptive and productive potential of new varieties and selections of strawberry. In: Problems of Agroecology and Adaptability of Varieties in Modern Gardening in Russia: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Orel, July 01-04, 2008). Orel: All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (Zhilino) Publishers. 2008;1:10-12. (In Russ.).

2. Atroshchenko G.P., Loginova S.F., Savenok N.A. Assessment of strawberry varieties for suitability for industrial cultivation and reproduction in the conditions of the North-West of Russia. In: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference of the Teaching Personnel (St. Petersburg-Pushkin, January 28-30, 2016). St. Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University Publishers. 2016;1:18-24. (In Russ.).

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

4. Climate of Voronezh Oblast. Meteonova Website. URL: <https://www.meteonova.ru/klimat/36/Voronezhskaya%20Oblast/>. (In Russ.).

5. Kozlova I.I., Kashirskaya N.Ya., Bakaeva N.N. et al. Technology of production of highly productive seedlings and the sorting of strawberries for different cultivation systems. Recommendations. Michurinsk: Orius Printing and Publishing Centre; 2008. 30 p. (In Russ.).

6. Matushkina O.V., Pronina I.N. Technology of clonal micropropagation of strawberries (methodological recommendations). Voronezh: Kvarita Publishers; 2012. 20 p. (In Russ.).

7. Nozdracheva R.G., Barinova P.S. Agrobiological assessment of strawberry varieties in the conditions of the Central Chernozem Region. In: Actual Problems of Agronomy in Modern Russia and Ways to Solve them: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference Dedicated to the 105<sup>th</sup> Anniversary of the Faculty of Agronomy, Agrochemistry and Ecology (Voronezh, December 4-5, 2018). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2018:72-79. (In Russ.).

8. Organomineral fertilizer OМУ-Universal. Premier Agro Website. URL: <https://pr-agro.ru/catalog/omu-universal-marka-1-778-1-5-me-20kg/>. (In Russ.).

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

10. Nutrition Statistics. Vawilon Website. Statistics. URL: <https://vawilon.ru/statistikapitanija/>. (In Russ.).

11. Zdorovyi Rost Universal Substrate. Official Website Bioenergy (Cherepovets). URL: <https://companies.rbc.ru/id/1203500018259-obschestvo-s-ogranichennoj-otvetstvennostyu-bioenergiya/>. (In Russ.).

12. Turfy Nutrient Substrate 46с/0-10/0.25 (TNS). Russian Turfy Company RU TORF. Official Website. URL: <https://ru-torf.ru/>. (In Russ.).

13. Upadyshv M.T., Metlitskaya K.V., Petrova A.D. et al. Regularities in distribution of malicious viruses in the agroecosystems of raspberry and strawberry. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2015;41:366-370. (In Russ.).

### Информация об авторах

Р.Г. Ноздрачева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, зав. кафедрой плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [r.nozdracheva@mail.ru](mailto:r.nozdracheva@mail.ru).

О.И. Гончарова – аспирант кафедры плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [oalimenko@yandex.ru](mailto:oalimenko@yandex.ru).

### Information about the authors

R.G. Nozdracheva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Head of the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [r.nozdracheva@mail.ru](mailto:r.nozdracheva@mail.ru).

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](mailto:oalimenko@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 23.03.2025; одобрена после рецензирования 26.04.2025; принята к публикации 30.04.2025.

The article was submitted 23.03.2025; approved after reviewing 26.04.2025; accepted for publication 30.04.2025.

© Ноздрачева Р.Г., Гончарова О.И., 2025

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

Научная статья

УДК 631.11:631.52:632.938.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_54

EDN: NDLLWR

### Влияние внешних факторов на зимостойкость и урожайность сортов яблони летнего срока созревания в условиях Южного Урала

Ольга Евгеньевна Мережко<sup>1</sup>✉

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

<sup>1</sup> merejko.olga@yandex.ru✉

**Аннотация.** Представлены результаты исследования, выполненного в 2019–2023 гг. на базе Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства с целью оценки сортов яблони летнего срока созревания, выращиваемых в условиях Южного Урала. Объектами исследований служили сорта яблони различного генетико-географического происхождения: Брусничное, Дочь Папировки, Июльское Черненко, Лето Красное, Мантет, Раннее Уктуса, Розочка, Серебряное Копытце, Солнцедар, Чудное. В качестве стандарта использовали сорт Летнее Полосатое. Показано влияние погодных условий на стабильность плодоношения изучаемых сортов. По признаку зимостойкости все изучаемые сорта разделены на группы: высокозимостойкие (Чудное); зимостойкие (Брусничное, Дочь Папировки, Летнее Полосатое (st), Раннее Уктуса, Розочка); среднезимостойкие (Июльское Черненко, Лето Красное, Мантет, Серебряное Копытце, Солнцедар). Проанализировав показатели массы плода, сорта ранжировали на мелкие с массой от 41 до 70 г (Серебряное Копытце), ниже среднего с массой от 71 до 110 г (Брусничное, Дочь Папировки, Июльское Черненко, Летнее Полосатое (st), Лето Красное, Мантет, Раннее Уктуса, Солнцедар) и средние с массой от 111 до 150 г (Розочка, Чудное). По средней за годы изучения урожайности сорта сгруппированы следующим образом: урожайные – Розочка (72,7 ц/га), Лето Красное (65,7 ц/га); среднеурожайные – Дочь Папировки, Брусничное, Чудное (57,9–64,9 ц/га); малоурожайные – Июльское Черненко, Мантет, Раннее Уктуса, Серебряное Копытце, Солнцедар (42,9–52,1 ц/га), при урожайности контрольного сорта Летнее Полосатое 57,3 ц/га. Выявлено, что в условиях Оренбургской области такие сорта яблони летнего срока созревания, как Розочка и Чудное, обладают высокой зимостойкостью и урожайностью за счет крупноплодности. Данные сорта имеют большой потенциал использования в современном сортименте яблони Южного Урала и представляют селекционную ценность в качестве исходных форм при создании новых адаптивных и высокопродуктивных сортов.

**Ключевые слова:** яблоня, зимостойкость, средняя масса плода, урожайность, сорт, регион

**Финансирование:** исследования выполнены в рамках реализации государственного задания FGUW-2021-0003 Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства – филиалу ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» («Сохранить, пополнить, изучить генетические коллекции сельскохозяйственных растений и создать репозитории плодовых и ягодных культур, заложенные свободными от вредоносных вирусов растениями»).

**Для цитирования:** Мережко О.Е. Влияние внешних факторов на зимостойкость и урожайность сортов яблони летнего срока созревания в условиях Южного Урала // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 54–61. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_54-61](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_54-61).

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

Original article

### Influence of external factors on winter hardiness and yield of apple varieties of summer ripening in the Southern Urals

Olga E. Merezko<sup>1</sup>✉

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

<sup>1</sup> merejko.olga@yandex.ru✉

**Abstract.** The author presents the results of a study carried out in 2019–2023 on the basis of Orenburg Branch of Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery in order to evaluate apple varieties of summer ripening cultivated in the Southern Urals according to such basic technological characteristics as winter

hardiness and yield. The objects of research were apple varieties of various genetic and geographical origin: Brusnichnoe, Doch Papirovki, Iyulskoe Chernenko, Leto Krasnoe, Mantet, Rannee Uktusa, Rozochka, Serebryano Kopytste, Solntsedar, Chudnoe. The Letnee Polosatoe variety was used as the standard. The influence of weather conditions on the fruiting stability of the studied varieties is shown. On the basis of winter hardiness, all the studied varieties are divided into groups: high-hardy (Chudnoe); hardy (Brusnichnoe, Doch Papirovki, Letnee Polosatoe (st), Rannee Uktusa, Rozochka); medium-hardy (Iyulskoe Chernenko, Leto Krasnoe, Mantet, Serebryano Kopytste, Solntsedar). After analyzing the fruit weight indicators, the varieties were ranked into small with a weight from 41 to 70 g (Serebryano Kopytste), below average with a weight from 71 to 110 g (Brusnichnoe, Doch Papirovki, Iyulskoe Chernenko, Letnee Polosatoe (st), Leto Krasnoe, Mantet, Rannee Uktusa, Solntsedar) and medium with a weight from 111 to 150 g (Rozochka, Chudnoe). The average yield varieties over the years of study are arranged into high-yielding varieties – Rozochka (72.7 c/ha), Leto Krasnoe (65.7 c/ha); medium-yielding – Brusnichnoe, Doch Papirovki, Chudnoe (57.9–64.9 c/ha); low-yielding – Iyulskoe Chernenko, Mantet, Rannee Uktusa, Serebryano Kopytste, Solntsedar (42.9–52.1 c/ha), with a yield of 57.3 c/ha of the Letnee Polosatoe control variety. It has been revealed that in the conditions of Orenburg Oblast, such varieties of summer-ripening apple trees as Rozochka and Chudnoe are characterized by winter hardiness and yield due to large-fruitedness. These varieties have great potential for use in the modern apple tree assortment of the Southern Urals and represent breeding value as initial forms for the creation of new adaptive and highly productive varieties.

**Keywords:** apple tree, winter hardiness, average fruit weight, yield, variety, region

**Funding:** the research was carried out within the framework of the implementation of the state assignment FGUW-2021-0003 to the Orenburg Experimental Station of Horticulture and Viticulture – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Organization “Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery” (“Preserve, replenish, study genetic collections of agricultural plants and create repositories of fruit and berry crops laid down by plants free from harmful viruses”).

**For citation:** Merezhko O.E. Influence of external factors on winter hardiness and yield of apple varieties of summer ripening in the Southern Urals. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):54-61. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_54-61](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_54-61).

**В**ведение  
Яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.) относится к наиболее востребованным плодовым культурам во всем мире [8, 12]. Яблоки ценятся потребителями как важный источник сахаров, аскорбиновой кислоты, других витаминов, микроэлементов, пектинов и биологически активных веществ – каротиноидов, антоцианов и фенольных соединений. Такой состав нутриентов снижает риск хронических заболеваний, улучшает состояние здоровья и повышает адаптационные возможности организма человека. На современном этапе развития сельского хозяйства России перед учеными и специалистами-практиками стоит важная задача по обеспечению населения страны качественными свежими плодами и другой пищевой продукцией отечественного производства [10, 12].

К современным сортам, особенно в районах с неблагоприятными климатическими условиями, предъявляют высокие требования по устойчивости к внешним факторам среды. Одним из путей совершенствования сортимента яблони является интродукция с последующим изучением сортов в конкретных условиях, отбором наилучших и совмещающих в одном генотипе такие хозяйственно-биологические признаки, как скороплодность, адаптивность, ежегодное плодоношение, высокие товарные и вкусовые качества плодов [2–4, 10].

Современное российское садоводство переживает сложный период, обусловленный комплексом причин, среди которых в первую очередь следует отметить неблагоприятные природно-климатические условия на большей части территории России и способность многолетних растений накапливать негативные последствия воздействия стрессоров [13]. В северных областях России природно-климатические условия значительно суровее, поэтому необходимо создавать местные сорта для развития плодового садоводства.

В регионе Южного Урала наиболее востребованы сорта яблони с высокой зимостойкостью и урожайностью, крупноплодные, с привлекательным внешним видом и хорошими вкусовыми качествами плодов. Для достижения данной цели необходимо проводить отбор наилучших сортов яблони и использовать их для закладки насаждений, способствующих сохранению и устойчивости агроценоза в Оренбургской области [6, 9].

### Место и методика исследований

Исследования по комплексному изучению сортов яблони проводили на базе Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства в 2019–2023 гг.

Объектами исследований являлись 11 сортов яблони:

- Брусничное, Мантет – оригинатор ФГБНУ ФНЦ Садоводства;
- Дочь Папировки – оригинатор ГБУ Самарской области НИИ садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»;
- Июльское Черненко – оригинатор ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»;
- Лето Красное – оригинатор ФГБНУ ВНИИСПК;
- Раннее Уктуса, Розочка, Серебряное Копытце, Солнцедар, Чудное – оригинатор УрФАНИЦ УрО РАН.

В качестве стандарта использовали сорт Летнее Полосатое – оригинатор ФГБНУ УрФАНИЦУрО РАН [5].

Схема посадки –  $3,0 \times 5,0$  м, год посадки – 2013.

Целью исследования являлось выявление влияния внешних факторов на зимостойкость и урожайность сортов яблони летнего срока созревания в условиях Южного Урала.

Исследования проводили согласно общепринятой методике («Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур») [7].

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом двухфакторного дисперсионного анализа [1], где фактор А – сорт, фактор В – год.

### Результаты и их обсуждение

За годы проведения исследований (2019–2023 гг.) погодные условия в зимние месяцы были крайне разнообразными.

В январе 2019 г. погода формировалась под влиянием Сибирского антициклона. Среднемесячная температура воздуха составила  $-12,7$  °С (отклонение от нормы на  $0,5^\circ$ ), абсолютный максимум температуры воздуха ( $-0,1$  °С) отмечен 3 января, абсолютный минимум ( $-27,8$  °С) – 24 января. Сумма осадков за месяц составила 26 мм (92% нормы). Фактическая температура воздуха в феврале составила  $-11,7$  °С (отклонение от нормы –  $0,2^\circ$ ), осадков выпало 22 мм (98% нормы). Минимальная температура воздуха ( $-22,9$  °С) зафиксирована 12 февраля, максимум ( $-0,1$  °С) – 22 февраля. Температура в декабре колебалась от  $-9,8$  °С (24 декабря) до  $+1,4$  °С (8 декабря), осадков выпало 36,1 мм (112% нормы), высота снежного покрова составила 33 см.

Средняя температура воздуха в январе 2020 г. составила  $-5,5$  °С (отклонение от нормы на  $+6,3^\circ$ ), осадков выпало 45 мм (157% нормы). Самая низкая температура воздуха ( $-22,0$  °С) отмечена 29 января, самая высокая ( $+0,7$  °С) – 22 января. Средняя температура в феврале составила  $-5,0$  °С (на  $7,1^\circ$  выше нормы), осадков выпало 42,8 мм (153,4% нормы). В целом февраль был теплее обычного с оттепелями и достаточно снежным. Самая низкая температура воздуха ( $-25,1$  °С) отмечена 10 февраля, самая высокая ( $+2,9$  °С) – 28 февраля. Завершился год морозным декабрем, средняя температура воздуха в I и III декадах которого составляла соответственно  $-20,2$  и  $-26,0$  °С, высота снежного покрова не превышала 15 см.

В январе 2021 г. температура воздуха варьировала от  $-25,0$  °С (13 января) до  $0$  °С (10 января) и в среднем составила  $-10,4$  °С (на  $2^\circ$  выше нормы), осадков выпало 51% нормы, высота снежного покрова не превышала 30 см. Температура в феврале колебалась от  $-33,0$  °С (21 февраля) до  $+2,0$  °С (5 февраля), высота снежного покрова достигала 50 см. В декабре температура воздуха изменялась от  $+5,0$  °С (1 декабря) до  $-27,0$  °С (29 декабря), высота снежного покрова была в диапазоне 30–40 см.

Среднемесячная температура воздуха в январе 2022 г. составила  $-9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , самая низкая температура ( $-23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) отмечена 25 января, самая высокая ( $+4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – 7 января, осадки составили 93% нормы, высота снежного покрова – 30 см. В феврале температура варьировала от  $-16,0$  до  $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , осадки были на уровне 70% нормы, высота снежного покрова достигала 50 см. В декабре среднемесячная температура составила  $-10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , осадков выпало 41% нормы, высота снега не превышала 20 см.

Резкие перепады температуры воздуха от  $+2,0$  до  $-37,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  наблюдались в первой декаде января 2023 г., среднемесячная температура составила  $-15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (отклонение от нормы  $+3,2^{\circ}$ ). Осадков выпало 83% нормы, высота снежного покрова достигала 45 см. В феврале среднемесячная температура составила  $-9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (отклонение от нормы  $+1,5^{\circ}\text{C}$ ) и колебалась от  $-22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (7 февраля) до  $+2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (27 февраля), осадков выпало 129% нормы, высота снежного покрова достигала 55 см. В декабре среднемесячная температура составила  $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , самая низкая температура воздуха отмечена 12 декабря ( $-26,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), самая высокая – 4 декабря ( $+5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), сумма осадков составила 160% нормы, высота снежного покрова достигала 50 см. Среднемесячные значения температуры воздуха в зимние месяцы представлены на рисунке 1.

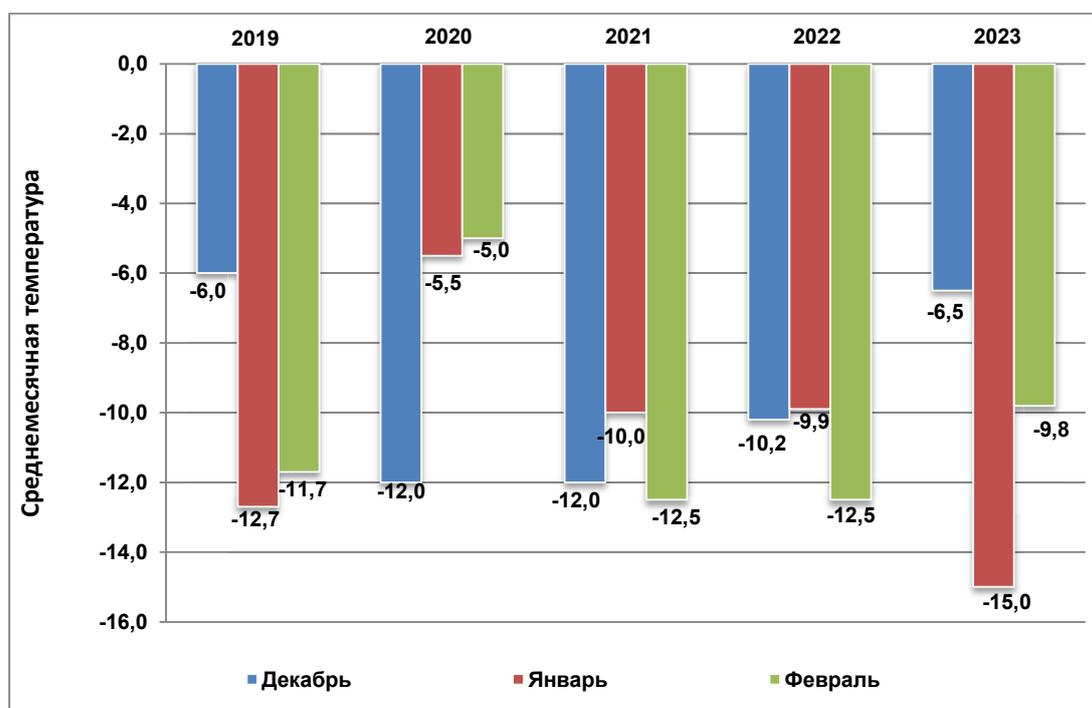


Рис. 1. Средние значения температуры в зимний период,  $^{\circ}\text{C}$ , 2019–2023 гг.

Погодные условия зимних периодов оказали влияние на состояние растений и позволили за 5 лет изучения оценить зимостойкость сортов в полевых условиях под воздействием внешних факторов. Так, в 2019 г. отмечено очень слабое подмерзание (0,5 балла) у сортов Брусничное, Дочь Папировки, Розочка, Серебряное Копытце, Чудное и слабое подмерзание (2,0 балла) у сортов Июльское Черненко, Летнее Полосатое (st), Лето Красное, Мантет, Раннее Уктуса, Солнцедар. В 2020 г. признаков подмерзаний не наблюдалось (0 баллов) у сортов яблони Брусничное, Дочь Папировки, Розочка, Серебряное Копытце, Чудное, очень слабое подмерзание (до 1,2 балла) отмечено у сортов Июльское Черненко, Летнее Полосатое (st), Лето Красное, Мантет, Раннее Уктуса, Солнцедар. В 2021–2022 гг. у всех изучаемых сортов признаков подмерзания не зафиксировано.

После суровых погодных условий зимы 2022–2023 гг. отмечены повреждения растений от воздействия внешних факторов у всех изучаемых генотипов: значительное подмерзание (до 3,0 балла) зафиксировано у сортов Июльское Черненко, Лето Красное, Мантет; слабое подмерзание (до 2,0 балла) – у сортов Брусничное, Дочь Папировки, Летнее Полосатое (st), Раннее Уктуса, Розочка. Наименьшее воздействие повреждающих факторов зимнего периода выявлено у растений сорта Чудное, которое оценивали как слабое подмерзание (1,0 балла) (рис. 2).

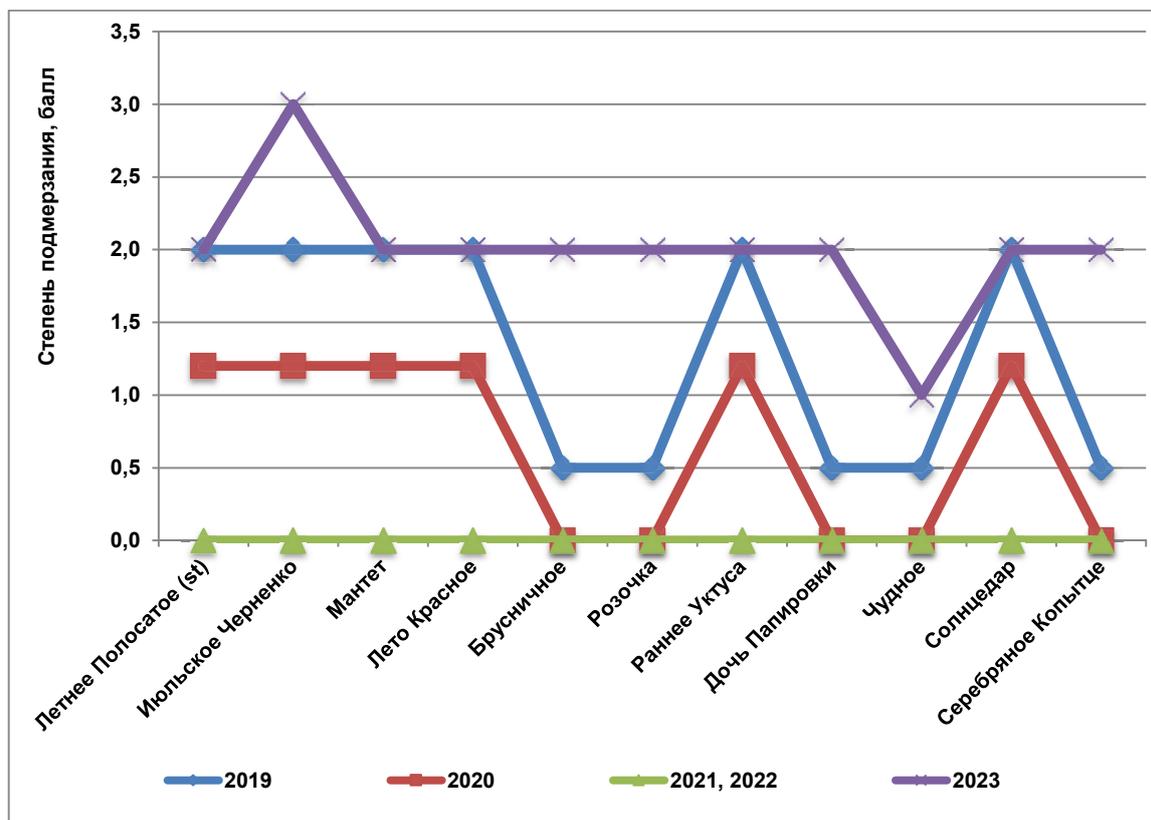


Рис. 2. Общая степень подмерзания сортов яблони, балл, 2019–2023 гг.

По результатам многолетних полевых наблюдений по признаку зимостойкости все изучаемые сорта разделены на следующие группы:

- высокозимостойкие – Чудное;
- зимостойкие – Брусничное, Летнее Полосатое (st), Раннее Уктуса, Розочка;
- среднезимостойкие – Дочь Папировки, Июльское Черненко, Лето Красное, Мантет, Серебряное Копытце, Солнцедар.

Как известно, на массу плодов и урожайность, которые являются основными показателями, характеризующими ценность сорта, существенное влияние оказывают погодные условия. В ходе исследований наиболее сильные абиотические стрессоры отмечены в 2023 г. не только в зимний период, но и весенний (заморозки 15 и 16 апреля до  $-4,9 \dots -7,8$  °C), что привело к существенному повреждению генеративных органов, отсутствию цветения и плодоношения всех изучаемых сортов. В остальные годы изучения плодоношение было стабильным, что позволило ранжировать сорта по средней массе плода следующим образом:

- мелкие (41–70 г) – Серебряное Копытце;
- ниже среднего (71–110 г) – Брусничное, Дочь Папировки, Июльское Черненко, Летнее Полосатое (st), Лето Красное, Мантет, Раннее Уктуса, Солнцедар;
- средние (111–150 г) – Розочка, Чудное (рис. 3).

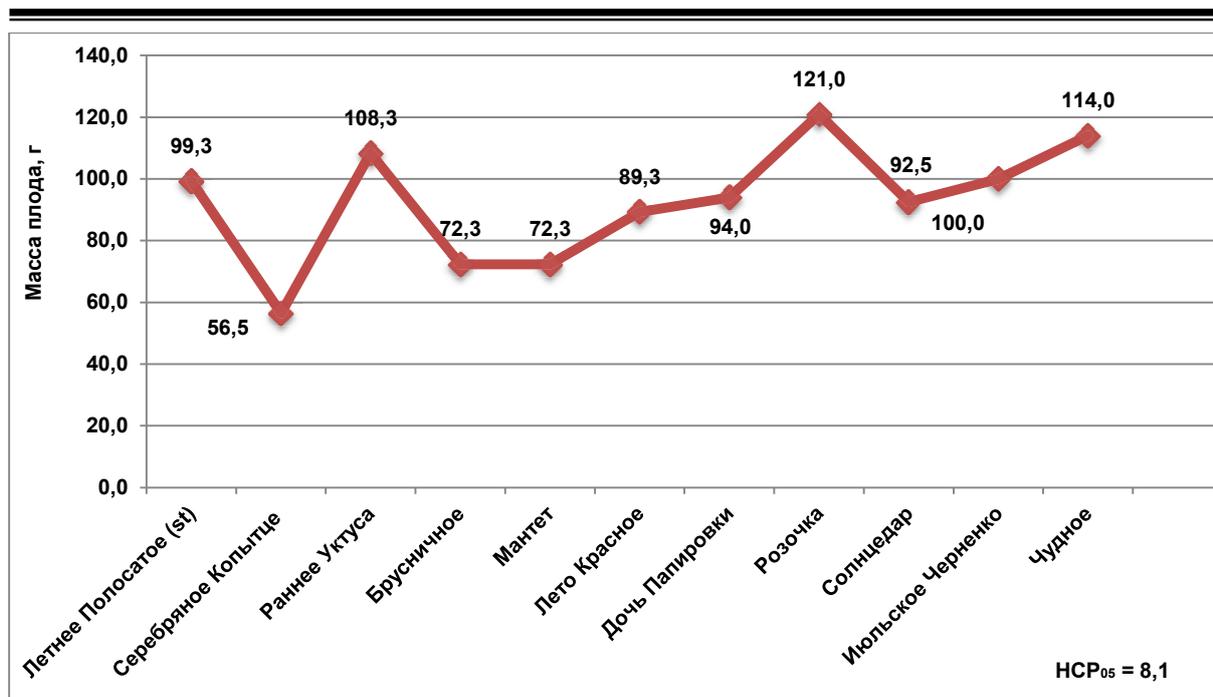


Рис. 3. Средняя масса плодов яблоки, г, 2019–2022 гг.

По средней за годы изучения урожайности сорта сгруппированы следующим образом:

- урожайные – Розочка (72,7 ц/га), Лето Красное (65,7 ц/га);
- среднеурожайные – Брусничное, Дочь Папировки, Чудное (57,9–64,9 ц/га);
- малоурожайные – Июльское Черненко, Мантет, Раннее Уктуса, Серебряное Копытце, Солнцедар (42,9–52,1 ц/га).

Большинство изучаемых сортов показали урожайность выше или на уровне контрольного сорта Летнее Полосатое (57,3 ц/га). В результате двухфакторного дисперсионного анализа выявлено, что в период исследований различия между фактором А (сорт) и фактором В (год) были незначительными (рис. 4).

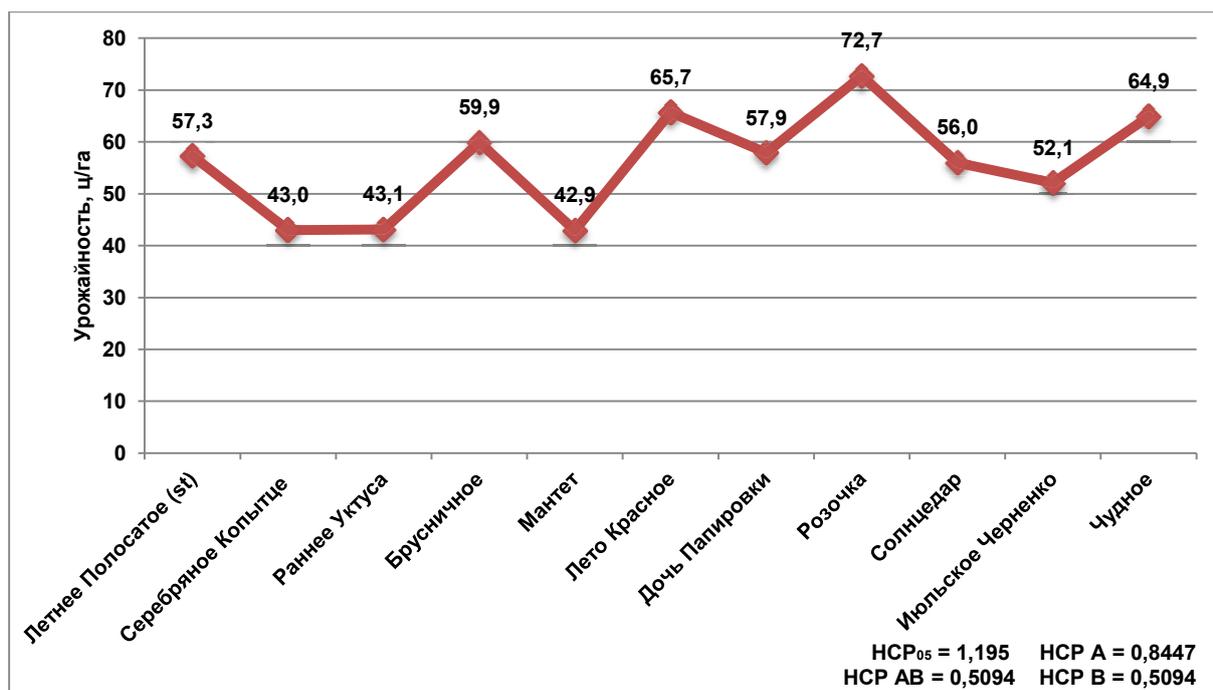


Рис. 4. Средняя урожайность сортов яблоки, ц/га, 2019–2022 гг.

### Заключение

В результате исследований было выявлено, что в условиях Оренбургской области такие сорта яблони летнего срока созревания, как Розочка и Чудное, обладают высокой зимостойкостью и урожайностью за счет крупноплодности.

Данные сорта имеют большой потенциал использования в современном сортименте яблони Южного Урала и представляют селекционную ценность в качестве исходных форм при создании новых адаптивных и высокопродуктивных сортов.

### Список источников

1. 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.
2. Жученко А.А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации: учебное пособие; ред. А.С. Семина. Москва: ИКАР, 2003. 256 с. (С. 10–15).
3. Козловская З.А., Ярмолич С.А., Марудо Г.М. Результаты первичного сортоизучения сортов яблони селекции ВНИИСПК в условиях Беларуси // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2017. Т. 4, № 1-2. С. 56–59.
4. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 8(178). С. 28–35.
5. Макаренко С.А., Савин Е.З., Ильин В.С. и др. Помология Урала: сорта плодовых, ягодных культур и винограда: коллективная монография. Москва: ФГБНУ «Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука"», 2022. 506 с.
6. Мережко О.Е., Аминова Е.В. Комплексная оценка интродуцированных сортов яблони (*Malus Domestica* Borkh.) для создания устойчивых агроценозов в Оренбургской области // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 44–54. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-3-44-54.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 608 с.
8. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. и др. Создание российских адаптивных сортов яблони (*Malus × domestica* Borkh.) ВНИИСПК – смена задач и развитие методов селекции (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. № 57(5). С. 897–910. DOI: 10.15389/agrobiol.2022.5.897rus.
9. Соболев Г.И., Кузнецов А.А., Бледных О.В. Сравнительная оценка зимостойкости у сортов и элит яблони домашней различной селекции в условиях континентального климата Самарской области // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 4. С. 127–135. DOI 10.55355/snv2022114119.
10. Merezko O., Aminova E. Assessment of variability of productivity traits and biochemical composition of apple tree varieties and forms, selection of the Orenburg Branch of the Federal State Budgetary Scientific Organization "Federal Horticultural Center". In: International Research-to-Practice Conference "Innovative Technologies in Agriculture" BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 47. Article No. 02003. DOI: 10.1051/bioconf/20224702003.
11. Migicovsky Z., Gardner K.M., Richards C. et al. Genomic consequences of apple improvement // Horticultural Research. 2021. Vol. 8(1). Article No. 9. DOI: 10.1038/s41438-020-00441-7.
12. Mushinskiy A.A., Merezko O.E., Aminova E.V. et al. Assessment of economically valuable traits of apple varieties and features of the main elements of the technology for their cultivation in an arid climate // International Conference on Agricultural Science and Engineering ASAE 2021. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 845(1). Article No. 012054. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012054.
13. Trunov Yu.V., Solovyev A.V., Zavrazhnov A.A. et al. Modeling the productivity of intensive and super-intensive apple orchards in the midland of Russia // International Conference on Agricultural Science and Engineering ASAE 2021. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 845(1). Article No. 012043. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012043.

**References**

1. Dospikhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5<sup>th</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351 p. (In Russ.).
2. Zhuchenko A.A. The role of the adaptive breeding system in crop production of the 21<sup>st</sup> century. In: Commercial varieties of field crops of the Russian Federation: study guide. Moscow: IKAR Publishers; 2003. 256 p. (Pp. 10-15). (In Russ.).
3. Kozlovskaya Z.A., Yarmolich S.A., Marudo G.M. Results of primary variety study of the apple cultivars of the selection VNIISPК in the conditions of Belarus. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*. 2017;4(1-2):56-59. (In Russ.).
4. Makarenko S.A. The priority apple breeding directions for the areas with severe climatic conditions. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019;8(178):28-35. (In Russ.).
5. Makarenko S.A., Savin E.Z., Ilyin V.S. et al. Pomology of the Urals: varieties of fruit, berry crops and grapes: collective monograph. Moscow: Nauka Academic Research Publishing, Production, Printing and Book Distribution Center; 2022. 506 p. (In Russ.).
6. Merezhko O.E., Aminova E.V. Integrated assessment of introduced apple varieties (*Malus domestica* Borkh.) to create stable agricultural cenosis in Orenburg region. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2022;3:44-54. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-3-44-54. (In Russ.).
7. Program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops; under general edition of Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Orel: All-Russian Research Institute of Horticultural Plant Breeding Publishers; 1999. 608 p. (In Russ.).
8. Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A. et al. Varieties of VNIISPК – continuity of goals and developed technologies (review). *Agricultural Biology*. 2022;57(5):897-910. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.5.897rus. (In Russ.).
9. Sobolev G.I., Kuznetsov A.A., Blednykh O.V. A comparative assessment of winter hardiness in varieties and elites of domestic apple trees of various breeding in the conditions of the continental climate of the Samara region. *Samara Journal of Science*. 2022;11(4):127-135. DOI: 10.55355/snv2022114119. (In Russ.).
10. Merezhko O., Aminova E. Assessment of variability of productivity traits and biochemical composition of apple tree varieties and forms, selection of the Orenburg Branch of the Federal State Budgetary Scientific Organization “Federal Horticultural Center”. In: International Research-to-Practice Conference “Innovative Technologies in Agriculture” BIO Web of Conferences. 2022;47:02003. DOI: 10.1051/bioconf/20224702003.
11. Migicovsky Z., Gardner K.M., Richards C. et al. Genomic consequences of apple improvement. *Horticultural Research*. 2021;8(1):9. DOI: 10.1038/s41438-020-00441-7.
12. Mushinskiy A.A., Merezhko O.E., Aminova E.V. et al. Assessment of economically valuable traits of apple varieties and features of the main elements of the technology for their cultivation in an arid climate. In: International Conference on Agricultural Science and Engineering. ASAE 2021. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;845(1):012054. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012054.
13. Trunov Yu.V., Solovyev A.V., Zavrazhnov A.A. et al. Modeling the productivity of intensive and super-intensive apple orchards in the midland of Russia // International Conference on Agricultural Science and Engineering ASAE 2021. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;845(1):012043. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012043.

**Сведения об авторе**

О.Е. Мережко – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Оренбургская опытная станция садоводства и виноградарства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», ORCID 0000-0003-2453-478X, Author ID 718240, merejcko.olga@yandex.ru.

**Information about the author**

O.E. Merezhko, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Orenburg Experimental Station of Horticulture and Viticulture – Branch of Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, ORCID 0000-0003-2453-478X, Author ID 718240, +79877956880, merejcko.olga@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 20.12.2024; одобрена после рецензирования 12.03.2025; принята к публикации 20.03.2025.

The article was submitted 20.12.2024; approved after reviewing 12.03.2025; accepted for publication 20.03.2025.

© Мережко О.Е., 2025

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

Научная статья

УДК 634.12:159.944.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_62

EDN: NGSCIE

### Сортовая реакция растений яблони на стрессоры осенне-зимнего периода

Людмила Викторовна Григорьева<sup>1</sup>, Елена Михайловна Цуканова<sup>2</sup>,  
Евгений Николаевич Ткачев<sup>3</sup>, Елена Алексеевна Наместникова<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

<sup>2, 3, 4</sup> Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

<sup>2</sup> elenam31@yandex.ru✉

**Аннотация.** Данные многолетнего мониторинга водно-температурного режима территории ЦЧР свидетельствуют о таких существенных изменениях, как участвовавшие температурные флуктуации, возросшие дискретность водного режима территории и суточной дисперсии температур воздуха, которые привели к усилению стрессорности погодных условий в целом. Представлены результаты исследований, выполненных в 2019–2022 гг. с целью анализа сортовой реакции растений яблони на стрессоры осенне-зимних периодов в условиях средней полосы России. Объектами исследований служили яблони различных сортов и сроков созревания: Лобо, Синап Орловский, Лигол, Антоновка обыкновенная, Жигулевское, Мелба. Условия осенне-зимних периодов отличались высокой степенью неустойчивости температур и влажности воздуха, а также различались по степени стрессорности. С целью определения сортов, наиболее пригодных к возделыванию в условиях ЦЧР, проведено гистологическое изучение реакции тканей яблони различных сортов на воздействие стрессоров осенне-зимних периодов с использованием аппаратно-программного комплекса ВидеоТест-Морфология 4.0, а также выполнен неинвазивный контактный мониторинг фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей растений с использованием такого критериального показателя, как отношение максимальной флуоресценции хлорофилла к переменной флуоресценции, характеризующего активность работы фотосистемы 2. Установлено, что наибольшей устойчивостью к воздействию аномалий водно-температурного режима осенне-зимних периодов отличались деревья сорта Антоновка обыкновенная, наименьшей – сортов Лигол и Синап Орловский. Сравнительный анализ реакции тканей растений яблони на стрессорное давление выявил значительные различия по степени их уязвимости: самой низкой устойчивостью отличались ткани генеративных почек, особенно ткани под почкой и конуса нарастания. Анализ тканей однолетних ветвей показал, что ткани сердцевины и перимедуллярной зоны менее устойчивы к зимним стрессорам, нежели камбиальный слой.

**Ключевые слова:** яблоня, сорта, стрессоры осенне-зимнего периода, степень поврежденности тканей, генеративные почки, побеги, хлорофиллсодержащие ткани, фотосинтетическая активность

**Финансирование:** работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в 2022–2024 гг. «Разработать интенсивные технологии конструирования насаждений, адаптированные к специфике различных сортов, технологические регламенты, способы мониторинга и управления продукционным процессом садовых культур и качеством урожая на протяжении периода эксплуатации насаждений» (122080300022-0).

**Для цитирования:** Григорьева Л.В., Цуканова Е.М., Ткачев Е.Н., Наместникова Е.А. Сортовая реакция растений яблони на стрессоры осенне-зимнего периода // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 62–74. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_62-74](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_62-74).

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

Original article

### Varietal response of apple plants to stressors of the autumn-winter period

Lyudmila V. Grigorieva<sup>1</sup>, Elena M. Tsukanova<sup>2</sup>,  
Evgeniy N. Tkachev<sup>3</sup>, Elena A. Namestnikova<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

<sup>2, 3, 4</sup> I.V. Michurin Federal Scientific Center, Michurinsk, Russia

<sup>2</sup> elenam31@yandex.ru✉

**Abstract.** Data from long-term monitoring of the water and temperature regime of the Central Chernozem Region indicate such significant changes as increased temperature fluctuations, discreteness of the water regime of the

territory and daily dispersion of air temperatures, which led to accelerated stress of weather conditions in general. The results of studies carried out in 2019-2022 are presented in order to analyze the varietal response of apple tree plants to the stressors of the autumn-winter periods in the conditions of the Central Part of Russia. The objects of research were apple trees of various varieties and maturation periods: Lobo, Synap Orlovsky, Ligol, Antonovka obyknovennaya, Zhigulevskoe, Melba. The conditions of the autumn-winter periods were characterized by a high degree of instability of temperatures and humidity, and also differed in the degree of stress. In order to determine the varieties most suitable for cultivation in the Central Chernozem Region conditions, a histological study of the reaction of apple tree tissues of various varieties to the effects of autumn-winter stressors was carried out using the VideoTest-Morphology 4.0 hardware and software package, and non-invasive contact monitoring of the photosynthetic activity of chlorophyll-containing plant tissues was carried out using such a criterion as the ratio of maximum fluorescence chlorophyll to variable fluorescence, characterizing the activity of photosystem 2. It was found that the Antonovka obyknovennaya variety trees were the most resistant to the effects of anomalies in the water and temperature regime of the autumn-winter periods, while the Ligol and Synap Orlovsky varieties were the least resistant. A comparative analysis of the response of apple plant tissues to stress pressure revealed significant differences in the degree of their vulnerability: the tissues of generative kidneys and, especially, the tissues under the bud and the apical dome were characterized by the lowest resistance. An analysis of the tissues of annual branches showed that the tissues of the heartwood and the perimedullary zone are less resistant to winter stressors than the cambial ring.

**Keywords:** apple tree, varieties, stressors of the autumn-winter period, degree of tissue damage, generative buds, shoots, chlorophyll-containing tissues, photosynthetic activity

**Financing:** the paper was prepared based on the results of research carried out within the framework of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in 2022-2024 "Develop intensive technologies for constructing plantings adapted to the specifics of different varieties, technological regulations, methods for monitoring and managing the production process of horticultural crops and the quality of the harvest throughout the period of exploitation of the plantings" (122080300022-0).

**For citation:** Grigorieva L.V., Tsukanova E.M., Tkachev E.N., Namestnikova E.A. Varietal response of apple plants to stressors of the autumn-winter period. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):62-74. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_62-74](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_62-74).

## Введение

Садоводство в России последние годы развивается стремительными темпами. Учитывая тот факт, что традиционная технология выращивания уже не обеспечивает отрасли необходимой для положительной доходности и быстрой окупаемости урожайности, ежегодно закладывается до 15 тыс. га новых садов, большая часть из них – интенсивные. В связи с переходом отрасли садоводства на интенсивные технологии возрастает стоимость закладки и возделывания садов, себестоимость продукции. Ошибки, связанные с подбором сортимента, с экологической устойчивостью сортов в каждой конкретной местности, могут привести к значительным потерям урожайности и резкому снижению качества плодов.

Одной из основных причин развития повреждений плодовых растений являются участвовавшие климатические флуктуации и возросшая в последние десятилетия стресснапряженность водно-температурного режима территорий возделывания. Усугубляет ситуацию одновременное воздействие нескольких стрессоров:

- аномально высокие температуры воздуха, а также воздушная и почвенная засухи или низкие температуры на фоне переувлажнения в летний период;
- длительный период аномально высоких температур воздуха на фоне оптимальной влажности или резкое понижение температуры воздуха на фоне отсутствия снежного покрова в осенний период;
- чередование глубоких оттепелей и экстремально низких температур воздуха в зимний период;
- аномально раннее начало вегетации с последующим значительным понижением температур воздуха в весенний период и др. [7, 9, 16, 17].

Дополнительным фактором риска повреждений является способность многолетних растений аккумулировать последствия негативных воздействий. Это значительно ослабляет растения, усиливает восприимчивость к другим абиотическим и биотическим стрессорам, что приводит к снижению урожайности плодовых растений и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции [7, 9, 13, 17].

Достаточно значимое негативное воздействие на растения яблони в Центральном Черноземье оказывают стрессоры осеннего и зимнего периодов. Полученные повреждения тканей в дальнейшем приводят к торможению процесса вегетации, снижению или отсутствию цветения, образованию уродливых плодов, усиливают восприимчивость растений к вредителям и болезням, в отдельных случаях обуславливают отсутствие урожая или даже гибель растений.

В то же время следует отметить, что глубина реакции на повреждающее воздействие в значительной степени зависит не только от напряженности самих стрессоров, но и от степени собственной устойчивости сорта, а также уровня так называемого «энергетического пула» растения, образовавшегося в результате баланса между поглощенной энергией (в частности в результате фотосинтеза) и метаболическими потребностями клеток в фотоассимилятах [13, 15, 17, 18].

По мнению многих исследователей, продуктивность растений яблони в значительной степени обусловлена условиями предыдущего осеннего периода (в том числе сроков вступления растений в состояние глубокого покоя и закалки) и характеристиками морфо-физиологических показателей растений яблони в зимний и ранневесенний периоды, однако немаловажное значение имеет водно-температурный режим территории возделывания и уровень его стрессорности в весенне-летний период [1, 9, 10, 14, 19, 20].

Таким образом, изучение сортовой реакции растений яблони на стрессоры осенне-зимнего периода является достаточно актуальным и позволяет определить необходимость и вид корректирующего воздействия в весенний период для снижения или нивелирования последствий негативного воздействия на формирование урожая.

Цель исследований – изучение сортовой реакции растений яблони на стрессоры осенне-зимнего периода по гистологическим и физиологическим показателям в условиях средней полосы России.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- анализ климатических аномалий осенне-зимних периодов 2019–2021 гг.;
- определение степени поврежденности и типов повреждений тканей растений яблони в зависимости от сорта;
- оценка реакции фотосистем растений яблони на стрессоры годового цикла развития растений по показателю фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей.

#### **Условия, материалы и методы**

Объектами исследований служили сорта яблони различных сроков созревания в насаждениях ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»: Лобо, Синап Орловский, Лигол, Антоновка обыкновенная, Жигулевское, Мелба.

В качестве фактической метеорологической информации для территории проведения исследований были применены архивы метеоданных агрометеостанции Центрально-Черноземного региона (ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС») и текущие характеристики водно-температурного режима по данным Агрометеостанции ФНЦ им. И.В. Мичурина. Используются следующие характеристики: динамика максимальных и минимальных температур воздуха, суточные перепады температуры, суточная сумма атмосферных осадков, влажность воздуха. Эти параметры в обобщенном виде характеризуют как тепловые условия, так и условия увлажнения территории.

Гистологические и цитологические исследования производили по общепринятым методикам. Срезы осуществляли с помощью вибротома: для анализа генеративных и вегетативных почек – продольные, однолетних ветвей – поперечные. Срезы анализировали с использованием аппаратно-программного комплекса ВидеоТест-Морфология 4.0. Степень повреждения оценивали по изменению окраски тканей с учетом доли поврежденных

тканей в процентах от общей площади данной ткани на данном срезе. По результатам анализов проводили математическую обработку, оценивая среднюю степень повреждения с учетом площади поврежденных тканей [3, 4].

Фотосинтетическую активность хлорофиллсодержащих тканей регистрировали с использованием прибора ИФСР-2 (флуориметрический индикатор физиологического состояния) по методу Genty et al. [12], адаптированному к растительным объектам Цукановой Е.М. [9].

Разницу между интенсивностями флуоресценции хлорофилла при закрытых и открытых РЦ ( $F_v = F_{\max} - F_0$ ) называют переменной флуоресценцией ( $F_v$ ) хлорофилла. Величина  $F_v$  соответствует той части энергии света, которая используется открытыми РЦ в фотосинтезе, т. е. может характеризовать активность начальных стадий фотосинтеза. На практике часто оценивают отношение  $F_v/F_{\max}$ . Данный параметр хорошо коррелирует с фотосинтетической активностью хлорофиллсодержащих тканей, а также с параметрами продуктивности фотосинтеза.

Искомая величина (отношение  $F_v/F_m$ ) отражает фотосинтетическую активность клеток и выражена в относительных единицах (отн. ед.) [9, 12]. Дисперсию показателя в пределах одного растения определяли методом дисперсионного анализа первичных показателей  $F_v/F_m$  – не менее 100 точек на одно растение. Для анализа в зимне-весенний период использовали ткани вегетативных почек и камбиальную ткань.

### Результаты и их обсуждение

По результатам мониторинга водно-температурного режима территории г. Мичуринска (места проведения исследований) определены основные стрессоры осеннего и зимнего периодов 2019–2021 гг.

В целом погодные условия указанных лет отличались множественными отклонениями от среднеголетних значений, основными из которых являются чередование периодов высоких и низких температур воздуха и резкие перепады дневных и ночных температур (рис. 1, 2).

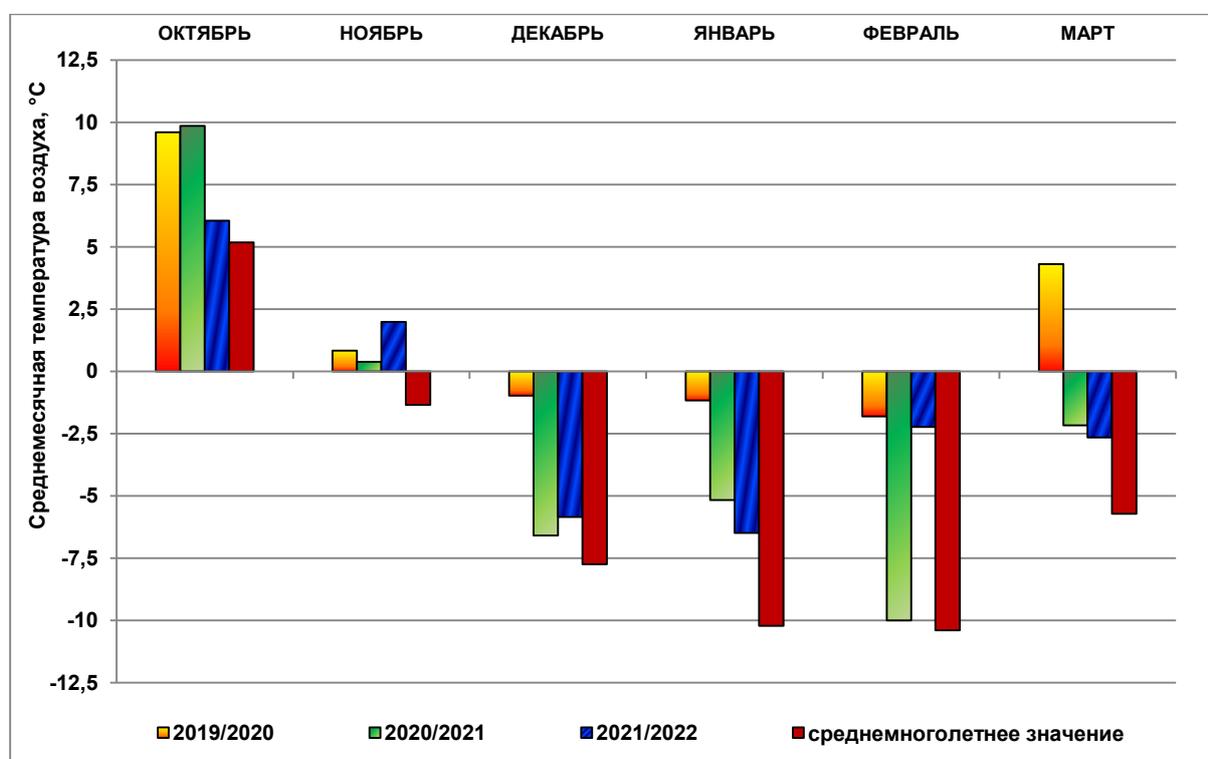


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха октября-марта 2019–2022 гг. в сравнении со среднеголетними значениями

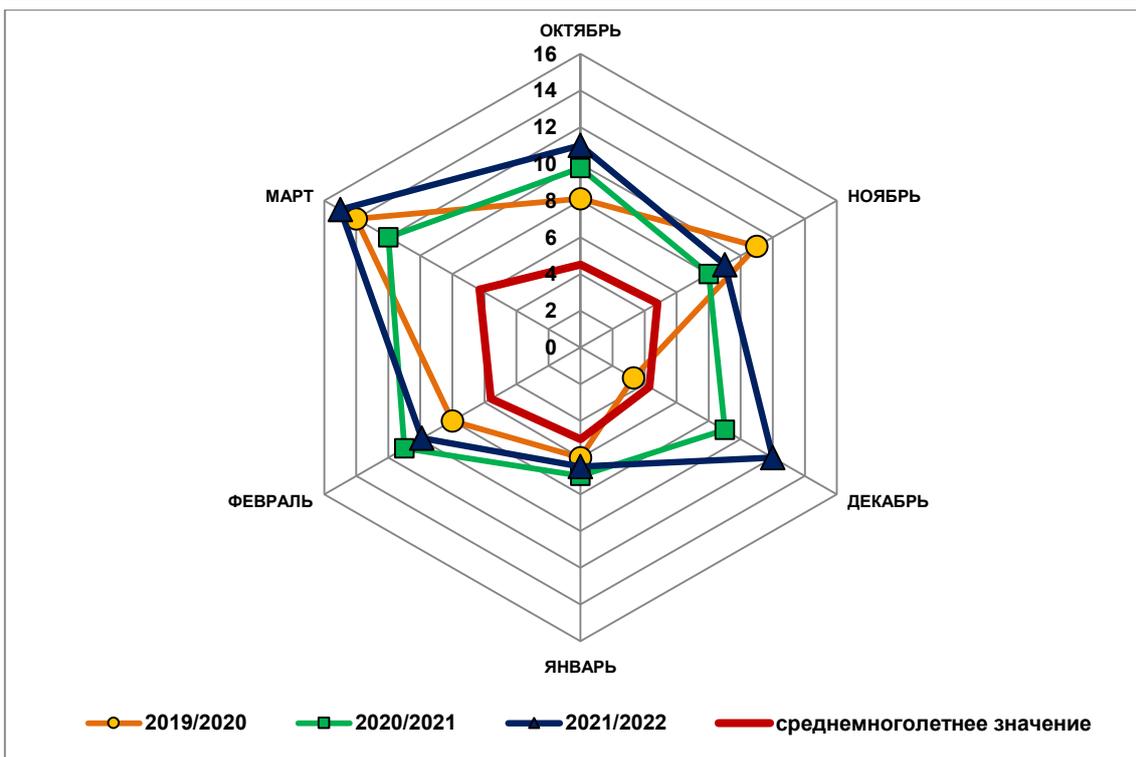


Рис. 2. Амплитуда суточного перепада температур воздуха в октябре-марте 2019–2022 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями

Аналогичная закономерность установлена по распределению осадков в годовом цикле (рис. 3). Отмечены определенные особенности каждого из годов исследований, которые позволили адекватно оценить сортовые особенности реакции на стрессоры.

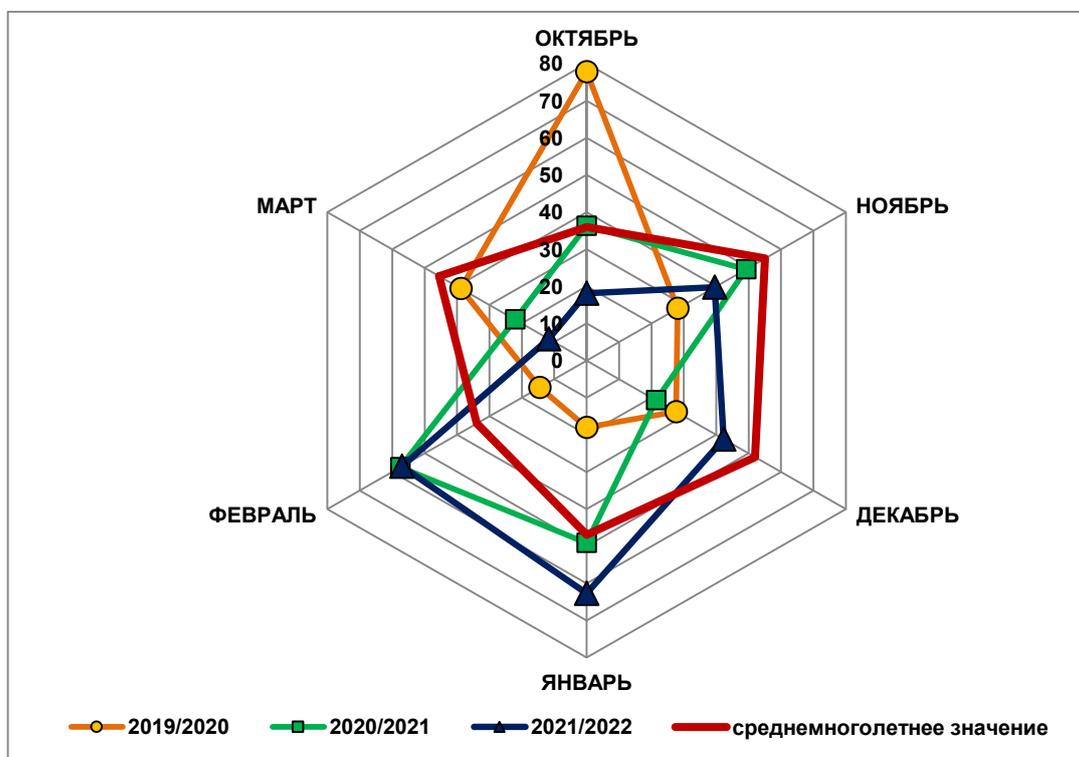


Рис. 3. Месячные суммы осадков в октябре-марте 2019–2022 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями

Так, основными стрессорами января-декабря 2019 г. были низкие среднесуточные температуры воздуха в марте-апреле, которые обусловили множественные аномалии в развитии плодов. Аномально высокие температуры и влажность воздуха в сентябре-октябре (в 1,3–1,5 раза выше среднеголетних значений) спровоцировали значительное затягивание периода вегетации и вторичное цветение некоторых сортов яблони. Выявлен высокий уровень дисперсии суточных температур воздуха (в 2,5–3,7 раза выше среднеголетних значений) осеннего периода. Низкая влажность воздуха в сентябре 2019 г. (практически полное отсутствие осадков и влажность воздуха на 40–60% ниже нормы для данного периода) негативно сказалась на подготовке плодовых растений к состоянию покоя.

Однако в дальнейшем благодаря плавному понижению температур воздуха в ноябре-декабре 2019 г. и достаточно мягким погодным условиям зимнего периода 2020 г. (отсутствие значительных перепадов суточных температур воздуха и близкая к оптимальной влажность) растения яблони перенесли осенне-зимний период без существенных повреждений тканей. Следует отметить, что аномально высокие среднесуточные температуры воздуха в марте (на 10–13 °С выше среднеголетних значений) при средней и низкой влажности воздуха спровоцировали очень раннее начало вегетации в 2020 г.

К особенностям водно-температурного режима 2021 г. следует отнести прохладные и снежные январь и февраль, однако температура воздуха в целом незначительно отличалась от среднеголетних значений. Также следует отметить невысокий уровень суточного перепада температур воздуха с января по март 2021 г. и близкий к среднеголетним значениям водно-температурный режим вплоть до мая 2021 г. Вышеуказанное обусловило минимальный уровень зимних повреждений тканей всех изученных сортов яблони. В то же время важным показателем высокого уровня стрессорности водно-температурного режима периода вегетации 2021 г. являлся высокий уровень амплитуды суточного перепада температур воздуха, а также ставшее в последние годы регулярным постоянное чередование жарких сухих и холодных влажных периодов.

Многолетние исследования Е.Н. Ткачева [7] показали, что наиболее достоверные результаты гистологического анализа повреждений генеративных почек зимними стрессорами можно получить в феврале. Это связано с тем, что в период глубокого покоя воздействие низких температур даже после продолжительных оттепелей не вызывает существенных повреждений тканей растений, тогда как в феврале, после окончания глубокого покоя, реакция на оттепели проявляется сильнее, особенно при увеличении ее продолжительности и повышении температуры. Помимо этого, в данный период проявляются повреждения тканей, полученные ранее (в ноябре-декабре).

Учитывая вышеизложенное, гистологический анализ тканей генеративных почек и однолетних ветвей растений яблони с целью выявления низкотемпературных повреждений был проведен в феврале 2019, 2020 и 2021 гг. По результатам проведенных анализов генеративных почек установлено, что степень поврежденности тканей яблони изученных сортов значительно различалась в зависимости от вида ткани, сорта и условий осенне-зимнего периода (табл. 1–3).

Таблица 1. Зимние повреждения генеративных почек разных сортов яблони (февраль 2019 г.)

| Сорт                   | Ткань под почкой |      | Конус нарастания |      | Зачатки цветков |      |
|------------------------|------------------|------|------------------|------|-----------------|------|
|                        | балл             | %    | балл             | %    | балл            | %    |
| Лобо                   | 1,0              | 8,7  | 1,0              | 11,1 | 0,3             | 0    |
| Синап Орловский        | 1,5              | 15,0 | 0                | 8,3  | 0               | 0    |
| Лигол                  | 2,2              | 17,9 | 1,0              | 15,3 | 1,6             | 21,3 |
| Антоновка обыкновенная | 0                | 0    | 0                | 0    | 0               | 0    |
| Жигулевское            | 1,9              | 15,6 | 1,0              | 12,2 | 0               | 0    |
| Мелба                  | 0,6              | 13,9 | 0                | 0    | 0               | 0    |
| НСР <sub>05</sub>      | 0,04             | –    | 0,01             | –    | 0,03            | –    |

Таблица 2. Зимние повреждения генеративных почек разных сортов яблони (февраль 2020 г.)

| Сорт                   | Ткань под почкой |      | Конус нарастания |      | Зачатки цветков |      |
|------------------------|------------------|------|------------------|------|-----------------|------|
|                        | балл             | %    | балл             | %    | балл            | %    |
| Лобо                   | 1,0              | 8,2  | 1,0              | 9,1  | 0               | 0    |
| Синап Орловский        | 1,1              | 11,9 | 0                | 9,1  | 0               | 0    |
| Лигол                  | 1,8              | 12,9 | 1,0              | 13,3 | 1,1             | 18,4 |
| Антоновка обыкновенная | 0                | 0    | 0                | 0    | 0               | 0    |
| Жигулевское            | 1,3              | 11,6 | 1,0              | 13,1 | 0               | 0    |
| Мелба                  | 0,4              | 13,9 | 0                | 0    | 0               | 0    |
| НСР <sub>05</sub>      | 0,05             | –    | 0,01             | –    | 0,02            | –    |

Таблица 3. Зимние повреждения генеративных почек разных сортов яблони (февраль 2021 г.)

| Сорт                   | Ткань под почкой |      | Конус нарастания |      | Зачатки цветков |      |
|------------------------|------------------|------|------------------|------|-----------------|------|
|                        | балл             | %    | балл             | %    | балл            | %    |
| Лобо                   | 1,1              | 6,9  | 1,0              | 11,3 | 0               | 0    |
| Синап Орловский        | 1,0              | 15   | 0                | 8,3  | 0               | 0    |
| Лигол                  | 1,6              | 15,9 | 1,0              | 14,3 | 1,0             | 18,3 |
| Антоновка обыкновенная | 0                | 0    | 0                | 0    | 0               | 0    |
| Жигулевское            | 1,0              | 10,2 | 1,0              | 15,2 | 0               | 0    |
| Мелба                  | 0,5              | 13,9 | 0                | 0    | 0               | 0    |
| НСР <sub>05</sub>      | 0,01             | –    | 0,009            | –    | 0,007           | –    |

Так, за все годы исследований наиболее подверженными повреждениям были ткани под почкой – балл повреждения колебался от 0,4 у сорта Мелба в 2020 г. до 2,2 у сорта Лигол в 2019 г., тогда как максимальный балл повреждения тканей конуса нарастания составил 1, а зачатков цветков – 1,6 (сорт Лигол в 2019 г.).

Результаты трехлетних гистологических исследований генеративных почек показали, что плодовые почки яблони сорта Антоновка не получили повреждений в указанном периоде.

Следует отметить, что аналогичная картина наблюдалась и по доле поврежденных тканей – наибольший процент повреждений выявлен в тканях под почкой. Исключение составил сорт Лигол, у которого ткани зачатков цветков были не менее подвержены повреждениям зимними стрессорами (табл. 1–3).

Сравнительный анализ полученных результатов гистологических исследований генеративных тканей показал, что, несмотря на достаточно благоприятные условия изученных зимних периодов, более сильные повреждения отмечены в 2019 г.

По нашему мнению, это связано в первую очередь с тем, что водно-температурный режим периода подготовки и вхождения в покой (август-ноябрь 2018 г.) был достаточно сложным для растений яблони. Аномально высокие температуры воздуха (25,3–31,4 °С) на фоне практически полного отсутствия осадков в августе-сентябре, затем теплый октябрь (температура воздуха достигала 21,4 °С) на фоне достаточной влажности спровоцировали значительное затягивание ростовых процессов и вторичное цветение таких сортов, как Жигулевское, Лигол, Синап Орловский, Лобо.

В дальнейшем отмечено значительное понижение температуры воздуха до –11,8 °С во второй и до –17,9 °С в третьей декадах ноября на фоне отсутствия снежного покрова, что существенно ослабило растения и обусловило повреждения тканей генеративных почек (табл. 1, рис. 4).

Проведенный в феврале 2019–2021 гг. анализ повреждений тканей однолетних ветвей яблони сортов Лобо, Синап Орловский, Лигол, Антоновка обыкновенная, Жигулевское, Мелба в насаждениях ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» не выявил существенных различий по степени и типу повреждений в зависимости от условий осенне-зимних периодов.



Повреждение тканей под почкой. Сорт яблони Жигулевское (февраль 2019 г.)



Повреждение конуса нарастания и тканей под почкой. Сорт яблони Лигол (февраль 2019 г.)

Рис. 4. Повреждения генеративных почек сортов яблони в 2019 г.

Установлено, что наибольшим повреждениям подверглись ткани сердцевины и перимедулярной зоны однолетних ветвей (рис. 5, 6).

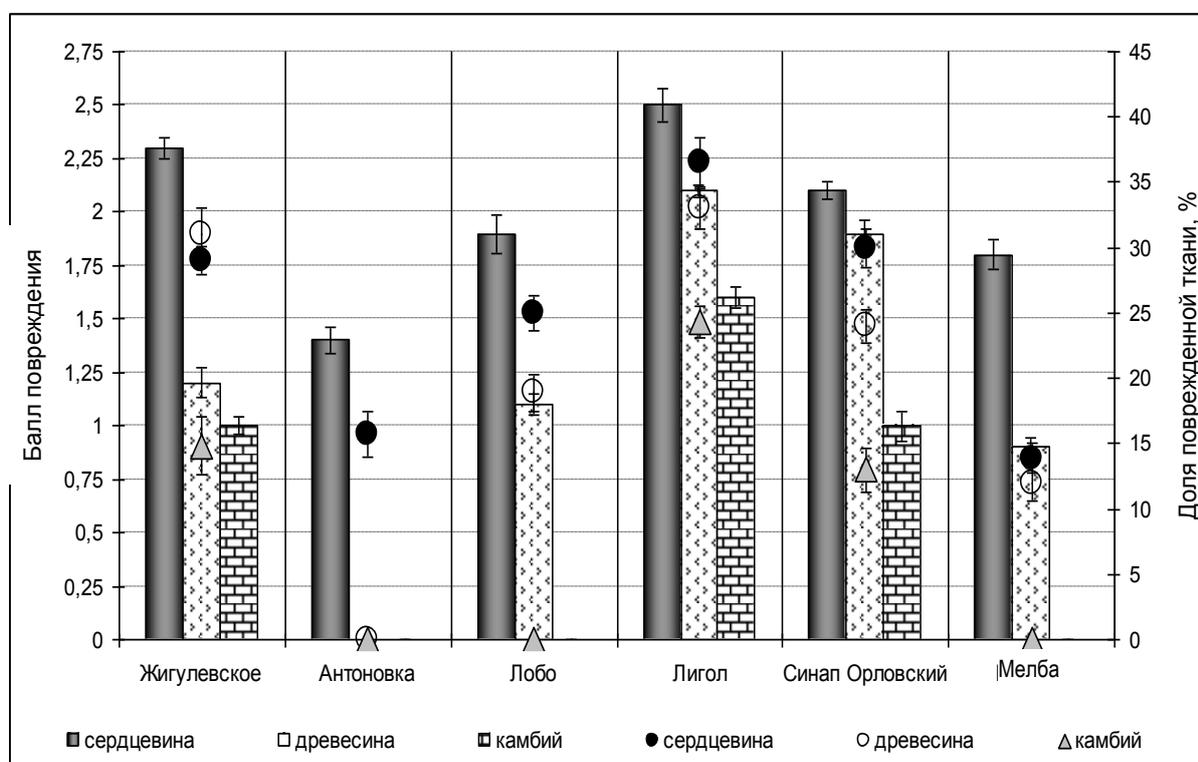
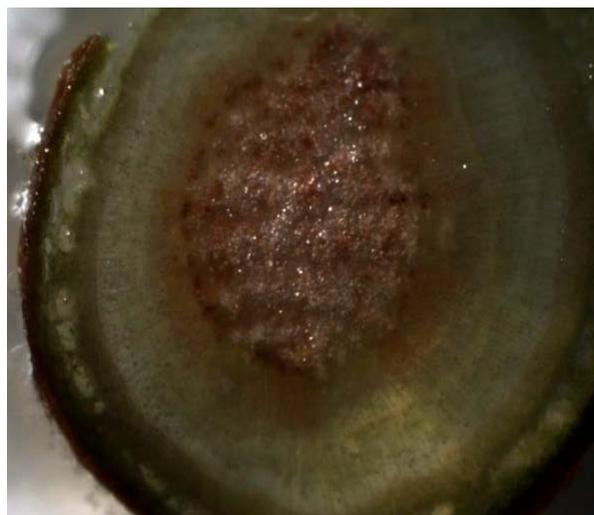


Рис. 5. Повреждение тканей однолетних ветвей сортов яблони (в среднем за 2019–2021 гг.)



Повреждение сердцевины прироста  
(сорт Лигол)



Повреждение сердцевины прироста  
(сорт Лобо)

**Рис. 6. Повреждение тканей однолетних приростов сортов яблони, 2019 г.**

Известно, что наибольшую опасность для дальнейшего развития растений представляет повреждение камбиальных тканей, как правило, возникающих при воздействии резких перепадов температур в период повышения активности камбиальных клеток, особенно после длительных глубоких оттепелей в период окончания вынужденного покоя [7, 13]. Подобный тип повреждений за годы исследований был обнаружен в слабой степени у сортов Жигулевское и Синап Орловский (балл повреждений не превышал 1, а доля поврежденной ткани – 15%). Несколько более сильные повреждения отмечены у сорта Лигол – до 25% ткани камбиального слоя было повреждено на 1,6–1,8 балла, что не вызвало существенных нарушений роста и развития растений данных сортов в период последующей вегетации.

Сильное влияние на весенний рост и плодоношение растений оказывают также повреждения коры и флоэмы, полученные в результате резких перепадов температуры воздуха и солнечных ожогов. Особенно высокий риск данных типов повреждений отмечен в период выхода растений яблони из состояния покоя. Подобный тип повреждений приводит к нарушению движения ассимилятов и, следовательно, вызывает аномалии ростовых процессов.

Гистологические анализы выявили незначительную степень повреждения перимедулярной зоны однолетних ветвей всех исследованных сортов, кроме Антоновки обыкновенной. Повреждение тканей сердцевины обнаружено у всех изученных сортов, однако степень повреждения была невелика (максимально – 2,5 балла у сортов Лигол и Жигулевское), поэтому не вызвала существенных проблем при дальнейшем развитии растений (рис. 6).

Результаты проведенных исследований позволили выявить сортовые различия по степени уязвимости растений яблони к стрессорам осенне-зимнего периода. По нашим данным наибольшую устойчивость показал сорт Антоновка обыкновенная, у которого практически не выявлено зимних повреждений тканей в условиях 2019–2021 гг. Самые значительные повреждения получили сорта Лигол и Жигулевское, однако следует отметить, что одной из особенностей сорта Жигулевское является очень высокая восстановительная способность тканей. Так, ранее проведенные исследования показали, что даже после суровой зимы 2010 г. урожайность данного сорта была близка к среднепогодным значениям.

Одним из достаточно информативных критериев состояния растений и, в частности, степени его уязвимости при негативном воздействии является показатель фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей. Ранее установленные опти-

мумы для каждого из периодов в годичном цикле развития растений яблони [7] позволяют реально оценить текущее функциональное состояние растительного организма. Годичный мониторинг фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей различных сортов яблони, проведенный в 2020 г., показал, что уже в феврале показатели  $F_v/F_m$  таких сортов, как Лигол и Лобо достигали значений 0,47–0,5 отн. ед., что соответствует значениям третьей декады марта. Это указывало на повышенный уровень риска повреждений тканей растений стрессорами ранневесеннего периода, однако отсутствие резких понижений температуры воздуха в марте позволило избежать их, и в середине марта показатели фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей уже всех изученных сортов достигли весенних значений (0,75–0,8 отн. ед.).

Следует отметить, что значительное понижение температуры воздуха в апреле-мае вызвало резкое снижение фотосинтетической активности тканей до почти полной инактивации процесса (0,25–0,32 отн. ед.), и в дальнейшем, в течение всего вегетационного сезона, показатели соотношения  $F_v/F_m$  были на 20–40% ниже оптимальных значений, т. е. в целом функциональное состояние растений яблони в 2020 г. было невысоким. Данное обстоятельство негативно сказалось как на урожайности изученных сортов яблони, так и на их подготовке к последующим зимним стрессорам.

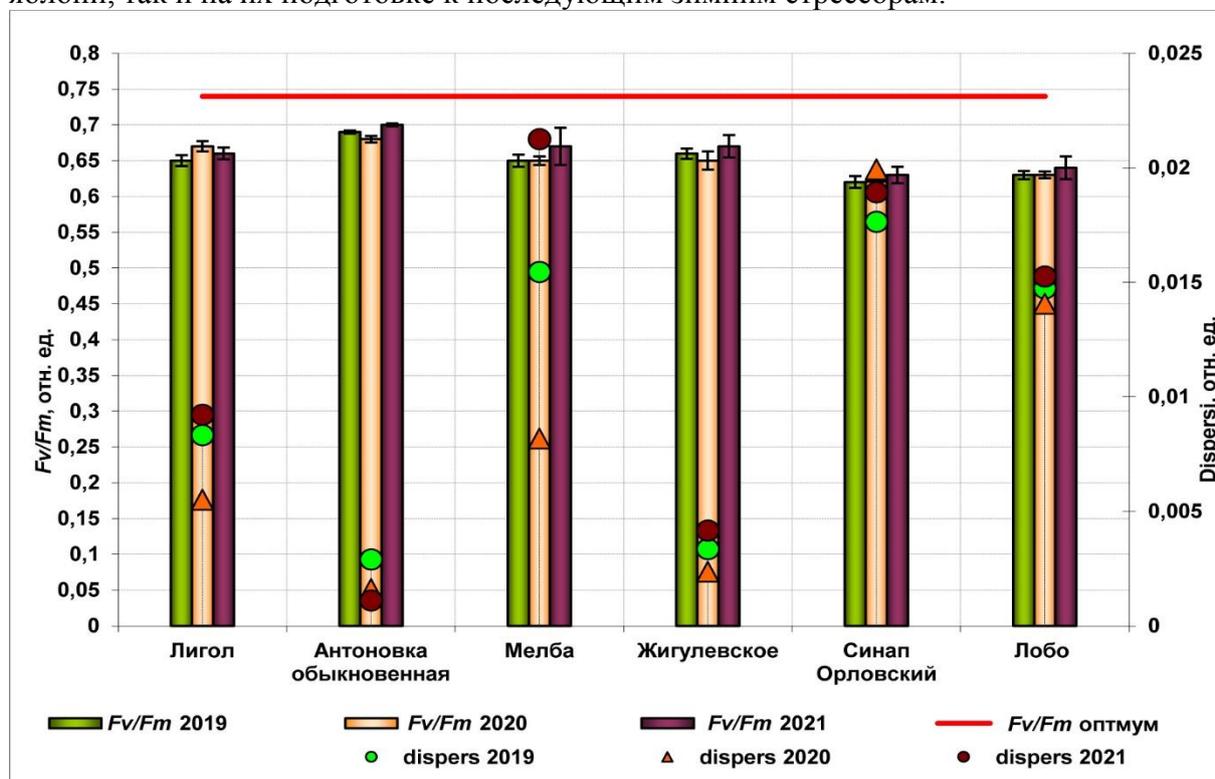


Рис. 7. Средневегетационная фотосинтетическая активность листьев сортов яблони (2019–2021 гг.)

Средневегетационный показатель фотосинтетической активности листьев яблони за все годы исследований был ниже среднеевропейских значений. Среди представленных сортов наименьшими показателями характеризовались сорта Лобо и Синап Орловский – средневегетационный показатель  $F_v/F_m$  составил в 2019 г. – 0,62 отн. ед., в 2020 г. – 0,64 отн. ед. и в 2021 г. – 0,63 отн. ед., при самом высоком уровне дисперсии показателя в пределах одного растения, что указывает на крайне нестабильное состояние функциональных систем растений. Более высокие показатели фотосинтетической активности отмечены у тканей листьев деревьев сортов Лигол, Мелба и Жигулевское – 0,65–0,67 отн. ед., однако стоит подчеркнуть, что дисперсия  $F_v/F_m$  в пределах одного растения у сорта Мелба была значительно выше, чем у сорта Жигулевское, т. е. функциональные системы растений сорта Жигулевское были более стабильны (рис. 7).

Самые высокие значения показателя фотосинтетической активности листьев в течение обоих периодов вегетации отмечены у сорта Антоновка обыкновенная – от 0,68 отн. ед. в 2019 г. до 0,7 отн. ед. в 2021 г., при самом низком уровне дисперсии показателя в пределах одного растения. Это может свидетельствовать о более высокой толерантности физиологических процессов в ответ на колебания факторов водно-температурного режима (рис. 6).

К общим тенденциям динамики фотосинтетической активности для всех изучаемых сортов в 2019–2021 гг. можно отнести невысокий уровень  $F_v/F_m$  в начале вегетации (на 25–35% ниже оптимальных значений в зависимости от сорта) и аномально высокие показатели в конце октября, которые достигали значений от 0,62 отн. ед. у сорта Лигол до 0,65 отн. ед. у сорта Жигулевское при оптимуме для данного периода – 0,35 отн. ед. Следует отметить, что вегетационные периоды 2020–2021 гг. отличались аномально ранним началом ростовых процессов растений, высоким уровнем депрессии  $F_v/F_m$  в пределах одного растения в середине лета.

### Выводы

По результатам анализов различных тканей генеративных почек яблони сортов Лобо, Синап Орловский, Лигол, Антоновка обыкновенная, Жигулевское, Мелба в насаждениях ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» в условиях 2019–2021 гг. установлено, что наименьшей устойчивостью к повреждающему действию стрессоров осенне-зимнего периода отличаются ткани под почкой и конуса нарастания.

Гистологический анализ тканей однолетних ветвей показал, что ткани сердцевинны и перимедуллярной зоны менее устойчивы к зимним стрессорам, нежели камбиальный слой.

Выявлены сортовые различия по степени уязвимости тканей растений яблони к стрессорам осенне-зимнего периода. Наибольшую устойчивость показал сорт Антоновка обыкновенная, наименьшую – сорт Лигол.

Средневегетационный показатель фотосинтетической активности листьев яблони за все годы исследований был ниже средневегетационных значений. Среди представленных сортов наименьшими показателями характеризовались сорта Лобо и Синап Орловский. К общим тенденциям динамики фотосинтетической активности для всех изучаемых сортов в 2019–2021 гг. можно отнести невысокий уровень  $F_v/F_m$  в начале вегетации (на 25–35% ниже оптимальных значений в зависимости от сорта) и аномально высокие показатели в конце октября.

Самые высокие значения показателя фотосинтетической активности листьев в течение обоих периодов вегетации отмечены у сорта Антоновка обыкновенная – от 0,68 отн. ед. в 2019 г. до 0,7 отн. ед. в 2021 г. при самом низком уровне дисперсии показателя в пределах одного растения. Также очень низкий уровень дисперсии показателя  $F_v/F_m$  выявлен у сорта Жигулевское. Это может свидетельствовать о более высокой толерантности физиологических процессов у данных сортов в ответ на колебания факторов водно-температурного режима.

### Список источников

1. Григорьева Л.В., Ершова О.А. К вопросу об органическом производстве плодово-ягодного сырья // Здоровое питание от фундаментальных исследований к инновационным технологиям: материалы XV всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов с международным участием (Москва, 2–4 июня 2014 г.). Приложение к журналу Вопросы питания. 2014. Т. 83, № 3. С. 176–177. DOI: 10.33029/0042-8833.

2. Григорьева Л.В., Ершова О.А. Комплексная оценка привойно-подвойных комбинаций яблони и эффективность их возделывания в садах интенсивного типа // Достижения науки и техники АПК. Т. 30, № 5. 2016. С. 53–57. DOI: 10.24411/0235-2451.

3. Дженсен У. Ботаническая гистохимия; пер. с англ. Москва: Мир, 1965. 377 с.
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. Кине Ж., Сакс Р., Бернье Ж. Физиология цветения: в 3 т. Т. 3: Развитие цветков; пер. с англ. Москва: Агропромиздат, 1991. 445 с.
6. Пронзина М.Н. Ботаническая микротехника: учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1960. 206 с.
7. Ткачев Е.Н., Цуканова Е.М. Методы мониторинга результатов воздействия абиотических стрессоров в насаждениях яблони // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 2. С. 17–21. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10205.
8. Шеховцова Т.Н. Биологические методы анализа // Соросовский образовательный журнал. 2000. № 11. С. 17-21.
9. Цуканова Е.М. Система диагностики состояния плодовых растений. Экспресс-диагностика функционального состояния растений и оценка эффективности применения технологий. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 300 с.
10. Begum S., Kudo K., Matsuoka Y. et al. Localized cooling of stems induces latewood formation and cambial dormancy during seasons of active cambium in conifers // *Annals of Botany*. 2016. Vol. 117(3). Pp. 465–477. DOI: 10.1093/aob/mcv181.
11. Begum S., Nakaba S., Yamagishi Y. et al. Regulation of cambial activity in relation to environmental conditions: understanding the role of temperature in wood formation of trees // *Physiologia Plantarum*. 2013. Vol. 147(1). Pp. 46–54. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2012.01663.x.
12. Genty B., Briantais J.M., Baker N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence // *Biochimica et Biophysica Acta*. 1989. Vol. 990(1). Pp. 87–92. DOI: 10.1016/s0304-4165(89)80016-9.
13. Grigoreva L.V., Tsukanova D.N., Tsukanova E.M. The response of apple tree varieties to the anomalies in the water and temperature conditions in 2020 // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 845(1). Article No. 012047. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012047.
14. Hänninen H. The Annual Cycle under Changing Climatic Conditions. Chapter 2 // *Boreal and Temperate Trees in a Changing Climate: Modelling the Ecophysiology of Seasonality*. Springer, Netherlands, Dordrecht; 2016. Pp. 263–335.
15. Legave J.-M., Guédon Y., Malagi G. et al. Differentiated Responses of Apple Tree Floral Phenology to Global Warming in Contrasting Climatic Regions // *Frontier in Plant Science*. 2015. Vol. 6. Article No. 1054. DOI: 10.3389/fpls.2015.01054.
16. Matveev S.M., Chendev Yu.G., Lupo A.R. et al. Climatic Changes in the East-European Forest-Steppe and Effects on Scots Pine Productivity // *Pure & Applied Geophysics*. 2017. Vol. 174. Pp. 427–443. DOI: 10.1007/s00024-016-1420-y.
17. Tsukanova E., Tkachev E. Altered climate dynamics in the East-European forest-steppe incites fruit plants injury // *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 226. Article No. 012034. DOI: 10.1088/1755-1315/226/1/012034.
18. Vanoni M., Bugmann H., Nötzli M. et al. Drought and frost contribute to abrupt growth decreases before tree mortality in nine temperate tree species // *Forest Ecology & Management*. 2016. Vol. 382. Pp. 51–56. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.10.001.
19. Vitra A., Lenz A., Vitasse Y. Frost hardening and dehardening potential in temperate trees from winter to budburst // *New Phytologist*. 2017. Vol. 216(1). Pp. 113–123. DOI: 10.1111/nph.14698.
20. Wang Y., Noguchi K., Ono N. et al. Overexpression of plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase in guard cells promotes light-induced stomatal opening and enhances plant growth // *Proceedings of the National Academy of Science. USA*. 2014. Vol. 111(1). Pp. 533–538. DOI: 10.1073/pnas.1305438111.

### References

1. Grigorieva L.V., Ershova O.A. On the issue of organic production of fruit and berry raw material. In: *Healthy Nutrition from Fundamental Research to Innovative Technologies: Proceedings of the XV All-Russian Congress of Dietitians and Nutritionists with International Participation (Moscow, June 2-4, 2014). Appendix to Problems of Nutrition*. 2014;83(3):176-177. DOI: 10.33029/0042-8833. (In Russ.).
2. Grigorieva L.V., Ershova O.A. Integrated assessment of scion-stock combinations of apple tree and their cultivation efficiency in orchards of an intensive type. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2016;30(5):53-57. DOI: 10.24411/0235-2451. (In Russ.).
3. Jensen W.A. *Botanical Histochemistry*; translated from English. Moscow: Mir Publishers; 1965. 377 p. (In Russ.).
4. Dospikhov B.A. *Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide*. 5<sup>th</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1985. 351 p. (In Russ.).
5. Kinet J.-M., Sachs R.M., Bernier G. *The Physiology of Flowering: in 3 vols. Vol. 3: The Development of Flowers*; translated from English. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1991. 444 p. (In Russ.).
6. Pronzina M.N. *Botanical Microengineering: study guide*. Moscow: Vysshaya Shkola Publishers; 1960. 206 p. (In Russ.).
7. Tkachev E.N., Tsukanova E.M. Methods for Monitoring the Effects of Abiotic Stressors in Apple Tree Plantings. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2019;33(2):17-21. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10205. (In Russ.).

8. Shekhovtsova T.N. Biological methods of analysis. *Soros Educational Journal*. 2000;11:17-21. (In Russ.).
9. Tsukanova E.M. System for diagnosing fruit plant status. Express diagnostics of the functional status of plants and assessment of the effectiveness of technology application. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2011. 300 p. (In Russ.).
10. Begum S., Kudo K., Matsuoka Y. et al. Localized cooling of stems induces latewood formation and cambial dormancy during seasons of active cambium in conifers. *Annals of Botany*. 2016;117(3):465-477. DOI: 10.1093/aob/mcv181.
11. Begum S., Nakaba S., Yamagishi Y. et al. Regulation of cambial activity in relation to environmental conditions: understanding the role of temperature in wood formation of trees. *Physiologia Plantarum*. 2013;147(1):46-54. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2012.01663.x.
12. Genty B., Briantais J.M., Baker N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1989;990(1):87-92. DOI: 10.1016/s0304-4165(89)80016-9.
13. Grigorieva L.V., Tsukanova D.N., Tsukanova E.M. The response of apple tree varieties to the anomalies in the water and temperature conditions in 2020. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;845(1):012047. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012047.
14. Hänninen H. The Annual Cycle under Changing Climatic Conditions. Chapter 2. In: Boreal and Temperate Trees in a Changing Climate: Modelling the Ecophysiology of Seasonality. Springer, Netherlands, Dordrecht; 2016:263-335.
15. Legave J.-M., Guédon Y., Malagi G. et al. Differentiated Responses of Apple Tree Floral Phenology to Global Warming in Contrasting Climatic Regions. *Frontier in Plant Science*. 2015;6:1054. DOI: 10.3389/fpls.2015.01054.
16. Matveev S.M., Chendev Yu.G., Lupo A.R. et al. Climatic Changes in the East-European Forest-Steppe and Effects on Scots Pine Productivity. *Pure and Applied Geophysics*. 2017;174:427-443. DOI: 10.1007/s00024-016-1420-y.
17. Tsukanova E., Tkachev E. Altered climate dynamics in the East-European forest-steppe incites fruit plants injury. In: IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2019;226:012034. DOI: 10.1088/1755-1315/226/1/012034.
18. Vanoni M., Bugmann H., Nötzli M. et al. Drought and frost contribute to abrupt growth decreases before tree mortality in nine temperate tree species. *Forest Ecology & Management*. 2016;382:51-56. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.10.001.
19. Vitra A., Lenz A., Vitasse Y. Frost hardening and dehardening potential in temperate trees from winter to budburst. *New Phytologist*. 2017;216(1):113-123. DOI: 10.1111/nph.14698.
20. Wang Y., Noguchi K., Ono N. et al. Overexpression of plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase in guard cells promotes light-induced stomatal opening and enhances plant growth. *Proceedings of the National Academy of Science. USA*. 2014;111(1):533-538. DOI: 10.1073/pnas.1305438111.

#### Информация об авторах

Л.В. Григорьева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий имени И.В. Мичурина ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», grigorjeval@mail.ru.

Е.М. Цуканова – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории мониторинга и прогноза ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», elenam31@yandex.ru.

Е.Н. Ткачев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории мониторинга и прогноза ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», etkachyov@yandex.ru.

Е.А. Наместникова – аспирант лаборатории мониторинга и прогноза ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», namiestnikova1983@mail.ru.

#### Information about the authors

L.V. Grigorieva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies named after I.V. Michurin, Michurinsk State Agrarian University, grigorjeval@mail.ru.

E.M. Tsukanova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, Laboratory of Monitoring and Forecasting, Federal State Budgetary Scientific Institution "I.V. Michurin Federal Scientific Center", elenam31@yandex.ru.

E.N. Tkachev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Laboratory of Monitoring and Forecasting, Federal State Budgetary Scientific Institution "I.V. Michurin Federal Scientific Center", etkachyov@yandex.ru.

E.A. Namestnikova, Postgraduate Student, Laboratory of Monitoring and Forecasting, Federal State Budgetary Scientific Institution "I.V. Michurin Federal Scientific Center", namiestnikova1983@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.02.2025; одобрена после рецензирования 20.04.2025; принята к публикации 28.04.2025.

The article was submitted 20.02.2025; approved after reviewing 20.04.2025; accepted for publication 28.04.2025.

© Григорьева Л.В., Цуканова Е.М., Ткачев Е.Н., Наместникова Е.А., 2025

4.1.5. МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.41

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_75

EDN: NHHСВО

**Поступление микроэлементов и тяжелых металлов в черноземы  
выщелоченные при использовании сапропеля в качестве мелиоранта****Елена Владимировна Куликова<sup>1</sup>, Надежда Сергеевна Горбунова<sup>2✉</sup>,  
Андрей Алексеевич Воронин<sup>3</sup>, Аркадий Игоревич Громовик<sup>4</sup>**<sup>1</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия<sup>2, 3, 4</sup> Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия<sup>2</sup> vilian@list.ru✉

**Аннотация.** Приводятся результаты исследования, проведенного с целью определения влияния озерного сапропеля на химические, физико-химические показатели черноземов выщелоченных ботанического сада Воронежского государственного университета, а также на валовое содержание марганца, цинка, меди, никеля, свинца и кадмия. Так как эти элементы относятся к тяжелым металлам, необходимо следить за уровнем их содержания в почве, а также в удобрениях (в том числе и естественного происхождения), применяемых в сельском хозяйстве. Следует подчеркнуть, что марганец, медь и цинк относятся в том числе и к микроэлементам, которые необходимы для полноценного развития сельскохозяйственных культур. Исследование показало, что органическое вещество и микроэлементы, входящие в состав сапропеля, способствуют стабилизации гумусового состояния распахиваемых черноземов. Сапропель имеет нейтральную реакцию среды и обогащен обменными катионами кальция и магния, поэтому его внесение в почву нейтрализует избыточную кислотность, создаваемую катионами водорода в почвенном поглощающем комплексе. Дополнительно привнесенные микроэлементы удерживаются в гумусовом горизонте за счет образования комплексных металлоорганических соединений хелатного типа и в случае необходимости могут быть доступными для питания растений. По содержанию анализируемых тяжелых металлов сапропель относится к первому классу пригодности. Полученные данные свидетельствуют, что валовое содержание тяжелых металлов в исследуемых черноземах находится ниже предельно допустимых концентраций, принятых для почв черноземного ряда. Поэтому можно рекомендовать внесение сапропеля в качестве ценного органического удобрения, а также в качестве подкормки, содержащей микроэлементы.

**Ключевые слова:** сапропель, черноземы выщелоченные, химические и физико-химические показатели, микроэлементы, тяжелые металлы, марганец, медь, цинк, никель, свинец, кадмий

**Для цитирования:** Куликова Е.В., Горбунова Н.С., Воронин А.А., Громовик А.И. Поступление микроэлементов и тяжелых металлов в черноземы выщелоченные при использовании сапропеля в качестве мелиоранта // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 75–82. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_75-82](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_75-82).

4.1.5. LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT  
AND AGRICULTURAL PHYSICS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Leached chernozem soil supply with microelements and  
heavy metals through sapropel application as an ameliorant****Elena V. Kulikova<sup>1</sup>, Nadezhda S. Gorbunova<sup>2✉</sup>, Andrey A. Voronin<sup>3</sup>,  
Arkady I. Gromovik<sup>4</sup>**<sup>1</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia<sup>2, 3, 4</sup> Voronezh State University, Voronezh, Russia<sup>2</sup> vilian@list.ru✉

**Abstract.** The authors present the results of a study conducted in order to determine the effect of lake sapropel on the chemical, physical & chemical characteristics of leached chernozem soils located on the territory of Voronezh State University Botanical Garden, as well as on the gross content of manganese, zinc, copper, nickel, lead and cadmium. Since these elements are heavy metals, it is important to monitor the level of their content in the soil, as well as in fertilizers (including those of natural origin) used in agriculture. It should be emphasized that manganese, copper and

zinc are among the trace elements that are necessary for the full development of agricultural crops. The research indicates that the organic matter and trace nutrients contained in the applied sapropel contribute to the stabilization of the humus state of arable chernozems. Lake sapropel has neutral medium reaction and is enriched with exchangeable calcium and magnesium cations, therefore, its introduction into the soil neutralizes the excess acidity caused by hydrogen cations in the soil absorbing complex. Additionally introduced trace nutrients are retained in the humus horizon due to the formation of chelate-type complex organometallic compounds and, if necessary, can be available for plant nutrition. According to the content of the analyzed heavy metals, sapropel belongs to the first land-use-capability class. The data obtained indicate that the gross content of heavy metals in the studied chernozems are below the maximum permissible concentrations accepted for soils of the chernozem type. Therefore, it is possible to recommend sapropel application as a valuable organic fertilizer, as well as a top dressing containing trace nutrients.

**Keywords:** sapropel, leached chernozem soil, chemical and physicochemical indicators, trace nutrients, heavy metals, manganese, copper, zinc, nickel, lead, cadmium

**For citation:** Kulikova E.V., Gorbunova N.S., Voronin A.A., Gromovik A.I. Leached chernozem soil supply with microelements and heavy metals through sapropel application as an ameliorant. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):75-82. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_75-82](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_75-82).

## Введение

Сапропели представляют собой донные отложения озер и являются ценным органическим удобрением и мелиорантом, поскольку содержат не только большое количество органического вещества, но и обогащены тонкодисперсным материалом, коллоидной и предколлоидной фракцией. В свою очередь, тонкодисперсные фракции имеют высокую катионную емкость, обогащены микроэлементами. Все перечисленные особенности определяют ценность сапропелей, эффективность внесения которых доказана рядом исследований и опубликованных работ [2, 3, 8, 15, 16].

Применение сапропелей в качестве удобрений и мелиорантов должно базироваться на исследовании их химического, физико-химического и микроэлементного состава. Так, некоторые сапропели обладают неблагоприятными показателями актуальной и потенциальной кислотности, что связано с геохимическими особенностями места их добычи. Например, отложения сульфатной и сульфидной серы в озерных отложениях дают сильно кислую реакцию среды. Их внесение в почву будет ухудшать состояние актуальной и потенциальной кислотности [14].

В качестве удобрений чаще всего используют сапропели органические и смешанные, в которых доля органического вещества может достигать 70% и более. Сапропели такого типа обогащены легкогидролизуемым N (до 3%), обменным K (до 0,07%), а также микроэлементами (Mn, Cu, Ni, Mo, Co) [1, 9–11]. А.В. Согин и С.М. Штин подчеркивают, что в сравнении с другими природными удобрениями сапропель наиболее обогащен микроэлементами, в том числе и тяжелыми металлами [13]. Кроме того, сапропели по содержанию тяжелых металлов и микроэлементов классифицируются на первый и второй классы пригодности согласно ГОСТу Р-54000-2010 [7]. В современных условиях, когда происходит увеличение антропогенной нагрузки, крайне важно следить за состоянием как озерных отложений, так и почвенного покрова.

**Цель исследования** – изучить влияние применения сапропеля в качестве удобрения на основные химические и физико-химические показатели чернозема выщелоченного ботанического сада ВГУ, а также на валовое содержание микроэлементов – Mn, Zn, Cu и тяжелых металлов – Ni, Pb, Cd в исследуемых почвах.

### Место и методика исследований

Объектами исследования являются черноземы выщелоченные среднemocные мало- и среднегумусные тяжелосуглинистые на покровном карбонатном суглинке ботанического сада ВГУ, который расположен в Центральном районе города Воронежа. Ботанический сад Воронежского государственного университета занимает площадь около 72 га и помимо коллекционных видов растений осуществляет деятельность по закладке полевых опытов, одним из которых является изучение влияния сапропеля на повышение плодородия черно-

земов выщелоченных. Для выявления влияния внесения сапропеля почвенные разрезы закладывались на мелиорируемом участке и на контрольном варианте – без внесения мелиоранта. Анализу подвергался и фоновый участок, почвы которого представлены залежью, не испытывающей антропогенного воздействия.

Гумусовое состояние является одним из ведущих факторов в определении почвенного плодородия. Для его определения использовался метод И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова.

Определяли рН водной суспензии, учитывая то, что на почвенное плодородие влияют такие показатели, как рН и состояние почвенного поглощающего комплекса. Гидролитическую кислотность определяли по Каппену.

Содержание обменных катионов кальция и магния определяли по методике для некарбонатных и незасоленных почв и по методу Тюрина для карбонатных почв [17].

Как отмечалось выше, сапропели в своем составе, помимо органических веществ, содержат большое количество микроэлементов, в том числе и тяжелых металлов. Поэтому валовое содержание марганца, меди, цинка, никеля, свинца и кадмия определяли инструментальным методом на волновом рентгенофлуоресцентном спектрометре S8 Tiger в лаборатории коллективного пользования Воронежского госуниверситета [5–7, 12]. Исследованию подвергались как почвы, так и сапропель, извлеченный из озера, расположенного на территории ботанического сада.

Результаты аналитических исследований обрабатывали статистически с использованием программ Statistica 6,0 и Microsoft Excel 2010.

#### **Результаты и их обсуждение**

Сапропели являются органическим удобрением, поэтому их мелиоративное действие в первую очередь связано с оптимизацией содержания органического вещества в распашиваемых почвах, а также сохранением показателей их гумусового состояния, поскольку возделывание сельскохозяйственных культур сопряжено с регулярной распашкой территории, которая ведет к усилению минерализации гумуса и его процентному сокращению. Так, черноземы выщелоченные фонового участка в верхнем 0–20 см слое содержат  $6,72 \pm 0,45\%$  гумуса, что соответствует градации среднегумусных видов. В результате сельскохозяйственного воздействия содержание гумуса падает до  $5,47 \pm 0,51\%$ , черноземы деградируют до малогумусных. Внесение сапропеля в качестве органического удобрения, который содержит в своем составе  $30,7 \pm 2,03\%$  органического вещества, не только восполняет безвозвратно выносимое с урожаем сельскохозяйственных культур органическое вещество, но и способствует стабилизации гумуса, содержание которого достигает  $6,45 \pm 0,17\%$  в пахотном горизонте черноземов (табл. 1).

Довольно часто сапропели используют с целью нормализации почвенной кислотности, особенно на почвах, имеющих высокие значения гидролитической кислотности. При этом важным условием является то, чтобы рН сапропеля была нейтральной. Применяемый в качестве мелиоранта сапропель имеет нейтральную реакцию среды – рН равняется  $7,3 \pm 0,19$  ед. Фоновые почвы ботанического сада имеют слабокислую реакцию среды в верхней части почвенного профиля, которая равна  $6,89 \pm 0,15$  ед. При распашке черноземов выщелоченных отмечается некоторое подкисление почвенного раствора и снижение уровня рН до  $6,17 \pm 0,18$  ед. Применение сапропеля на распашиваемом участке нормализует рН до нейтральных значений –  $7,18 \pm 0,14$  ед. (табл. 1).

Уровень гидролитической кислотности является рН-зависимой величиной, поэтому, согласно полученным данным, наибольшие ее значения –  $2,19 \pm 0,12$  ммоль(+)/100 г почвы – были определены в верхнем 0–20 см слое черноземов пашни, что в 2 раза превышает данный показатель фонового участка –  $1,11 \pm 0,10$  ммоль(+)/100 г почвы. Такое явление связано с тем, что в процессе распашки обменный кальций, входящий в почвенный поглощающий комплекс, активно потребляется сельскохозяйственными культурами, а

освобожденное место довольно быстро занимает обменным водородом, который определяет гидролитическую кислотность. Данное положение подтверждается величиной обменного  $\text{Ca}^{2+}$ , находящегося на уровне  $30,0 \pm 2,08$  ммоль(+)/100 г почвы в 0–20 см слое черноземов пашни, против  $36,5 \pm 1,99$  ммоль(+)/100 г почвы черноземов фонового участка.

**Таблица 1. Химические и физико-химические показатели черноземов выщелоченных ботанического сада ВГУ**

| Глубина, см  | Гумус, %        | рН водн.        | Обменные катионы, ммоль(+)/100 г почвы |                  |                  |
|--|-----------------|-----------------|--|------------------|------------------|
|  |                 |                 | $\text{H}^+$                           | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Mg}^{2+}$ |
| Черноземы выщелоченные среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые (фоновый участок), $n = 11$             |                 |                 |  |                  |                  |
| 0–20   | $6,72 \pm 0,45$ | $6,89 \pm 0,15$ | $1,11 \pm 0,10$                        | $36,5 \pm 1,99$  | $6,1 \pm 0,97$   |
| 20–40  | $4,90 \pm 0,39$ | $7,01 \pm 0,11$ | $0,90 \pm 0,08$                        | $34,2 \pm 1,01$  | $5,7 \pm 0,85$   |
| 40–60  | $2,64 \pm 0,87$ | $7,13 \pm 0,20$ | $0,47 \pm 0,07$                        | $32,6 \pm 1,05$  | $5,6 \pm 0,87$   |
| 60–80  | $1,41 \pm 0,68$ | $7,37 \pm 0,15$ | $0,11 \pm 0,03$                        | $30,8 \pm 1,09$  | $5,3 \pm 0,64$   |
| 80–100   | $1,07 \pm 0,41$ | $7,60 \pm 0,12$ | –                                      | $27,5 \pm 1,01$  | $5,1 \pm 0,52$   |
| 100–120  | $0,69 \pm 0,23$ | $8,07 \pm 0,18$ | –                                      | $25,8 \pm 0,98$  | $4,8 \pm 0,49$   |
| Черноземы выщелоченные малогумусные среднемощные тяжелосуглинистые (пашня контроль), $n = 12$                |                 |                 |  |                  |                  |
| 0–20   | $5,47 \pm 0,51$ | $6,17 \pm 0,18$ | $2,19 \pm 0,12$                        | $30,0 \pm 2,08$  | $5,9 \pm 0,88$   |
| 20–40  | $4,02 \pm 0,62$ | $6,55 \pm 0,21$ | $1,72 \pm 0,05$                        | $29,1 \pm 1,96$  | $5,8 \pm 0,69$   |
| 40–60  | $2,46 \pm 0,73$ | $6,94 \pm 0,19$ | $1,02 \pm 0,07$                        | $27,6 \pm 1,69$  | $5,6 \pm 0,78$   |
| 60–80  | $1,21 \pm 0,54$ | $7,34 \pm 0,17$ | $0,41 \pm 0,02$                        | $26,2 \pm 1,54$  | $5,4 \pm 0,29$   |
| 80–100   | $0,96 \pm 0,29$ | $7,73 \pm 0,13$ | –                                      | $25,6 \pm 1,57$  | $5,2 \pm 0,36$   |
| 100–120  | $0,57 \pm 0,11$ | $8,12 \pm 0,15$ | –                                      | $23,2 \pm 1,12$  | $4,9 \pm 0,33$   |
| Черноземы выщелоченные среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые (пашня с внесением сапропеля), $n = 12$ |                 |                 |  |                  |                  |
| 0–20   | $6,45 \pm 0,17$ | $7,18 \pm 0,14$ | $0,99 \pm 0,08$                        | $36,0 \pm 1,89$  | $6,4 \pm 0,89$   |
| 20–40  | $5,27 \pm 0,38$ | $7,40 \pm 0,17$ | $0,05 \pm 0,01$                        | $35,4 \pm 1,12$  | $6,2 \pm 0,86$   |
| 40–60  | $2,78 \pm 0,42$ | $7,57 \pm 0,14$ | –                                      | $34,3 \pm 1,10$  | $6,0 \pm 0,49$   |
| 60–80  | $1,82 \pm 0,36$ | $7,81 \pm 0,18$ | –                                      | $31,9 \pm 1,01$  | $5,8 \pm 0,77$   |
| 80–100   | $1,14 \pm 0,24$ | $7,93 \pm 0,11$ | –                                      | $30,4 \pm 1,32$  | $5,6 \pm 0,64$   |
| 100–120  | $0,72 \pm 0,17$ | $8,00 \pm 0,09$ | –                                      | $27,8 \pm 1,00$  | $5,2 \pm 0,51$   |

Примечание:  $n$  – количество образцов;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое;  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического.

Внесение сапропеля на распаханную территорию способствует улучшению состояния почвенно-поглощающего комплекса. Отмечается снижение водорода гидролитической кислотности до  $0,99 \pm 0,08$  ммоль(+)/100 г почвы и увеличение обменного кальция до  $36,0 \pm 1,89$  ммоль(+)/100 г почвы. Содержание обменного кальция в составе сапропеля составляло  $43,7 \pm 1,01$  ммоль(+)/100 г. Содержание обменного магния, входящего в почвенно-поглощающий комплекс, увеличилось до  $6,4 \pm 1,01$  ммоль(+)/100 г почвы в результате применения сапропеля, что связано с присутствием данного элемента в составе удобрения в количестве  $10,8 \pm 1,03$  ммоль(+)/100 г. Полученные данные подтверждают положительное влияние сапропеля на почвенную кислотность, а также на состояние почвенного поглощающего комплекса.

Анализируя профильное распределение химических и физико-химических показателей, следует подчеркнуть, что сапропель оказывает достоверное влияние на гумусовый горизонт исследуемых черноземов выщелоченных, что связано с отсутствием сквозного промачивания исследуемых почв. Так, вниз по профилю всех исследуемых вариантов отмечается постепенное снижение содержания гумуса до уровня залегания почвообразующей породы, где минимальное его количество составляет  $0,57–0,72\%$ .

С глубиной отмечается подщелачивание рН почвенного раствора, за счет влияния карбонатных почвообразующих пород на глубине 100–120 см рН составляет 8,00–8,12 ед. Благодаря влиянию карбонатов исчезает гидролитическая кислотность. Обменные катионы кальция и магния входят в состав почвенного поглощающего комплекса, состав кото-

рого в черноземных почвах определяется органоминеральными коллоидными частицами, содержание которых снижается вниз по профилю черноземов, что отражается и на количестве обменных кальция и магния (табл. 1).

Вносимый сапропель в своем составе содержит следующее валовое содержание исследуемых тяжелых металлов, мг/кг:

- Mn –  $423,3 \pm 10,7$ ;
- Zn –  $11,1 \pm 2,1$ ;
- Cu –  $78,2 \pm 5,3$ ;
- Ni –  $21,1 \pm 3,7$ ;
- Pb –  $24,3 \pm 2,1$ ;
- Cd –  $1,07 \pm 0,5$ .

Озерный сапропель, который вносили в почву, согласно ГОСТ Р 54000-2010 относится к 1-му классу пригодности, поскольку содержание в нем тяжелых металлов не превышает следующие значения, мг/кг: Mn – 500; Zn – 30; Cu – 100; Ni – 50; Pb – 50; Cd – 3 [7].

Валовое содержание марганца в горизонте А черноземов фонового участка, не испытывающего антропогенного воздействия, составляет  $577,1 \pm 10,1$  мг/кг (табл. 2), вниз по профилю происходит его постепенное снижение, а в почвообразующей породе вновь отмечается накопление элемента.

Повышенное содержание марганца в верхнем гумусовом горизонте связано с тем, что он является биогенным элементом, активно потребляется растительными и животными организмами, которые после отмирания поступают в почву, а обогащенность исследуемых черноземов гумусовыми веществами способствует закреплению металла, поскольку этот элемент способен образовывать комплексные соединения хелатного типа с гумусовыми веществами.

**Таблица 2. Валовое содержание Mn, Zn, Cu, Ni, Pb и Cd в черноземах выщелоченных ботанического сада ВГУ**

| Горизонт отбора образца  | Mn               | Zn             | Cu             | Ni             | Pb             | Cd              |
|--|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Черноземы выщелоченные среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые (фоновый участок), $n = 11$             |                  |                |                |                |                |                 |
| A  | $577,1 \pm 10,1$ | $41,2 \pm 2,3$ | $19,8 \pm 1,8$ | $32,2 \pm 2,0$ | $24,4 \pm 1,7$ | $0,19 \pm 0,03$ |
| AB   | $549,2 \pm 9,7$  | $38,6 \pm 3,1$ | $16,6 \pm 1,5$ | $28,6 \pm 1,9$ | $22,0 \pm 1,6$ | $0,17 \pm 0,04$ |
| B <sub>t</sub>   | $519,9 \pm 11,0$ | $33,1 \pm 2,0$ | $15,9 \pm 1,4$ | $27,1 \pm 1,6$ | $21,3 \pm 1,6$ | $0,16 \pm 0,02$ |
| BC <sub>Ca</sub>   | $532,4 \pm 8,7$  | $34,5 \pm 1,8$ | $14,1 \pm 1,6$ | $27,9 \pm 1,7$ | $20,5 \pm 1,4$ | $0,15 \pm 0,01$ |
| C <sub>Ca</sub>  | $549,5 \pm 6,5$  | $40,8 \pm 1,7$ | $15,5 \pm 1,8$ | $30,4 \pm 1,4$ | $22,1 \pm 1,4$ | $0,18 \pm 0,02$ |
| Черноземы выщелоченные малогумусные среднемощные тяжелосуглинистые (пашня контроль), $n = 12$                |                  |                |                |                |                |                 |
| A <sub>пах</sub>   | $549,2 \pm 12,3$ | $36,4 \pm 2,1$ | $16,1 \pm 1,7$ | $30,0 \pm 1,8$ | $24,3 \pm 1,5$ | $0,19 \pm 0,01$ |
| AB   | $534,3 \pm 10,4$ | $35,1 \pm 2,0$ | $15,3 \pm 1,6$ | $28,5 \pm 1,8$ | $22,2 \pm 1,2$ | $0,18 \pm 0,01$ |
| B <sub>t</sub>   | $523,8 \pm 10,0$ | $33,0 \pm 1,7$ | $14,0 \pm 1,4$ | $26,1 \pm 1,2$ | $21,0 \pm 1,6$ | $0,17 \pm 0,02$ |
| BC <sub>Ca</sub>   | $536,8 \pm 9,8$  | $35,1 \pm 1,5$ | $13,8 \pm 1,3$ | $26,1 \pm 1,1$ | $20,8 \pm 1,1$ | $0,16 \pm 0,01$ |
| C <sub>Ca</sub>  | $540,6 \pm 9,5$  | $39,2 \pm 1,5$ | $15,1 \pm 1,3$ | $29,6 \pm 1,1$ | $22,4 \pm 1,4$ | $0,18 \pm 0,01$ |
| Черноземы выщелоченные среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые (пашня с внесением сапропеля), $n = 12$ |                  |                |                |                |                |                 |
| A <sub>пах</sub>   | $560,0 \pm 10,1$ | $39,8 \pm 1,9$ | $25,8 \pm 1,8$ | $34,7 \pm 1,7$ | $24,4 \pm 1,4$ | $0,19 \pm 0,02$ |
| AB   | $538,1 \pm 12,4$ | $36,9 \pm 1,8$ | $22,3 \pm 1,6$ | $30,1 \pm 1,6$ | $22,5 \pm 1,7$ | $0,19 \pm 0,02$ |
| B <sub>t</sub>   | $526,7 \pm 11,5$ | $35,4 \pm 1,6$ | $18,1 \pm 1,5$ | $29,8 \pm 1,3$ | $20,7 \pm 1,3$ | $0,19 \pm 0,02$ |
| BC <sub>Ca</sub>   | $530,4 \pm 9,6$  | $35,0 \pm 1,6$ | $16,9 \pm 1,4$ | $25,4 \pm 1,3$ | $20,6 \pm 1,5$ | $0,18 \pm 0,01$ |
| C <sub>Ca</sub>  | $541,1 \pm 9,7$  | $38,9 \pm 1,5$ | $15,1 \pm 1,4$ | $30,0 \pm 1,5$ | $21,8 \pm 1,2$ | $0,19 \pm 0,02$ |
| ПДК [4]  | 1500             | 150            | 100            | 100            | 30             | 1               |

Примечание: обозначения те же, что и в таблице 1, ПДК – предельно допустимые концентрации для почв черноземного ряда.

В результате распашки отмечается уменьшение валового содержания марганца до  $549,2 \pm 12,3$  мг/кг (табл. 2), что связано не только с тем, что этот элемент выносится с урожаем сельскохозяйственных культур (марганец является микроэлементом, необходимым для полноценного роста и развития растений), но и с повышенной минерализацией гумуса. В результате распада молекул гумусовых веществ высвобождается часть марганца, которая перераспределяется по почвенному профилю, о чем свидетельствует увеличение элемента в горизонте Вt относительно фонового участка. Внесение сапропеля компенсирует потери микроэлемента из гумусового горизонта, поэтому его содержание достигает  $560,0 \pm 10,1$  мг/кг (табл. 2). Аналогично фоновому участку отмечается накопление марганца и в почвообразующей породе пахотных черноземов выщелоченных. Аккумуляция марганца в почвообразующей породе связана с тем, что горизонт Сsa представлен покровными карбонатными суглинками, которые имеют щелочную реакцию среды. В таких условиях элемент становится малоподвижным.

Аналогичная тенденция наблюдается в профильном распределении валового содержания цинка и меди: их накопление в горизонте А почв фонового участка увеличивается и достигает соответственно  $41,2 \pm 2,3$  и  $19,8 \pm 1,8$  мг/кг (табл. 2). Почвообразующая порода служит геохимическим барьером на пути миграции этих элементов. Отмечается осаждение цинка и меди при щелочной реакции почвенного раствора. Сапропель, содержащий в своем составе данные микроэлементы, способен восполнять их в пахотном горизонте, при этом отмечается увеличение валового содержания меди даже относительно фонового участка.

Помимо микроэлементов, сапропели в своем составе могут содержать и тяжелые металлы (ТМ), в том числе никель, свинец и кадмий, избыточное содержание которых приводит к токсическому действию на растительные и животные организмы. В черноземах выщелоченных фонового участка содержание никеля, свинца и кадмия составляет соответственно  $32,2 \pm 2,0$ ,  $24,4 \pm 1,7$  и  $0,19 \pm 0,03$  мг/кг (табл. 2). Их приуроченность к гумусовому горизонту связана с тем, что элементы способны к активному взаимодействию с гуминовыми кислотами, в результате чего образуются хелатные комплексные соединения. Вниз по профилю исследуемых почв отмечается постепенное снижение их валового содержания и вновь концентрация на карбонатном геохимическом барьере, поскольку щелочная реакция среды препятствует их дальнейшей миграции. Вовлечение черноземов выщелоченных в сельскохозяйственное использование слабо влияет на процессы накопления и перераспределения валового содержания никеля, свинца и кадмия. Применение сапропеля способствует повышению содержания только никеля в гумусовом горизонте –  $34,7 \pm 1,7$  мг/кг (табл. 2).

По полученным данным, валовое содержание ТМ во всех случаях находится в пределах нормы и не превышает ПДК, принятых для черноземных почв [4], что делает возможным применение сапропеля в качестве не только ценного органического удобрения, но и микроудобрения.

### **Выводы**

Применение сапропеля в качестве органического удобрения на черноземах выщелоченных ботанического сада Воронежского государственного университета приводит к стабилизации гумусового состояния, черноземы диагностируются как среднегумусные, аналогично фоновому участку, который не подвергается распашке. При этом контрольный распашиваемый вариант без сапропеля деградирует до малогумусного состояния.

Отмечается изменение значения рН почвенного раствора при использовании сапропеля, поскольку вносимый мелиорант имеет нейтральную реакцию среды и обогащен обменными катионами кальция и магния, которые при поступлении в почву вытесняют из почвенного поглощающего комплекса водород, занимая его место. Таким образом, происходит улучшение физико-химических показателей почв.

Использование сапропеля улучшает микроэлементный состав черноземов выщелоченных, поскольку входящие в его состав марганец, медь и цинк хорошо закрепляются в пахотном горизонте, образуют комплексные органоминеральные соединения хелатного типа, при этом, в случае необходимости, способны использоваться растительными организмами. Что касается никеля, свинца и кадмия, то данные тяжелые металлы также входят в состав исследуемого органического удобрения, но их содержание находится в пределах нормы согласно ГОСТ Р 54000-2010. Количественное содержание тяжелых металлов в изучаемом сапропеле относит удобрение к первому классу пригодности.

Валовое содержание тяжелых металлов во всех исследуемых вариантах находится ниже ПДК, разработанных для почв черноземного ряда. Поэтому применение озерного сапропеля в качестве органического удобрения является благоприятным на черноземах выщелоченных, при этом необходимо проводить регулярные мониторинговые исследования, следить за состоянием исследуемых почв и озерного сапропеля, поскольку территория ботанического сада находится в пределах городской черты и наземные экосистемы испытывают антропогенную нагрузку.

---

**Список источников**

1. Баранов А.И. Влияние сапропеля на плодородие почвы, урожайность и качество продукции в звене севооборота «кукуруза на зеленую массу – сахарная свекла»: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. Москва, 2020. 20 с.
2. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур: монография. Москва: Росинформагротех, 2016. 394 с.
3. Борисов В.А., Успенская О.Н., Васючков И.Ю. и др. Агрохимические свойства органоминеральных сапропелей // Агрохимия. 2015. № 12. С. 49–55.
4. Горбунова Н.С., Громовик А.И., Девятова Т.А. и др. Загрязнение почв. Способы контроля и нормирования: учебное пособие. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2022. 80 с.
5. ГОСТ 27979-88. Удобрения органические. Метод определения рН. Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. 7 с.
6. ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества. Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. 11 с.
7. ГОСТ Р-54000-2010. Удобрения органические. Сапропели. Общие технические условия. Москва: Стандартформ, 2011. 15 с.
8. Евдокимова Г.А., Успенская О.Н., Кухарчик В.В. Биологический и химический состав органического вещества малозольных сапропелей БССР // Химия твердого топлива. 1986. № 2. С. 14–21.
9. Кирейчева Л.В., Нефедов А.В., Евсенкин К.Н. и др. Обоснование использования удобрительно-мелиорирующей смеси на основе сапропеля для повышения плодородия деградированных почв // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. № 3. С. 27–31.
10. Кирейчева Л.В., Хохлова О.Б. Сапропели и их использование в качестве удобрений и мелиорантов для повышения продуктивности земледелия [Исследования эффективности применения сапропеля и удобрительно-мелиоративных смесей (УМС) на его основе в различных регионах] // Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Судогодского опытного поля; в 2 т. Владимир: ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, 2013. Т. 2. С. 41–51.
11. Кирейчева Л.В., Яшин В.М. Эффективность применения органоминеральных удобрений на основе сапропеля // Агрохимический вестник. 2015. № 2. С. 37–41.
12. Методические указания по агрохимическому анализу сапропелей. Москва: ЦИНАО, 1982. 52 с.
13. Согин А.В., Штин С.М. Добыча сапропеля и возможности отечественных земснарядов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 1. С. 130–137.
14. Успенская О.Н., Борисов В.А., Васючков И.Ю. Агрохимические свойства органо-железистых сапропелей и их влияние на развитие проростков овса // Агрохимия. 2017. № 3. С. 33–37.
15. Хохлов Б.Н. Использование сапропеля на удобрение. Ярославль: Верхне-Волжское книжное изд-во, 1988. 172 с.
16. Штин С.М. Озерные сапропели и основы их комплексного освоения. Москва: Изд-во Московского государственного горного университета, 2005. 371 с.
17. Щеглов Д.И., Громовик А.И., Горбунова Н.С. Основы химического анализа почв: учебное пособие. Воронеж: ВГУ, 2019. 332 с.

## References

1. Baranov A.I. The influence of spropel on soil fertility, yield and quality of products in crop rotation link "green corn – sugar beet". Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.04. Moscow; 2020. 20 p. (In Russ.).
2. Borisov V.A. Fertilization system for vegetable crops: monograph. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2016. 394 p. (In Russ.).
3. Borisov V.A., Uspenskaja O.N., Vasyuchkov I.Yu. et al. The agrochemical properties of organic-mineral spropel. *Agrohimia*. 2015;12:49-55. (In Russ.).
4. Gorbunova N.S., Gromovik A.I., Devyatova T.A. et al. Soil pollution. Methods of control and regulation: textbook. Voronezh: Voronezh State University Publishing House; 2022. 80 p. (In Russ.).
5. GOST 27979-88. Organic Fertilizers. pH determination method. Moscow: USSR State Committee on Standards; 1989. 7 p. (In Russ.).
6. GOST 27980-88. Organic Fertilizers. Organic determination methods. Moscow: USSR State Committee on Standards; 1989. 11 p. (In Russ.).
7. GOST R-54000-2010. Organic Fertilizers. Spropels. General specifications. Moscow: Standartform; 2011. 15 p. (In Russ.).
8. Evdokimova G.A., Uspenskaya O.N., Kukharchik V.V. Biological and chemical composition of organic matter of low-ash spropels of the BSSR. *Solid Fuel Chemistry*. 1986;2:14-21. (In Russ.).
9. Kireycheva L.V., Nefedov A.V., Evsenkin K.N. The rationale for the use of fertilizing ameliorative mixtures on the basis of peat and spropel for improving the fertility of degraded soils. *Bulletin of Ryazan State Agro-technological University named after P.A. Kostychev*. 2016;3:27-31. (In Russ.).
10. Kireicheva L.V., Khokhlova O.B. Spropels and their use as fertilizers and ameliorants to increase agricultural productivity [Studies on the effectiveness of spropel and fertilizer-reclamation mixtures (FRM) based on it in various regions]. In: Systems for Application of Organic Fertilizers and Renewable Resources in Landscape Agriculture: Collection of Reports of the All-Russian Research-to-Practice Conference with International Participation Dedicated to the 100<sup>th</sup> Anniversary of the Sudogodsky Experimental Field; in 2 volumes. Vladimir: All-Russian Scientific Research Institute of Organic Fertilizers and Peat of the Russian Agricultural Academy Publishers. 2013;2:41-51. (In Russ.).
11. Kireycheva L.V., Yashin V.M. Efficiency of organic-mineral fertilizers based on spropel *Agrochemical Herald*. 2015;2:37-41. (In Russ.).
12. Methodological guidelines for agrochemical analysis of spropels. Moscow: Central Scientific Research Institute of Agrochemical Services of Agriculture Publishers; 1982. 52 p. (In Russ.).
13. Sogin A.V., Shtin S.M. Spropel extraction and capabilities of domestic dredgers. *Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*. 2011;1:130-137. (In Russ.).
14. Uspenskaya O.N., Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu. The agrochemical properties of organic-iron spropels and their effect on oat seedlings growth. *Agrohimia*. 2017;3:33-37. (In Russ.).
15. Khokhlov B.N. Application of spropel as fertilizer. Yaroslavl: Verkhne-Volzhscoe Book Publishing House; 1988. 172 p. (In Russ.).
16. Shtin S.M. Lake spropels and the s of their development. Moscow: Moscow State Mining University Publishers; 2005. 371 p. (In Russ.).
17. Shcheglov D.I., Gromovik A.I., Gorbunova N.S. Fundamentals of chemical analysis of soils: textbook. Voronezh: Voronezh State Mining University Publishers; 2019. 332 p. (In Russ.).

## Информация об авторах

Е.В. Куликова – кандидат биологических наук, доцент кафедры геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», melior-agronomy@inbox.ru.

Н.С. Горбунова – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», vilian@list.ru.

А.А. Воронин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор ботанического сада ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», voronin@bio.vsu.ru.

А.И. Громовик – доктор биологических наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», agrom.ps@mail.ru.

## Information about the authors

E.V. Kulikova, Candidate of Biological Sciences, Docent, the Dept. of Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, melior-agronomy@inbox.ru.

N.S. Gorbunova, Candidate of Biological Sciences, Docent, the Dept. of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, vilian@list.ru.

A.A. Voronin, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Director of the Botanical Garden of Voronezh State University, voronin@bio.vsu.ru.

A.I. Gromovik, Doctor of Biological Sciences, Docent, the Dept. of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, agrom.ps@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; одобрена после рецензирования 28.04.2025; принята к публикации 10.05.2025.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 28.04.2025; accepted for publication 10.05.2025.

© Куликова Е.В., Горбунова Н.С., Воронин А.А., Громовик А.И., 2025

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

Научная статья

УДК 629.3

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_83

EDN: NJMYEJ

**Эффективность использования активного демпфера  
в подвеске сиденья тракторно-транспортного агрегата****Олег Иванович Поливаев<sup>1</sup>, Дмитрий Борисович Болотов<sup>2</sup>✉,  
Аркадий Васильевич Химченко<sup>3</sup>, Андрей Викторович Ворохобин<sup>4</sup>**<sup>1, 2, 3, 4</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия<sup>2</sup> BDB1998@yandex.ru✉

**Аннотация.** Для повышения уровня комфорта оператора тракторно-транспортного агрегата особое внимание уделяется снижению негативного воздействия повышенного уровня вибрации на его рабочем месте. Одним из эффективных способов достижения данной цели является совершенствование конструкции сиденья за счет использования активных демпфирующих элементов. Анализ существующих решений показал, что многие традиционные системы недостаточно эффективны с точки зрения устранения проблем, связанных с повышенной вибрационной нагрузкой. Представлены результаты исследования, проведенного с целью разработки и оценки эффективности предложенной авторами конструкции подвески сиденья, способствующей уменьшению воздействия вибрационной нагруженности на оператора. С помощью комплексного подхода, включающего теоретические и экспериментальные исследования, определяли эффективность нового технического решения. Теоретическая часть заключалась в построении и отладке имитационных моделей подвески сиденья, учитывающих реальные условия эксплуатации тракторно-транспортного агрегата. Объектом экспериментальных исследований являлся тракторно-транспортный агрегат в составе трактора Беларусь 1221.2 с прицепом 2ГТС-6. Во время натурных испытаний выполнялись транспортные операции, имитирующие типичные условия работы в хозяйстве, в частности движение по грунтовому участку пути. Полученные данные были использованы в имитационной модели для выявления реального эффекта от внедрения предлагаемой конструкции подвески сиденья с активным демпфирующим элементом. Проведенные расчеты и эксперименты подтвердили эффективность данной разработки. Установлено, что применение активной подвески позволяет увеличить показатель снижения уровня вибрационного воздействия на рабочем месте оператора примерно на 17% по сравнению с серийной конструкцией. Полученные выводы были учтены специалистами ООО «Брянский Тракторный Завод» при выборе конструктивных параметров сиденья оператора с эффективной виброзащитой.

**Ключевые слова:** тракторно-транспортный агрегат, подвеска сиденья, оператор, виброн нагруженность, магнитореологическая жидкость, активное демпфирующее устройство

**Для цитирования:** Поливаев О.И., Болотов Д.Б., Химченко А.В., Ворохобин А.В. Эффективность использования активного демпфера в подвеске сиденья тракторно-транспортного агрегата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 83–93. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_83-93](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_83-93).

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

Original article

**Assessment feasibility of an active vibration damper  
in the seat suspension of a tractor-transport unit****Oleg I. Polivaev<sup>1</sup>, Dmitry B. Bolotov<sup>2</sup>✉,  
Arkadiy V. Khimchenko<sup>3</sup>, Andrey V. Vorokhobin<sup>4</sup>**<sup>1, 2, 3, 4</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia<sup>2</sup> BDB1998@yandex.ru✉

**Abstract.** To improve the comfort level of the tractor-transport unit operator, special attention is paid to reducing the negative impact of increased vibration levels at his workplace. One of the effective ways to achieve this goal is to improve the seat design through the use of active damping elements. An analysis of existing solutions has shown that many traditional systems are not effective enough in terms of eliminating problems associated with

increased vibration load. The results of a study conducted in order to develop and evaluate the effectiveness of the seat suspension design proposed by the authors, aimed at reducing the impact of vibration stress on the operator, are presented. An integrated approach, including theoretical and experimental research, was used to determine the effectiveness of a new technical solution. Theoretical part consisted in the building and debugging of simulation models of the seat suspension, taking into account the actual operating conditions of the tractor-transport unit. The object of experimental research was a tractor-transport unit consisting of a Belarus 1221.2 tractor with a 2PTS-6 trailer. During the field tests, transportation operations were performed simulating typical farm working conditions, in particular, natural soil roading. The data obtained were used in a simulation model to identify the real effect of the developing of the proposed seat suspension with an active vibration damping element. The calculations and experiments performed have confirmed the effectiveness of the proposed design. It was found that the use of an active suspension makes it possible to increase the rate of reduction of vibration exposure at the operator's workplace by about 17% compared with the standard design. The findings were taken into account by specialists of Bryansk Tractor Plant when choosing the design parameters of the operator's seat with effective vibration protection.

**Keywords:** tractor-transport unit, seat suspension, operator, vibration load, magnetorheological fluid, active damping device

**For citation:** Polivaev O.I., Bolotov D.B., Khimchenko A.V., Vorokhobin A.V. Assessment feasibility of an active damper in the seat suspension of a tractor-transport unit. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):83-93. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_83-93](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_83-93).

Эффективность сельскохозяйственного производства существенно повышается благодаря улучшению процессов грузоперевозок внутри хозяйств. По сведениям специалистов из различных научно-исследовательских учреждений, а также сотрудников высших учебных заведений России, доля перевозок внутри хозяйств, выполняемых с применением тракторно-транспортных агрегатов, достигает 45%, тогда как в зарубежных хозяйствах наблюдается повышение этого показателя вплоть до 63% [1, 12]. Такие высокие показатели обусловлены неудовлетворительным качеством внутрихозяйственной дорожной инфраструктуры (что особенно заметно в осенний и весенний периоды), в связи с чем сельхозпроизводители вынуждены задействовать тракторную технику высокой проходимости и многофункциональности для выполнения транспортных работ.

Важнейшей тенденцией улучшения характеристик тракторов становится рост мощности двигателей внутреннего сгорания, что приводит к возрастанию рабочих скоростей движения. Однако этот процесс негативно сказывается на операторе мобильного энергетического средства (МЭС) из-за увеличения вибрационной нагрузки, возникающей при движении тракторно-транспортного агрегата (ТТА) по неровностям дорожного покрытия и влияющей на здоровье механизатора. Длительное воздействие повышенного уровня вибрации вызывает снижение работоспособности сотрудников, ухудшение реакции и повышает риск возникновения аварийных ситуаций, особенно при выполнении транспортных работ. Помимо прочего примерно половина работников данной сферы со стажем работы свыше десяти лет подвержены профессиональным заболеваниям, а именно вибрационной болезни [3, 5]. Учитывая вышеизложенное, совершенствование известных конструкций, а также разработка новых является обоснованной необходимостью.

Целью данного исследования является улучшение виброзащитных свойств рабочего места оператора тракторно-транспортного агрегата.

В современных условиях для снижения вибрационного воздействия на операторов ТТА применяют пневматические шины, амортизацию мостов и кабин, а также высокофункциональные подвески сидений. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что лучшие показатели снижения вибрации обеспечивает система подрессоривания сиденья оператора мобильных энергоустановок [2, 7].

Классификация систем гашения колебаний включает три основных типа устройств: традиционные пассивные, активные, комбинированные (полуактивные) [4, 15], схемы которых представлены на рисунке 1.

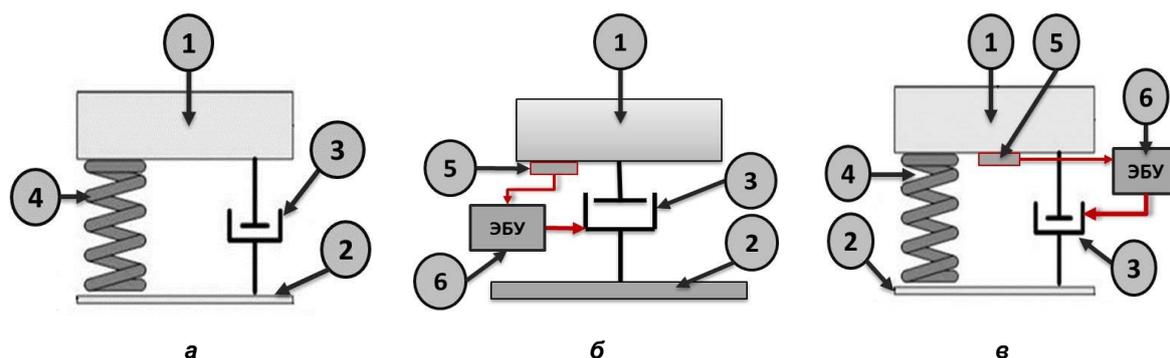


Рис. 1. Схемы систем демпфирования: а – пассивная; б – активная; в – полуактивная;  
 1 – поддрессоренная масса; 2 – основание; 3 – демпфирующий элемент;  
 4 – упругий элемент; 5 – датчики; 6 – контроллер

Демпфирующие устройства пассивного типа имеют низкую эффективность работы, так как не могут результативно гасить вибрацию на различных частотах и имеют значительное время срабатывания системы.

Активные устройства демпфирования колебаний сиденья оператора МЭС наиболее эффективны в сравнении с другими системами, однако имеют сложную и дорогостоящую конструкцию, потребляют значительное количество энергии, являются трудно обслуживаемыми, что не позволило им стать широко распространенными решениями в сельскохозяйственной технике.

Устройства полуактивного типа подразумевают использование в конструкции системы поддрессирования классического пассивного амортизатора, который отличается возможностью динамически изменять коэффициент демпфирования. Для этого применяются либо гидравлические элементы, в которых установлен регулирующий дроссель, либо в качестве рабочей жидкости используют магнитореологическую, способную мгновенно изменять свои вязкостные свойства под воздействием электромагнитного поля [13, 14].

В настоящее время устройства поддрессирования полуактивного типа с магнитореологической жидкостью являются наиболее перспективными, это объясняется быстрым временем реакции системы на возмущающие колебания. Сотрудники агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета (под научным руководством доктора технических наук, профессора О.И. Поливаева) разработали ряд конструкций подвесок сиденья оператора полуактивного типа.

На рисунке 2 представлена схема подвески сиденья, защищенная патентом на полезную модель РФ 139995 [8]. Принцип работы данной конструкции близок к типичной пассивной системе поддрессирования, где упругие характеристики обеспечивает пружина, а демпфирующие – амортизатор. Отличительная особенность заключается в использовании демпфера с магнитореологической жидкостью в качестве рабочей. Управляющий модуль, обрабатывая данные с различных датчиков, регулирует ток, поступающий на обмотки электромагнита, что динамически изменяет вязкостные свойства рабочей среды, обеспечивая оптимальную компенсацию возникающих вибраций. Тем не менее данная конструкция имеет недостатки: примененная цилиндрическая пружина, имея постоянное значение жесткости, повышает риск возникновения резонанса, а размещение магнитной катушки непосредственно в поршне усложняет конструкцию демпферного узла.

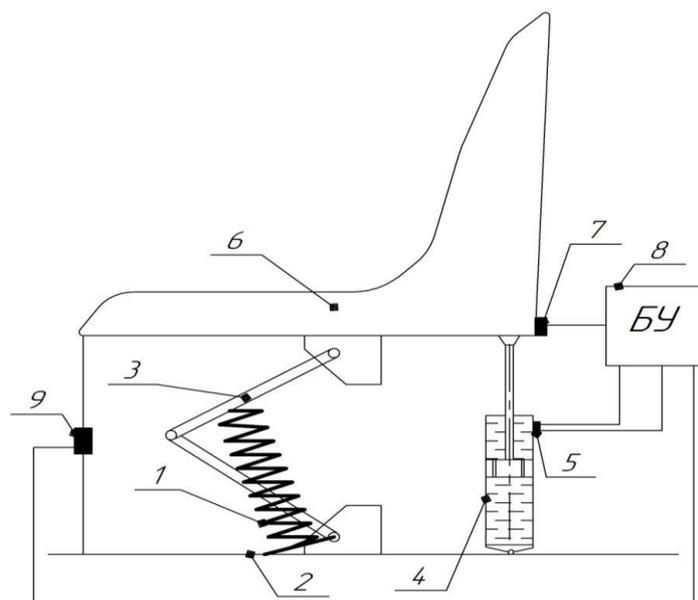


Рис. 2. Схема подвески сиденья, выполненной по патенту на полезную модель 139995:  
1 – цилиндрическая пружина; 2 – основание; 3 – верхняя пара планок;  
4 – гидравлический демпфер; 5 – преобразователь; 6 – основание сиденья;  
7 – датчик вибрации; 8 – контроллер; 9 – датчик положения

На рисунке 3 представлена схема подвески сиденья транспортного средства с активным демпфированием, описанная в патенте на полезную модель 221611 [9].

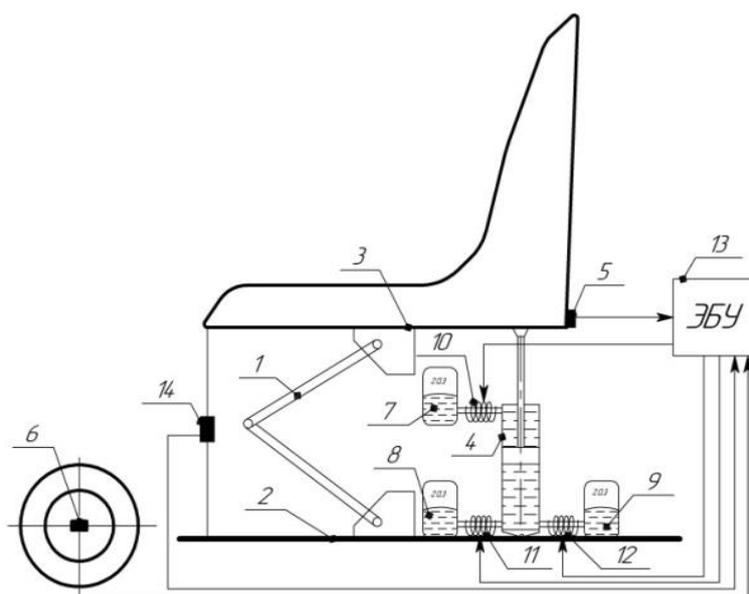
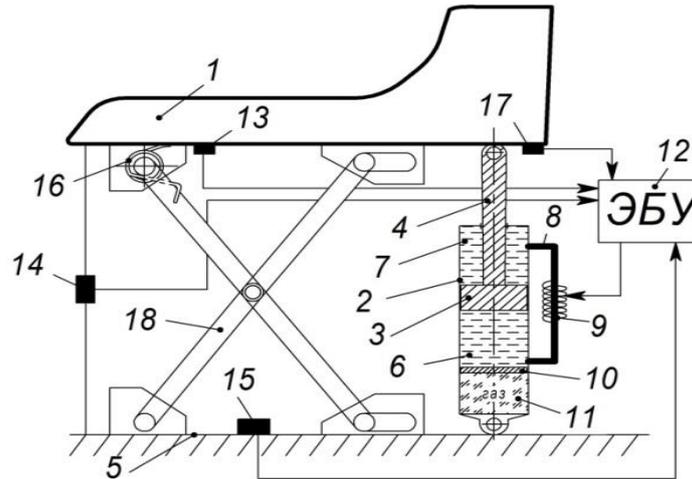


Рис. 3. Схема подвески сиденья, выполненной по патенту на полезную модель 221611:  
1 – пара планок; 2 – основание; 3 – каркас сиденья; 4 – гидравлический демпфер; 5 – датчик ускорений; 6 – датчик виброускорений; 7, 8, 9 – пневмогидравлические аккумуляторы;  
10, 11, 12 – индукционные катушки; 13 – контроллер; 14 – датчик положения

В данной конструкции, в отличие от представленной выше, недостаток, обусловленный наличием цилиндрической пружины, устраняется путем использования нескольких пневмогидравлических аккумуляторов, которые за счет давления в газовой полости реализуют упругие свойства системы поддрессоривания. Электромагнитные катушки установлены не в поршне, как это было в конструкции по патенту 139995, а намагничивают лишь участок трубопровода, соединяющий полость демпфера с пневмогидравлическим

аккумулятором, что позволяет локально в гидромагистрали изменять вязкость жидкости, следовательно, и скорость ее истечения, приводя к изменению демпфирующих характеристик системы подвески сиденья, повышая эффективность работы. Недостаток конструкции заключается в технологической сложности изготовления данной системы подвески из-за использования в конструкции нескольких пневмогидравлических аккумуляторов и электромагнитных катушек, что также увеличивает стоимость системы подвески.

С учетом выявленных недостатков, рассмотренных выше, и других известных конструкций подвесок сиденья оператора мобильного энергосредства была разработана система подрессоривания с активным гасителем колебаний, на которую получен патент на полезную модель РФ 233623 [10]. Схема данной конструкции представлена на рисунке 4.



**Рис. 4. Схема подвески сиденья, выполненной по патенту на полезную модель 233623:**  
 1 – каркас сиденья; 2 – гидроцилиндр; 3 – поршень; 4 – шток; 5 – основание подвески сиденья;  
 6, 7 – полости гидроцилиндра; 8 – магистраль; 9 – индукционная катушка; 10 – мембрана;  
 11 – компенсирующая камера; 12 – электронный блок управления; 13, 14, 15 – датчики  
 виброускорений сиденья, перемещения, виброускорений пола кабины; 16 – торсионная  
 пружина; 17 – датчик горизонтальных колебаний; 18 – рычаг подвески

Подвеска сиденья транспортного средства состоит из сиденья 1 гидроцилиндра 2 с установленным в нем поршнем 3 со штоком 4. Основание подвески сиденья 5 связано с гидроцилиндром 2, который посредством штока 4 жестко связан с каркасом сиденья 1. Гидроцилиндр 2 имеет две полости – 6 и 7, расположенные по обе стороны поршня 3, при этом полость 7 посредством магистрали 8, проходящей через индукционную катушку 9, соединена с полостью 6. В поршневой полости 6 посредством мембраны 10 отделена компенсирующая камера 11, заполненная газом под давлением. Полости 6 и 7 гидроцилиндра 2 заполнены магнитореологической жидкостью. Индукционная катушка 9 имеет электронное управление, включающее электронный блок управления 12, датчик перемещения сиденья 14, датчик виброускорений пола кабины 15, датчик виброускорений сиденья 13 и датчик горизонтальных колебаний подвески 17. Все датчики жестко установлены на системе подвески сиденья оператора и при помощи кабелей подключены к электронному блоку управления 12. Упругие свойства сиденья определяются торсионной пружиной 16 с рукояткой для настройки начального угла ее закрутки. Пружина жестко связана одним концом с каркасом сиденья 1, а вторым – с рычагом подвески 18.

Устройство работает следующим образом.

В процессе перемещения каркаса сиденья 1 относительно пола кабины 5 происходит перемещение рычагов подвески 18, что приводит к закрутке торсионной пружины 16, которая обеспечивает упругие характеристики системы подрессоривания оператора, при этом магнитореологическая жидкость по магистрали 8, проходящей через индукционную катушку 9, перетекает между полостями 6 и 7 гидроцилиндра 2.

Магнитореологическая жидкость меняет свои свойства (вязкость) под действием электромагнитного поля, создаваемого индукционной катушкой, что приводит к мгновенному изменению ее вязкости. Управляющий сигнал на индукционную катушку 9 поступает с электронного блока управления 12. Разница объемов жидкости в поршневой 6 и штоковой 7 полостях компенсируется за счет воздействия жидкости на мембрану 10, приводя к сжатию газа в пневматической полости 11. Использование торсионной пружины 16, магнитореологической жидкости, индукционной катушки 9, а также газовой камеры 11 под давлением с установленной в ней мембраной 10 обуславливает упругие и демпфирующие свойства предложенной подвески сиденья транспортного средства.

Предварительно перед эксплуатацией транспортного средства однократно осуществляется калибровка блока управления. В процессе калибровки производится оценка передаточной функции системы «подвеска – пол кабины – сиденье оператора». Цифровая оценка данной передаточной функции сохраняется в весовых коэффициентах блока управления. После проведения калибровки можно начинать непосредственную эксплуатацию транспортного средства.

Первоначальное положение сиденья оператора 1 определяется величиной давления газа в камере 11, рассчитанной на среднестатистический вес оператора. При отличии данного значения, более точная настройка осуществляется за счет изменения угла начальной закрутки торсионной пружины 16 при помощи рукоятки. Корректировка положения оператора прекращается при установлении подрессоренной части подвески сиденья в положении  $2/3$  величины хода штока. Настройки первоначального положения сиденья необходимы для обеспечения более эффективной работы подвески сиденья оператора, а также снижения вероятности пробоя подвески.

В процессе движения транспортного средства подвеска сиденья подвергается воздействиям вибрации, возникающей при преодолении неровностей дорожного покрытия. Это воздействие от пневматических шин передается через мост и систему первичного подрессоривания кабины на ее пол, на котором установлен датчик виброускорений 15. Установка данного датчика на полу позволяет с большей точностью определять значения колебаний, которые необходимо погасить, так как подвеска сиденья устанавливается непосредственно на пол кабины. Сигналы с датчика виброускорений 15, а также с датчика перемещения сиденья 14, датчика виброускорений сиденья 13 и датчика горизонтальных перемещений 17, позволяющих отследить колебания подвески, возникающие в результате возрастания амплитуды низкочастотных вертикальных и горизонтальных колебаний остова трактора, поступают в электронный блок управления (ЭБУ) 12, где они обрабатываются согласно заложенному алгоритму, и подбирается оптимальная величина демпфирующих свойств подвески сиденья, а также формируется управляющий сигнал, который воздействует на индукционную катушку 9, что приводит к намагничиванию участка трубопровода, тем самым мгновенно изменяя вязкость магнитореологической жидкости, создавая местное сопротивление в трубопроводе 8. Это позволяет мгновенно изменять демпфирующие свойства подвески сиденья оператора в зависимости от уровня вибронегруженности со стороны пола кабины трактора, за счет чего снижается уровень вертикальных и горизонтальных колебаний, воздействующих на сиденье оператора транспортной машины. За счет этого повышается эффективность гашения вертикальных и горизонтальных колебаний при резком изменении профиля дороги для выполнения всего спектра работ транспортным средством.

Реализация данной конструкции с системой управления, а также проведение комплекса исследований, направленных на определение эффективности предложенной конструкции подвески сиденья оператора МЭС, является трудоемкой задачей как с материальной, так и временной точек зрения. Поэтому было принято решение провести серию испытаний на имитационных моделях, применение которых позволяет повысить точность полученных результатов. В качестве системы автоматизированного моделирования выбор был остановлен на программе Simulink, встроенной в оболочку Matlab,

предназначенной для создания блок-схем и используемой для проектирования систем с многодоменными моделями. Выбор в пользу данных систем проектирования был сделан, так как они представляют собой комплексное решение, позволяющее разрабатывать системные модели и проводить испытания в автоматическом режиме с регистрацией данных и возможностью дальнейшей их обработки и анализа. При этом определение эффективности использования предложенной конструкции системы поддрессоривания сиденья оператора будет осуществляться за счет сравнения результатов ее работы с результатами моделирования серийной конструкции.

Общий вид разработанной имитационной модели предложенной конструкции подвески сиденья оператора МЭС по патенту 233623 представлен на рисунке 5, на котором укрупненно показана подмодель демпфирующего устройства активного типа.

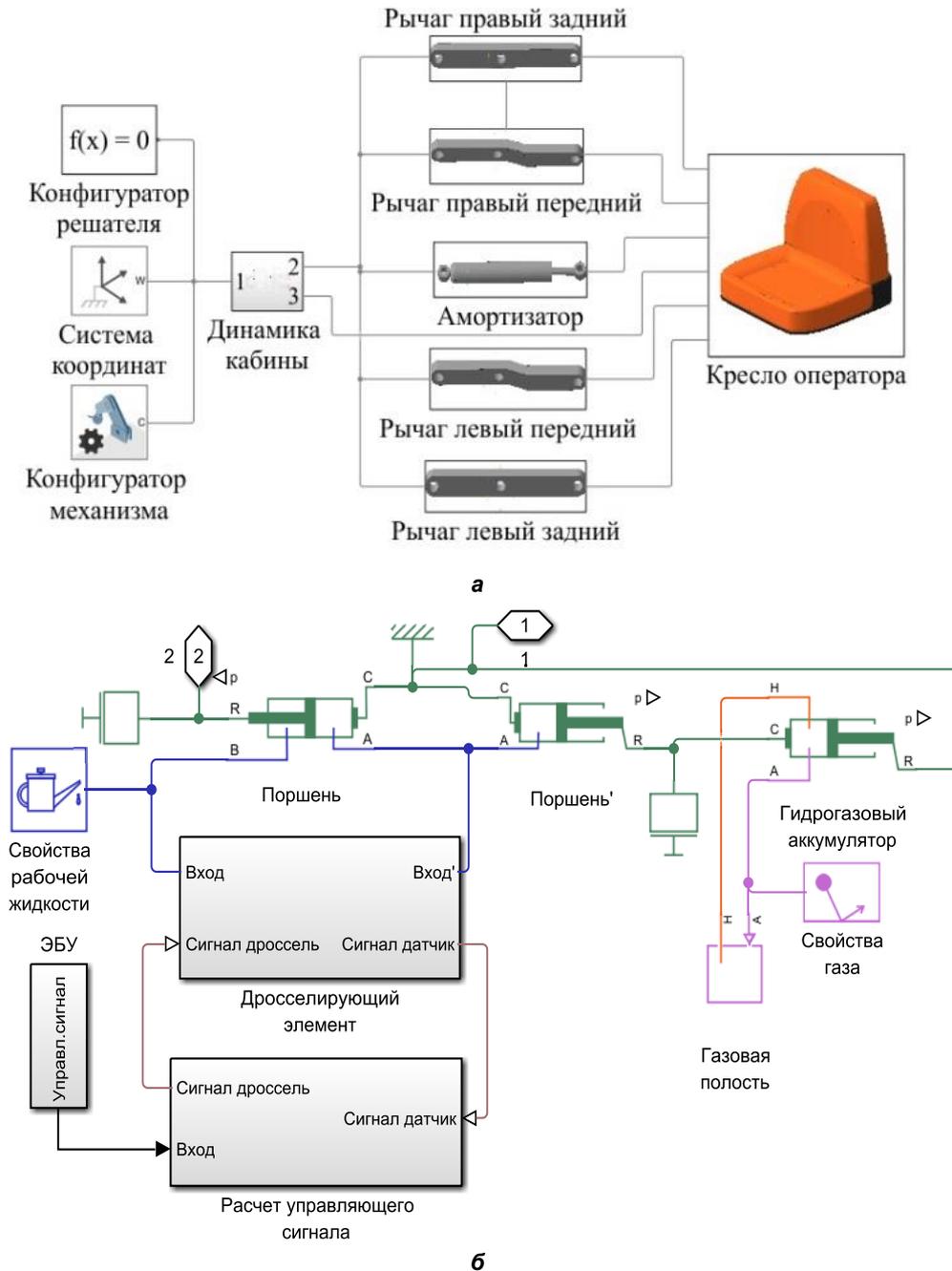


Рис. 5. Имитационная модель кресла оператора трактора Беларусь 1221.2: а – общая модель системы; б – подсистема демпфирующего устройства

Разработанная имитационная модель по всем своим кинематическим параметрам, а также большинству параметров газовых и гидравлических элементов аналогична модели серийной конструкции, адекватность которой была проверена. Отличие предложенной конструкции заключается лишь в использовании в демпфирующем устройстве вместо обратных клапанов дросселирующего элемента. Принцип работы данного элемента заключается в изменении местного сопротивления истечению жидкости. Это обеспечивается за счет использования в качестве рабочей магнитореологической жидкости, способной мгновенно изменять свои вязкостные свойства под воздействием магнитного поля. Для локального намагничивания данной жидкости используется индукционная катушка. При этом моделирование работы воздействия магнитного поля на магнитореологическую жидкость имеет определенные ограничения. Это объясняется тем, что в программном комплексе нельзя динамически изменять вязкость рабочей жидкости. Поэтому была создана дополнительная (суррогатная) модель, позволяющая заменить работу одного элемента другим, замещающим по свойствам исходный. Создание суррогатной модели требует проведения большого количества численных экспериментов, поэтому данный этап разработки математической модели не представлен в данной публикации. При этом оценка качества расчета суррогатной модели осуществлялась с помощью регрессионного анализа, который показал, что уровень значимости ошибки, рассчитанный по критерию Стьюдента, не превышает 0,43%, что свидетельствует о том, что ошибка находится в пределах точности погрешности расчета, позволяя получить точные результаты работы имитационной модели.

Для проведения комплекса численных экспериментов используется дополнительная подсистема, задающая движение пола кабины трактора. Для качественного моделирования подобные данные с высокой степенью достоверности получены в ходе проведения натурного эксперимента, который заключался в определении кинематических параметров нескольких точек силового каркаса мобильного энергетического средства.

Эффективность использования предложенной конструкции сиденья оператора МЭС определялась при работе ТТА на транспортных операциях. Испытания проводились при движении тракторно-транспортного агрегата в составе трактора Беларус 1221.2 с прицепом 2ПТС6 по участку пути на различных скоростях. Скорости движения выбирались согласно диаграмме формируемых скоростей при номинальном режиме работы двигателя с некоторым интервалом, покрывая весь рабочий диапазон скоростей испытываемого трактора. Участок пути, контрольная длина которого составляла 250 м, был выбран с учетом реальных условий работы ТТА.

В результате моделирования работы предложенной конструкции системы поддрессирования сиденья оператора возможна регистрация всех полученных показателей системы подвески (динамические параметры жидкости и газа, кинематические параметры механических элементов и т. д.), что позволяет проводить более глубокий анализ работы. Однако учитывая цель данных исследований, фиксировались только основные кинематические параметры сиденья оператора, которые после обработки представляли собой зависимости ускорения на сиденье от времени. При этом для более корректной сравнительной оценки получаемого эффекта от установки предложенной конструкции подвески сиденья согласно актуальным санитарным требованиям к рабочим местам транспортных средств необходимо провести пересчет полученных данных в частотный (спектральный) вид, согласно известным методикам [11].

Определение эффективности работы предложенной конструкции подвески сиденья оператора ТТА проводилось путем сравнения полученных в результате расчета разработанной модели среднеквадратичных значений (СКЗ) вертикальных ускорений в октавных полосах частот с СКЗ, полученными при расчете серийной конструкции, а также в соответствии с требованиями СанПиН [6]. Виброускорения на сиденье оператора МЭС с серийной системой поддрессирования определялись также в результате расчета имитационной модели.

Сравнительные результаты расчета математических моделей серийной и предложенной конструкций систем поддрессоривания оператора ТТА в виде среднеквадратичных значений вертикальных ускорений в октавных полосах частот при движении по грунтовой дороге представлены на рисунке 6.

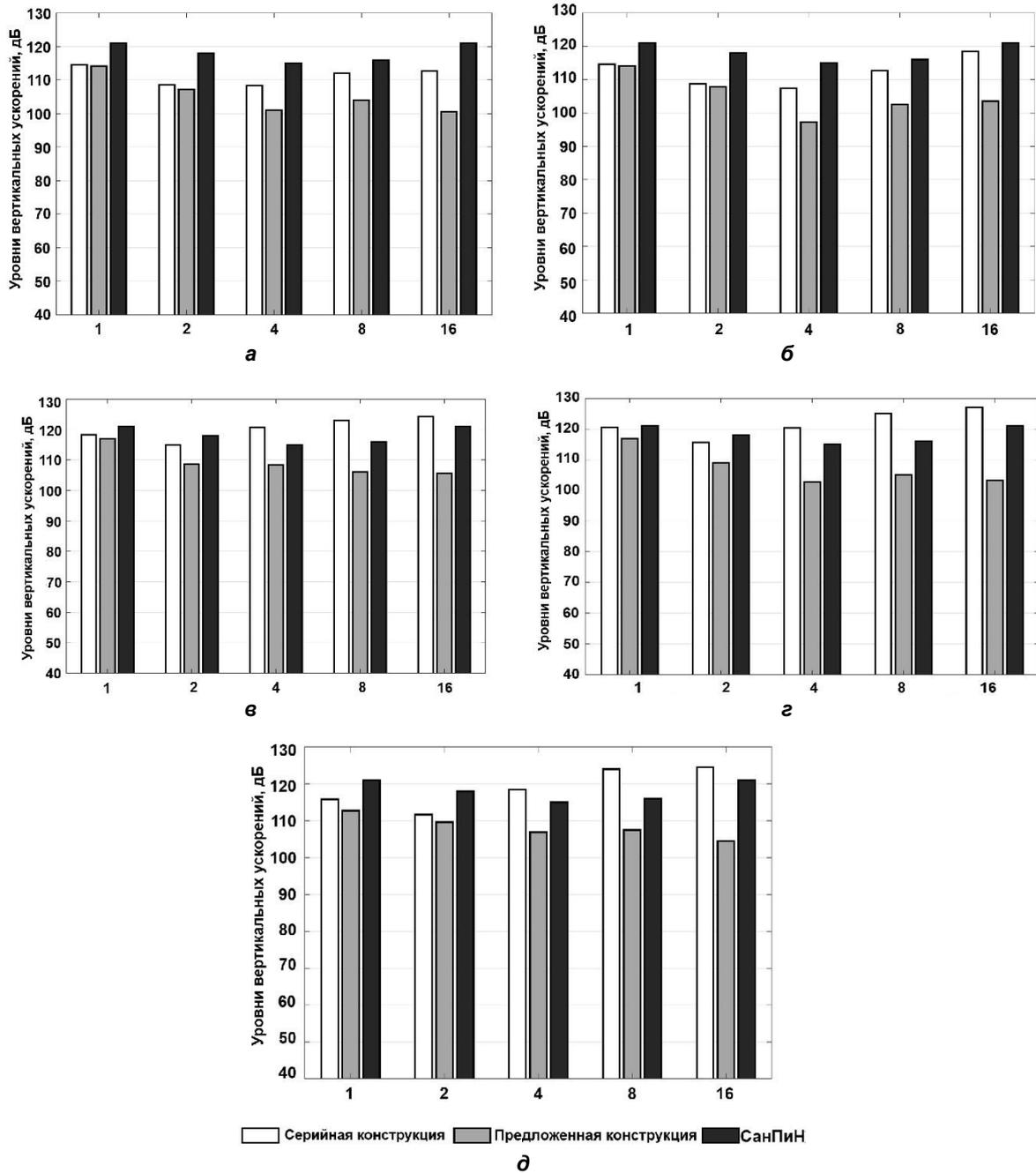


Рис. 6. Среднеквадратичные значения (СКЗ) вертикальных ускорений в октавных полосах частот при движении ТТА с различными скоростями: а – 11,3 км/ч; б – 14,2 км/ч; в – 18,6 км/ч; г – 25,6 км/ч; д – 35 км/ч

### Выводы

В результате проведенных численных экспериментов по определению уровня вибронегруженности рабочего места оператора с серийной и предложенными конструкциями сиденья установлено, что показатели серийной подвески при движении ТТА со скоростью свыше 18,6 км/ч в октавах со среднегеометрическими значениями полос частот 4, 8 и 16 Гц не соответствуют требованиям санитарных норм, превышая регламентируемые параметры

соответственно на 5, 6 и 3 дБ. При этом показатели предложенной подвески на всем рассматриваемом диапазоне рабочих скоростей ТГА находятся в пределах, указанных в нормативном документе. Также предложенная конструкция системы поддрессирования сиденья оператора во всем рассматриваемом частотном диапазоне показывает снижение средне-квадратичных значений вертикальных ускорений до 17%. Наибольшая эффективность достигнута при скорости движения ТГА 25,6 км/ч и составила 4, 17, 18, 20 и 24 дБ для октавных полос частот со среднегеометрическими значениями соответственно 1, 2, 4, 8 и 16 Гц.

Проведенный комплекс теоретических и экспериментальных исследований является базой для создания опытного прототипа предложенной конструкции подвески сиденья. Результаты проведенных исследований были приняты ООО «Брянский Тракторный Завод» при выборе конструктивных параметров сиденья оператора с эффективной виброзащитой.

#### Список источников

1. Аникин Н.В., Бышов Н.В., Успенский И.А. и др. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: материалы II международной научно-производственной конференции (Пенза, 18–20 ноября 2009 г.). Пенза: Изд-во Пензенского государственного аграрного университета, 2009. С. 111–113.
2. Болотов Д.Б., Поливаев О.И. Исследование систем поддрессирования транспортных средств // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения для АПК: материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 30 ноября 2023 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. С. 23–28.
3. Елисеев С.В. Структурная теория виброзащитных систем. Новосибирск: Наука, 1978. 222 с.
4. Лощенко А.В. Совершенствование подвески сиденья сельскохозяйственного колесного трактора: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Воронеж, 2022. 22 с.
5. Мухин Н.А., Косарев В.В., Бабанов С.А. и др. Профессиональные болезни: учебник. Москва: Издательство ГЭОТАР-Медиа, 2016. 336 с.
6. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 28 января 2021 г. № 2 [Электронный ресурс]. URL: [https://docviewer.yandex.ru/view/352056735/?\\*=ru](https://docviewer.yandex.ru/view/352056735/?*=ru) (дата обращения: 10.02.2025).
7. Пановко Г.Я., Потемкин Б.А., Фролов К.В. Воздействие вибрации и защита человека-оператора от вибрации. Ч. 5 (С. 366–428) // Вибрации в технике: справочник в 6 т.; В.Н. Челомей (пред. ред. совета). Т. 6. Защита от вибрации и ударов; под ред. К.В. Фролова. Москва: Машиностроение, 1981. 455 с.
8. Пат. на полезную модель 139995. Рос. Федерация. Активная подвеска сиденья транспортного средства / Поливаев О.И., Костиков О.М., Миронов Е.С. и др. № 2013152536/11; заявл. 26.11.2013; опубл. 27.04.2014, Бюл. № 12. 4 с.
9. Пат. на полезную модель 221611. Рос. Федерация. Подвеска сиденья транспортного средства с активным демпфированием / Поливаев О.И., Химченко А.В., Болотов Д.Б. и др. № 2023123421; заявл. 09.09.2023; опубл. 14.11.2023, Бюл. № 32. 5 с.
10. Пат. на полезную модель 233623. Рос. Федерация. Подвеска сиденья транспортного средства с активным демпфированием / Поливаев О.И., Химченко А.В., Болотов Д.Б. и др. № 2025101050; заявл. 21.01.2025; опубл. 28.04.2025, Бюл. № 13. 7 с.
11. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы: Постановление Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 40 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1751977534&tid=ru> (дата обращения: 10.02.2025).
12. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Ерохин М.Н. и др. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике: монография. Москва: Росинформротех, 2011. 248 с.
13. Sassi S., Cherif K., Thomas M. On the Development of a Smart Damper Based on Electro-Rheological Technology // Smart Materials and Structures. 2003. Vol. 12. Pp. 873–880.
14. Spelta C., Previdi F., Savaresi S.M. et al. Semi-active control of cab suspension in an agricultural tractor via magneto-rheological actuator. Conference Paper // 9<sup>th</sup> IEEE International Conference on Control and Automation, ICCA 2011 (Santiago, December 19-21, 2011). Chile, Santiago. 2011. Pp. 812–817. DOI: 10.1109/ICCA.2011.6138074.
15. Weyenberg T.R., Piolet J.W., Petek N.K. The development of ER fluids for an automotive semi-active suspension system // International Journal of Modern Physics. 1996. Vol. 10. Pp. 3201–3209.

#### References

1. Anikin N.V., Byshov N.V., Uspensky I.A. et al. Analysis of on-farm transportation of agricultural products. In: Promising Areas of Development of the Motor Transport Complex: Proceedings of the II International Scientific and Industrial Conference (Penza, November 18-20, 2009). Penza: Publishing House of Penza State Agrarian University Publishers;2009:111-113. (In Russ.).

2. Bolotov D.B., Polivaev O.I. Investigation of vehicle springing systems. In: Science and Education at the Present Stage of Development: Experience, Problems and Solutions for Agriculture: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Voronezh, November 30, 2023). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2023:23-28. (In Russ.).
3. Eliseev S.V. Structural theory of vibration protection systems. Novosibirsk: Nauka Publishers; 1978. 222 p. (In Russ.).
4. Loshchenko A.V. Improving the seat suspension of an agricultural wheeled tractor: Author's Abstract of Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Voronezh; 2022. 22 p. (In Russ.).
5. Mukhin N.A., Kosarev V.V., Babanov S.A. et al. Occupational diseases: textbook. Moscow: GEOTAR-Media Publishing House of Medical Literature; 2016. 336 p. (In Russ.).
6. On approval of sanitary rules and regulations SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans: Resolution No. 2 of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare of January 28, 2021. URL: [https://docviewer.yandex.ru/view/352056735/?\\*=ru](https://docviewer.yandex.ru/view/352056735/?*=ru). (In Russ.).
7. Panovko G.Ya., Potemkin B.A., Frolov K.V. The impact of vibration and the protection of the human operator from vibration. Part 5 (pp. 366-428). In: Vibrations in technology: handbook in 6 volumes; V.N. Chelomey (Editorial Board Chairman). Vol. 6. Protection from vibration and shock; edited by K.V. Frolov. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1981. 455 p. (In Russ.).
8. Utility Model Patent 139995. Russian Federation. Active vehicle seat suspension. Polivaev O.I., Kostikov O.M., Mironov E.S. et al. No. 2013152536/11; claimed 26.11.2013; published 27.04.2014. Bulletin No. 12. 4 p. (In Russ.).
9. Utility Model Patent 221611. Russian Federation. Suspension of a vehicle seat with active damping. Polivaev O.I., Khimchenko A.V., Bolotov D.B. et al. No. 2023123421; claimed 09.09.2023; published 14.11.2023. Bulletin No. 32. 5 p. (In Russ.).
10. Utility Model Patent 233623. Russian Federation. Suspension of a vehicle seat with active damping. Polivaev O.I., Khimchenko A.V., Bolotov D.B. et al. No. 2025101050; claimed 21.01.2025; published 28.04.2025. Bulletin No. 13. 7 p. (In Russ.).
11. CH 2.2.4/2.1.8.566-96. The sanitary norms of industrial vibration, vibration of residential and public buildings: Resolution No. 40 of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of Russia of October 31, 1996. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1751977534&tld=ru>. (In Russ.).
12. Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Erokhin M.N. et al. Technical and technological requirements for advanced agricultural machinery: monograph. Moscow: Russian Scientific Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of Agro-Industrial Complex Publishers; 2011. 248 p. (In Russ.).
13. Sassi S., Cherif K., Thomas M. On the Development of a Smart Damper Based on Electro-Rheological Technology. *Smart Materials and Structures*. 2003;12:873-880.
14. Spelta C., Previdi F., Savaresi S.M. et al. Semi-active control of cab suspension in an agricultural tractor via magneto-rheological actuator. Conference Paper. In: 9<sup>th</sup> IEEE International Conference on Control and Automation, ICCA 2011 (Santiago, December 19-21, 2011). Chile, Santiago;2011:812-817. DOI: 10.1109/ICCA.2011.6138074.
15. Weyenberg T.R., Piolet J.W., Petek N.K. The development of ER fluids for an automotive semi-active suspension system. *International Journal of Modern Physics*. 1996;10:3201-3209.

#### **Информация об авторах**

О.И. Поливаев – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [polivaevoi@icloud.com](mailto:polivaevoi@icloud.com).

Д.Б. Болотов – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [BDB 1998@ya.ru](mailto:BDB 1998@ya.ru).

А.В. Химченко – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [himch.arkady@yandex.ru](mailto:himch.arkady@yandex.ru).

А.В. Ворохобин – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [dogruzka@rambler.ru](mailto:dogruzka@rambler.ru).

#### **Information about the authors**

O.I. Polivaev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Peter the Great, [polivaevoi@icloud.com](mailto:polivaevoi@icloud.com).

D.B. Bolotov, Postgraduate Student, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [BDB 1998@ya.ru](mailto:BDB 1998@ya.ru).

A.V. Khimchenko, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [himch.arkady@yandex.ru](mailto:himch.arkady@yandex.ru).

A.V. Vorokhobin Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [dogruzka@rambler.ru](mailto:dogruzka@rambler.ru).

**Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 15.06.2025; принята к публикации 20.06.2025.**

**The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 15.06.2025; accepted for publication 20.06.2025.**

© Поливаев О.И., Болотов Д.Б., Химченко А.В., Ворохобин А.В., 2025

---

---

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

Научная статья

УДК 631.3:629.734.3

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_94

EDN: NJTAZS

### Обоснование целесообразности использования беспилотных летательных аппаратов для ухода за посевами сельскохозяйственных культур

Дмитрий Николаевич Афоничев<sup>1✉</sup>, Владимир Викторович Васильев<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> dmafonichev@yandex.ru✉

**Аннотация.** В настоящее время уход за посевами сельскохозяйственных культур осуществляется наземным и авиационным способами. При наземном способе опрыскивания растений рабочими растворами пестицидов и минеральных удобрений используются самоходные и прицепные опрыскиватели, а при авиационном способе применяются легкомоторные самолеты, в отдельных случаях вертолеты, а также беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Внедрение БПЛА в процессы ухода за растениями исключает необходимость создания постоянной технологической колеи на посевах сельскохозяйственных культур для проезда опрыскивателей. Площадь под технологической колеёй составляет 4,5–6% от площади поля. Следовательно, использование БПЛА для ухода за растениями позволит увеличить сбор сельскохозяйственной продукции с полей за счет увеличения фактической площади посевов на величину площади, отводимой под постоянную технологическую колею. Получена аналитическая зависимость для оценки величины экономического эффекта от замены наземного способа обработки посевов авиационным способом, которая учитывает разности удельных затрат на уход за посевами при авиационном и наземном способах, стоимости 1 ц продукции и удельных затрат на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку, а также долю площади, отводимой под постоянную технологическую колею, и урожайность сельскохозяйственной культуры. С увеличением площади обработки посевов авиационным способом эффект усиливается прямо пропорционально этому показателю. Экономический эффект от замены наземного способа обработки посевов авиационным присутствует только при прогнозируемой урожайности сельскохозяйственной культуры не ниже, чем отношение разности удельных затрат на уход за посевами при авиационном способе и наземном способе к разности стоимости 1 ц продукции и удельных затрат на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку, умноженной на долю площади поля, отводимой под постоянную технологическую колею.

**Ключевые слова:** постоянная технологическая колея, доля площади, уход за сельскохозяйственными культурами, наземный способ, авиационный способ, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), урожайность, затраты

**Для цитирования:** Афоничев Д.Н., Васильев В.В. Обоснование целесообразности использования беспилотных летательных аппаратов для ухода за посевами сельскохозяйственных культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 94–100. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_94-100](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_94-100).

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

Original article

### Feasibility study of the expediency for unmanned aerial vehicles application in agricultural crops cultivation

Dmitriy N. Afonichev<sup>1✉</sup>, Vladimir V. Vasiliev<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,  
Voronezh, Russia

<sup>1</sup> dmafonichev@yandex.ru✉

**Abstract.** Currently, agricultural crops cultivation can be carried out by land-based and aviation methods. The land-based method of spraying plants with different solutions of pesticides and mineral fertilizers can be implemented by self-propelled and trailed sprayers, while the aviation method is implemented by light-engine aircraft, in some cases helicopters, as well as unmanned aerial vehicles (UAV). The introduction of UAVs into crops cultivation eliminates the need to create a permanent technological track in agricultural crops plantings required for the passage of sprayers. The area under several technological tracks occupies 4.5–6% of the field area. Therefore, the use of UAVs for plant cultivation will increase the yield of agricultural products from the fields by increasing the actual area of crop plantings by the amount of space required for permanent technological tracks. An analytical dependence has been obtained to assess the economic effect of replacing the land-based

method of crop treatment with the aviation method, which takes into account the differences between total unit costs of crop cultivation by aviation and land-based methods, the cost of 1 centner of products and the unit cost of harvesting, storage, processing and transportation, as well as the proportion of the area required for permanent technological tracks, and the yield of agricultural crops. With an increase in the area of crop cultivation by the aviation method, the effect increases in direct proportion to this indicator. The economic effect of replacing the land-based method of crop cultivation with an aviation one is present only if the projected crop yield is not lower than the ratio of the difference in the unit cost of crop tending with the aviation method and the land-based method to the difference in the cost of 1 centner of products and the unit cost of harvesting, storage, processing and transportation multiplied by the share of the field area, required for a permanent technological track.

**Keywords:** permanent technological track, area share, crop cultivation, land-based method, aviation method, unmanned aerial vehicle (UAV), productivity, total unit costs

**For citation:** Afonichev D.N., Vasiliev V.V. Feasibility study of the expediency for unmanned aerial vehicles application in agricultural crops cultivation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):94-100. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_94-100](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_94-100).

## Введение

Уход за посевами сельскохозяйственных культур является неотъемлемой частью мировой практики ведения сельского хозяйства независимо от применяемой технологии [2, 4, 9, 10, 12, 14, 16, 18]. Основными задачами ухода являются: защита растений от болезней и вредителей, своевременная подкормка растений в процессе вегетации и борьба с сорняками, что позволяет сформировать посевы сельскохозяйственных культур с высокой урожайностью.

В настоящее время уход за посевами сельскохозяйственных культур реализуется как наземным, так и авиационным способами. При наземном способе опрыскивания растений рабочими растворами пестицидов и минеральных удобрений используются самоходные опрыскиватели и прицепные опрыскиватели, работающих в паре с трактором [2, 5, 7, 13, 20]. При авиационном способе для этих целей применяются легкомоторные самолеты, в отдельных случаях вертолеты [8], а также беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые имеют высокую популярность в США, Китае, Японии, Корее, Индии и т.д. [3, 11, 15, 17, 19, 21].

В России наметилась устойчивая тенденция внедрения БПЛА в различные сферы деятельности, в том числе в сельскохозяйственное производство [1, 3], а также ведутся разработки по совершенствованию применяемых БПЛА [1, 6].

Уход за посевами сельскохозяйственных культур в Центральном Черноземье в подавляющем большинстве случаев выполняется наземным способом [2]. Авиационный способ ухода за растениями с использованием самолетов и вертолетов не реализуется, и только в исключительных случаях применяются БПЛА, как правило, иностранного производства.

Внедрение БПЛА в процессы ухода за растениями исключает необходимость создания постоянной технологической колеи на посевах сельскохозяйственных культур для проезда сельскохозяйственной техники. Площадь под технологической колеей составляет 4,5–6% от площади поля [2]. Таким образом, использование БПЛА для ухода за растениями позволит увеличить сбор сельскохозяйственной продукции с полей за счет увеличения фактической площади посевов на величину площади, отводимой под постоянную технологическую колею.

На основании изложенного поставлена цель работы: обосновать целесообразность использования БПЛА сельскохозяйственного назначения при уходе за посевами сельскохозяйственных культур с позиции исключения постоянной технологической колеи на полях.

### Методика исследования

Прибыль  $\Pi$  (руб.), получаемая от реализации выращенной сельскохозяйственной продукции, составляет

$$\Pi = B - Z_{\Pi} - Z_{\text{уп}} - Z_{\text{уу}}, \quad (1)$$

где  $B$  – выручка от реализации выращенной сельскохозяйственной продукции, руб.;

$Z_{\Pi}$  – затраты на предпосевную подготовку и посев, руб.;

$Z_{\text{уп}}$  – затраты на уход за посевами, руб.;

$Z_{\text{уу}}$  – затраты на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку, руб.

Если рассматривать одну сельскохозяйственную культуру, то все показатели, входящие в правую часть уравнения (1), зависят от площади посевов  $S$  (га) и урожайности этой культуры  $Q$  (ц/га):

$$B = SQC; \quad Z_{\Pi} = SZ_{\Pi}; \quad Z_{\text{уп}} = SZ_{\text{уп}}; \quad Z_{\text{уу}} = SQZ_{\text{уу}}, \quad (2)$$

где  $C$  – стоимость 1 ц сельскохозяйственной продукции, руб./ц;  
 $Z_{\Pi}$  – удельные затраты на предпосевную подготовку и посев, руб./га;  
 $Z_{\text{уп}}$  – удельные затраты на уход за посевами, руб./га;  
 $Z_{\text{уу}}$  – удельные затраты на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку, руб./ц.

Преобразуем уравнение (1), подставив в него выражения (2):

$$\Pi = S [QC - Z_{\Pi} - Z_{\text{уп}} - QZ_{\text{уу}}]. \quad (3)$$

Если сравнивать применение авиационного и наземного способов ухода за посевами, то при авиационном способе показатель  $Z_{\text{уп}}$  будет выше, чем при наземном, однако следует учитывать, что при наземном способе происходит повреждение посевов при формировании постоянной технологической колеи на площади, занимаемой данной колеей [2], то есть снижается объем произведенной сельскохозяйственной продукции, а значит и выручка от ее реализации на величину  $\eta B$ , где  $\eta$  – доля площади, отводимой под постоянную технологическую колею, от площади поля. При этом затраты на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку сокращаются на величину  $\eta Z_{\text{уу}}$ , так как эти затраты можно принять зависящими прямо пропорционально от объема произведенной сельскохозяйственной продукции. Таким образом, при наземном способе ухода за посевами уравнение (3) принимает следующий вид:

$$\Pi_{\text{н}} = S [QC(1 - \eta) - Z_{\Pi} - Z_{\text{упн}} - QZ_{\text{уу}}(1 - \eta)]. \quad (4)$$

Показатель  $Z_{\Pi}$  при двух анализируемых способах обработки посевов будет одинаковым.

Уравнение (3) при авиационном способе ухода за посевами записывается в следующем виде:

$$\Pi_{\text{а}} = S [QC - Z_{\Pi} - Z_{\text{упа}} - QZ_{\text{уу}}]. \quad (5)$$

Буквенные символы Н и А в уравнениях (4) и (5) означают соответственно наземный и авиационный способы обработки посевов.

Из уравнения (5) вычтем уравнение (4) и при условии, что  $\Pi_{\text{а}} > \Pi_{\text{н}}$ , получим экономический эффект от замены наземного способа обработки посевов авиационным способом:

$$\Theta = \Pi_{\text{а}} - \Pi_{\text{н}} = S [QC\eta - (Z_{\text{упа}} - Z_{\text{упн}}) - QZ_{\text{уу}}\eta] = S [Q\eta(C - Z_{\text{уу}}) - (Z_{\text{упа}} - Z_{\text{упн}})]. \quad (6)$$

Полученная зависимость (6) показывает, что экономический эффект от замены наземного способа обработки посевов авиационным способом определяется величиной разности удельных затрат на уход за посевами при авиационном и наземном способах ( $Z_{\text{упа}} - Z_{\text{упн}}$ ), разности стоимости 1 ц продукции и удельных затрат на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку ( $C - Z_{\text{уу}}$ ), а также от доли площади, отводимой под постоянную технологическую колею, и урожайности сельскохозяйственной культуры  $Q$ .

С увеличением площади  $S$  обработки посевов авиационным способом эффект усиливается прямо пропорционально этому показателю.

При  $P_A < P_H$  экономический эффект от замены наземного способа обработки посевов авиационным отсутствует.

Положительный эффект ( $P_A > P_H$ ) имеет место в двух случаях:

$$Q\eta(C - Z_{yy}) - (Z_{yPA} - Z_{yPH}) > 0 \quad (7)$$

или

$$Q > \frac{Z_{yPA} - Z_{yPH}}{\eta(C - Z_{yy})} \quad (8)$$

Неравенство (8) прогнозирует урожайность сельскохозяйственной культуры, при которой обработка посевов авиационным способом посредством БПЛА будет целесообразна.

**Результаты и их обсуждение**

Для оценки целесообразности использования БПЛА сельскохозяйственного назначения при уходе за посевами зерновых культур выполнены расчеты по зависимости (6) при следующих исходных данных:

- площадь поля – 80 га;
- доля площади поля, отводимой под постоянную технологическую колею, – 0,045 [2];
- урожайность – 30, 40, 50 ц/га;
- разность  $(Z_{yPA} - Z_{yPH})$  – 800, 1000, 1200, 1500 руб./га;
- разность  $(C - Z_{yy})$  – 400, 500, 600, 700, 800 руб./ц.

Из принятых условий следует, что  $(Z_{yPA} - Z_{yPH}) / (C - Z_{yy}) = 1-4$ .

Результаты расчета по зависимости (6) приведены в таблице, решение неравенства (8) – на рисунке.

**Результаты расчета экономического эффекта от замены наземного способа обработки посевов зерновых культур авиационным способом (площадь поля – 80 га)**

| $(C - Z_{yy})$ , руб./ц | Экономический эффект Э, руб. при $(Z_{yPA} - Z_{yPH})$ , руб./га |               |               |               |
|-------------------------|--|---------------|---------------|---------------|
|                         | 800  | 1 000         | 1 200         | 1 500         |
| $Q = 30$ ц/га           |  |               |               |               |
| 400                     | -20 800  | -36 800       | Отрицательный | Отрицательный |
| 500                     | -10 000  | -26 000       | Отрицательный | Отрицательный |
| 600                     | <b>800</b>   | -15 200       | Отрицательный | Отрицательный |
| 700                     | <b>11 600</b>  | -4 400        | Отрицательный | Отрицательный |
| 800                     | <b>22 400</b>  | <b>6 400</b>  | Отрицательный | Отрицательный |
| $Q = 40$ ц/га           |  |               |               |               |
| 400                     | -6 400   | -22 400       | -38 400       | Отрицательный |
| 500                     | <b>8 000</b>   | -8 000        | -24 000       | Отрицательный |
| 600                     | <b>22 400</b>  | <b>6 400</b>  | -9 600        | Отрицательный |
| 700                     | <b>36 800</b>  | <b>20 800</b> | <b>4 800</b>  | Отрицательный |
| 800                     | <b>51 200</b>  | <b>35 200</b> | <b>19 200</b> | Отрицательный |
| $Q = 50$ ц/га           |  |               |               |               |
| 400                     | <b>8 000</b>   | -8 000        | -24 000       | -48 000       |
| 500                     | <b>26 000</b>  | <b>10 000</b> | -6 000        | -30 000       |
| 600                     | <b>44 000</b>  | <b>28 000</b> | <b>12 000</b> | -12 000       |
| 700                     | <b>62 000</b>  | <b>46 000</b> | <b>30 000</b> | <b>6 000</b>  |
| 800                     | <b>80 000</b>  | <b>64 000</b> | <b>48 000</b> | <b>24 000</b> |

Из таблицы видно, что применение БПЛА для ухода за посевами зерновых культур может быть экономически целесообразным при определенных соотношениях  $(Z_{упа} - Z_{упн})$ ,  $(C - Z_{уу})$  и  $Q$ .

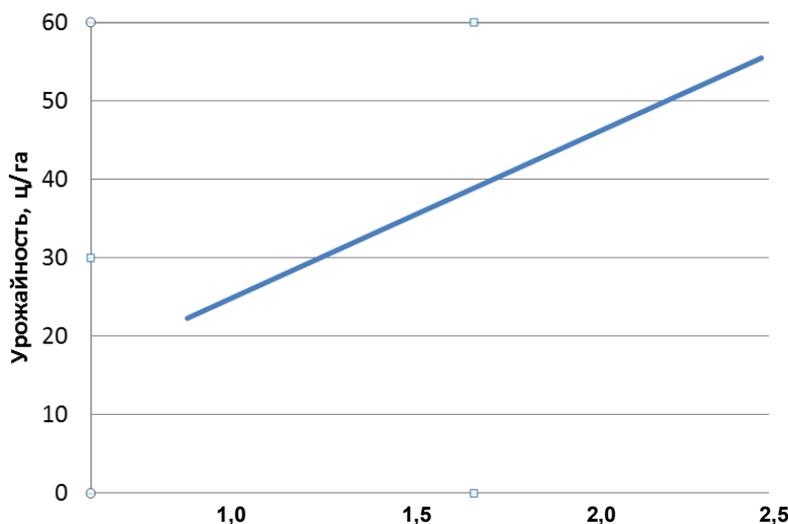


График зависимости  $Q$  от отношения  $(Z_{упа} - Z_{упн}) / (C - Z_{уу}) = 1-2,5$

Область, расположенная выше линии графика рисунка, – это условия эффективного применения БПЛА для ухода за посевами зерновых культур.

#### Выводы

1. Полученная аналитическая зависимость для оценки величины экономического эффекта от замены наземного способа обработки посевов авиационным способом учитывает разности удельных затрат на уход за посевами при авиационном и наземном способах, стоимости 1 ц продукции и удельных затрат на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку, а также долю площади, отводимой под постоянную технологическую колею, и урожайность сельскохозяйственной культуры. С увеличением площади обработки посевов авиационным способом эффект усиливается прямо пропорционально этому показателю.

2. Экономический эффект от замены наземного способа обработки посевов авиационным способом создается за счет исключения постоянной технологической колеи, необходимой для обеспечения движения опрыскивателей, что позволяет увеличить сбор урожая.

3. Экономический эффект от замены наземного способа обработки посевов авиационным возможен только при прогнозируемой урожайности сельскохозяйственной культуры не ниже, чем отношение разности удельных затрат на уход за посевами при авиационном способе и наземном способе к разности стоимости 1 ц продукции и удельных затрат на уборку урожая, его хранение, обработку и транспортировку, умноженной на долю площади поля, отводимой под постоянную технологическую колею.

---

**Список источников**

1. Афоничев Д.Н., Беляев А.Н., Васильев В.В. и др. Усовершенствованный беспилотный летательный аппарат сельскохозяйственного назначения // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения для АПК: материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 29 ноября 2024 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2024. С. 9–13.
2. Васильев В.В., Афоничев Д.Н. Исследование параметров постоянной технологической колеи, предназначенной для ухода за посевами сельскохозяйственных культур в Центральном Черноземье // Наука в Центральной России. 2024. № 4(70). С. 51–65. DOI: 10.35887/2305-2538-2024-4-51-65.
3. Васильев В.В., Папонов Н.Н., Аксенов И.И. Применение беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом в агропромышленном комплексе // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Секция «Инновационные направления механизации и электрификации сельскохозяйственного производства» (Воронеж, 19–21 апреля 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. Ч. I. С. 54–63.
4. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2013. 400 с.
5. Мочалов И.И. Ремонт и техническое обслуживание машин для внесения удобрений и защиты растений. Москва: Колос, 1974. 192 с.
6. Пат. 2829201 Рос. Федерация. Беспилотный летательный аппарат сельскохозяйственного назначения / Афоничев Д.Н., Беляев А.Н., Васильев В.В. и др. № 2024115281; заявл. 04.06.2024; опубл. 30.10.2024, Бюл. № 31. 8 с.
7. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: научный аналитический обзор. Москва: Росинформагротех, 2010. 124 с.
8. Сельскохозяйственная авиация: защита растений и внесение удобрений: сборник статей; перевод с английского и французского; общей редакцией Б.И. Рукавишников. Москва: Колос, 1967. 439 с.
9. Степановских А.С., Жернов Г.О., Жернова С.Ю. Химическая защита растений: учебник для студентов вузов. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2019. 432 с.
10. Шаганов И.А. Практические рекомендации по освоению интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур: 2-е изд., перераб. и доп. Минск: Равноденствие, 2008. 180 с.
11. Angurala M., Khullar V. Revolutionary applications of intelligent drones. New York: Nova Science Publishers, 2022. 166 p.
12. Hand C. Sustainable agriculture. USA, North Mankato: ABDO Publishing Company, 2015. 115 p.
13. Heege H.J. Precision in crop farming: site specific concepts and sensing methods: applications and results. Switzerland: Springer Publishers, 2013. 356 p.
14. Kozai T., Niu G., Takagaki M. Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production. London: Academic Press, 2019. 484 p.
15. Krishna K.R. Agricultural drones: a peaceful pursuit. USA, Florida: Apple Academic Press, 2018. 394 p.
16. Lal R., Stewart B.A. Soil-specific farming: precision agriculture. 1<sup>st</sup> edition. USA, Florida: CRC Press, 2015. 431 p.
17. Mohanty S.N., Ravindra J.V.R., Narayana G.S. et al. Drone technology: future trends and practical applications. 1<sup>st</sup> edition. USA: Wiley-Scrivener, 2023. 467 p.
18. Qin Z. Precision agriculture technology for crop farming. USA, Florida: CRC Press, 2015. 396 p.
19. Sundaravadivazhagan B., Natarajan G., Chelliah P.R. Intelligent robots and drones for precision agriculture. Switzerland: Springer Cham, 2024. 490 p.
20. Zachariah A.B. Precision agriculture the future of farming. Toronto: DELVE, 2018. 312 p.
21. Zhang Z., Liu H., Yang C. et al. Unmanned aerial systems in precision agriculture: technological progresses and applications. Singapore: Springer, 2022. 137 p.

## References

1. Afonichev D.N., Belyaev A.N., Vasiliev V.V. et al. Improved unmanned aerial vehicle for agricultural purposes. In: Science and Education at the Present Stage of Development: Experience, Problems and Solutions for Agriculture: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Voronezh, November 29, 2024). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2024:9-13. (In Russ.).
2. Vasiliev V, Afonichev D. Investigation of the parameters of a permanent technological track designed for the care of crops in the Central Chernozem region. *Science in the Central Russia*. 2024;4(70):51-65. DOI: 10.35887/2305-2538-2024-4-51-65. (In Russ.).
3. Vasiliev V.V., Paponov N.N., Aksenov I.I. The use of unmanned aerial vehicles with artificial intelligence in the Agro-Industrial Complex. In: Theory and Practice of Innovative Technologies in Agriculture: Proceedings of the National Research-to-Practice Conference. Section "Innovative Directions of Mechanization and Electrification of Agricultural Production" (Voronezh, April 19-21, 2022). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2022;1:54-63. (In Russ.).
4. Ganiev M.M., Nedorezkov V.D. Chemical plant protection products: textbook. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Saint Petersburg: Lan Publishers; 2013. 400 p. (In Russ.).
5. Mochalov I.I. Repair and maintenance of machines for fertilization and plant protection. Moscow: Kolos Publishers; 1974. 192 p. (In Russ.).
6. Pat. 2829201 Russian Federation. An unmanned aerial vehicle for agricultural purposes. Afonichev D.N., Belyaev A.N., Vasiliev V.V. et al. No. 2024115281; claimed 04.06.2024; published 30.10.2024, Bulletin No. 31. 8 p. (In Russ.).
7. Revyakin E.L., Krakhovetsky N.N. Machines for chemical plant protection in innovative technologies: scientific analytical review. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2010. 124 p. (In Russ.).
8. Agricultural aviation: plant protection and fertilization: collection of articles; translated from English and French; edited by B.I. Rukavishnikov. Moscow: Kolos Publishers; 1967. 439 p. (In Russ.).
9. Stepanovskikh A.S., Zhernov G.O., Zhernova S.Yu. Chemical plant protection: textbook for university students. Moscow: UNITY-DANA Publishers; 2019. 432 p. (In Russ.).
10. Shaganov I.A. Practical recommendations for the development of intensive technology of cultivation of winter grain crops: 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Minsk: Ravnodenstvie Publishers; 2008. 180 p. (In Russ.).
11. Angurala M., Khullar V. Revolutionary applications of intelligent drones. New York: Nova Science Publishers; 2022. 166 p.
12. Hand C. Sustainable agriculture. USA, North Mankato: ABDO Publishing Company; 2015. 115 p.
13. Heege H.J. Precision in crop farming: site specific concepts and sensing methods: applications and results. Switzerland: Springer Publishers; 2013. 356 p.
14. Kozai T., Niu G., Takagaki M. Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production. London: Academic Press, 2019. 484 p.
15. Krishna K.R. Agricultural drones: a peaceful pursuit. USA, Florida: Apple Academic Press; 2018. 394 p.
16. Lal R., Stewart B.A. Soil-specific farming: precision agriculture. 1<sup>st</sup> edition. USA, Florida: CRC Press; 2015. 431 p.
17. Mohanty S.N., Ravindra J.V.R., Narayana G.S. et al. Drone technology: future trends and practical applications. 1<sup>st</sup> edition. USA: Wiley-Scrivener; 2023. 467 p.
18. Qin Z. Precision agriculture technology for crop farming. USA, Florida: CRC Press; 2015. 396 p.
19. Sundaravadivazhagan B., Natarajan G., Chelliah P.R. Intelligent robots and drones for precision agriculture. Switzerland: Springer Cham; 2024. 490 p.
20. Zachariah A.B. Precision agriculture the future of farming. Toronto: DELVE; 2018. 312 p.
21. Zhang Z., Liu H., Yang C. et al. Unmanned aerial systems in precision agriculture: technological progresses and applications. Singapore: Springer; 2022. 137 p.

## Информация об авторах

Д.Н. Афоничев – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», dmafonichev@yandex.ru.

В.В. Васильев – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», vasiliev.vladimir87@mail.ru.

## Information about the authors

D.N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, dmafonichev@yandex.ru.

V.V. Vasiliev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, vasiliev.vladimir87@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.02.2025; одобрена после рецензирования 20.03.2025; принята к публикации 26.03.2025.

The article was submitted 15.02.2025; approved after reviewing 20.03.2025; accepted for publication 26.03.2025.

© Афоничев Д.Н., Васильев В.В., 2025

4.3.2. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И  
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА  
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 621.423.31

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_101

EDN: NKTIOH

**Совершенствование схемы включения резервного  
питания электропривода на базе устройства AVR-02**

**Наталья Анатольевна Мазуха<sup>1✉</sup>, Дмитрий Николаевич Афоничев<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> nat052005@yandex.ru✉

**Аннотация.** В сельскохозяйственном производстве при реализации технологических процессов в животноводстве очень важно обеспечить надежность электроснабжения технологических потребителей, в частности электроприводов, так как сбои в работе могут привести к серьезным потерям продуктивности животных, порче продукции. Для повышения надежности электроснабжения применяются различные схемы автоматического ввода резерва, которые должны обладать надежностью, быстродействием, однократностью срабатывания, возможностью настройки порога включения (выдержки времени). Рассмотрен вариант схемы резервного питания для ответственных потребителей электроэнергии в сельском хозяйстве на базе многофункционального устройства AVR-02, с помощью которого можно построить различные схемы автоматического ввода резерва. На передней панели AVR-02 расположены жидкокристаллический дисплей, кнопки управления, индикаторы, показывающие, какой из вводов подключен. Данное устройство может работать от аккумуляторной батареи 12 В, контролировать чередование фаз, формировать сигнал запуска генератора, измерять уровень напряжений и отключать неисправную линию с низким или высоким напряжением, автоматически переводя питание на исправную линию. В предложенной схеме предусмотрены два независимых ввода (основной и резервный) – от централизованной системы электроснабжения и питание от генератора автономного электроснабжения, что позволяет повысить надежность электроснабжения потребителей, так как обеспечивается переключение на резервный ввод при исчезновении фазы на основном вводе, а при исчезновении фазы на резервном вводе осуществляется переключение на генератор автономного электроснабжения. Дополнительное реле контроля фаз, включенное в схему, защищает от обрыва фазы, асимметрии напряжений, повышения и понижения напряжения в сети, неправильного порядка следования фаз, обрыва нулевого провода.

**Ключевые слова:** электродвигатель, электропривод, автоматическое резервное питание, реле, пускатель, ввод, обрыв фазы

**Для цитирования:** Мазуха Н.А., Афоничев Д.Н. Совершенствование схемы включения резервного питания электропривода на базе устройства AVR-02 // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 101–106. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_101-106](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_101-106).

4.3.2. ELECTROTECHNICS, ELECTRICAL EQUIPMENT AND ELECTRICAL  
POWER SUPPLY FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Improvement of the backup power supply scheme  
for an electric drive based on the AVR-02 device**

**Natalya A. Mazukha<sup>1✉</sup>, Dmitriy N. Afonichev<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> nat052005@yandex.ru✉

**Abstract.** In agricultural production, when implementing technological processes in animal husbandry, it is very important to ensure the reliability of power supply to technological consumers, in particular electric drives, since

malfunctions can lead to serious losses of animal productivity, spoilage of products. To increase the reliability of power supply, various schemes of automatic input of the reserve are used, which must have reliability, speed, one-time operation, the ability to adjust the switching threshold (time delay). A variant of the backup power supply scheme for responsible consumers of electricity in agriculture is proposed on the basis of the AVR-02 multifunctional device, with which it is possible to build various schemes for automatic input of the reserve. On the front panel of the AVR-02 there is a liquid crystal display, control buttons, indicators showing which of the inputs is connected. This device can operate from a 12 V battery, monitor phase alternation, accomplish a generator startup signal, measure the voltage level and disconnect a faulty line with low or high voltage, automatically transferring power to a serviceable line. The proposed scheme provides two independent inputs (main and backup) from a centralized power supply system and power from an autonomous power supply generator. This makes it possible to increase the reliability of power supply to consumers, since switching to a backup input is ensured when the phase disappears at the main input, and when the phase disappears at the backup input, switching to an autonomous power supply generator is carried out. An additional phase control relay included in the circuit protects against phase breakage, voltage asymmetry, increase and decrease of voltage in the network, incorrect phase sequence, breakage of the zero wire.

**Keywords:** electric motor, electric drive, automatic backup power, relay, starter, input, phase break

**For citation:** Mazukha N.A., Afonichev D.N. Improvement of the backup power supply scheme for an electric drive based on the AVR-02 device. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):101-106. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_101-106](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_101-106).

## Введение

Современный рост рынка релейных аппаратов требует при эксплуатации в конкретных асинхронных электроприводах совершенствования схем защиты и резервного питания электродвигателей и других потребителей электроэнергии [1, 5]. Это, в свою очередь, приводит к пересмотру и обновлению существующих схемных решений автоматического включения резервного питания и оборудования (АВР). Разработчикам схем требуется понимание и учет того, что стоимость современных электронных защит асинхронных электроприводов уже давно приблизилась к стоимости самих электроприводов [2]. Так как в случае возникновения аварийной ситуации без электроэнергии могут остаться потребители, у которых длительный перерыв в электроснабжении может привести к большим материальным потерям (например, раздача корма, подача воды, уборка навоза), то в сельском хозяйстве очень важен переход с поврежденного основного источника питания на резервный [3, 11].

Основными требованиями, предъявляемыми к АВР, являются надежность, быстродействие, однократность срабатывания, возможность настройки порога включения (выдержки времени) резервного электроснабжения, переключение, только если исправен резервный ввод, АВР должен срабатывать всегда в случае исчезновения напряжения на шинах потребителей, независимо от причины, но при условии, что вводной выключатель включен (не отключен намеренно) [6, 7, 10].

АВР в низковольтных сетях может быть реализовано устройством AVR-02 [4, 8, 9], которое работает следующим образом. При неисправном основном вводе происходит автоматическое переключение нагрузки на резервный ввод. При исчезновении напряжения на двух вводах запускается генератор, и вся нагрузка переключается на него. AVR-02 является многофункциональным устройством, с помощью которого можно построить различные схемы АВР [5, 9]. На передней панели AVR-02 расположены жидкокристаллический дисплей, кнопки управления, индикаторы, показывающие, какой из вводов подключен. Данное устройство контролирует чередование фаз, формирует сигнал запуска генератора, измеряет уровень напряжений и отключает неисправную линию с низким или высоким напряжением, автоматически переводя питание на исправную линию, может работать от аккумуляторной батареи 12 В.

**Описание усовершенствованной схемы**

В усовершенствованной схеме с двумя вводами и генератором (см. рис.) используются следующие буквенные обозначения:

A, B, C – фазы питающей сети;

N – нулевой провод;

QF1 – QF5 – автоматические выключатели;

KM1–KM3 – магнитные пускатели;

KV1 – реле контроля фаз;

KL – промежуточное реле;

K1–K5 – реле;

FU1–FU3 – предохранители;

S – выключатель блокировки прибора;

SB – кнопка «Пуск»;

HL – сигнальная лампочка;

A – многофункциональное устройство AVR-02;

B1, B2 – блоки защиты нагрузки;

B3 – блок защиты генератора.

Контакты 18, 19, 20 устройства A предназначены для контроля аварийных цепей. Кнопка SB нужна для сброса, после ее нажатия работа реле восстанавливается. Напряжение может поступать как от двух вводов, так и от генератора.

Рассмотрим работу схемы, представленной на рисунке.

Пусть ввод 1 является основным, а ввод 2 – резервным.

Автомат QF2 замкнут, устройство следит за напряжением на основном вводе. На резервном вводе все происходит аналогично. За счет контактов 1, 11 AVR-02 формирует сигнал управления реле K5, которое при нормальном уровне напряжения на двух вводах включает основной ввод. Через контакты 1, 10 напряжение подается на катушку KL. Замыкающий контакт KL замыкается, через контакт 22 AVR включается реле K1, и через контакт 24 подается питание на катушку KM1. При этом контакты реле K2, K3, K4 остаются разомкнутыми.

Пусть напряжение на основном вводе исчезло, а на резервном вводе оно есть. Контакт K5 переключается в позицию 11, напряжение с резервного ввода поступает на контакт 10, подается питание на катушку KL. Замыкающий контакт KL замыкается, через контакт 22 AVR включается реле K2, а через контакт 26 подается питание на катушку KM2. При этом контакты реле K1, K3, K4 остаются разомкнутыми.

Устройство следит, чтобы напряжение на контактах 13–15 отсутствовало, например при залипании контактов или восстановлении питания. Если есть напряжение хотя бы на одном из контактов 13–15, то катушка KM2 никогда не сработает.

Рассмотрим, как будет запускаться генератор, если исчезнет питание как с основного, так и с резервного ввода. Контакты K1, K2, K3 находятся в разомкнутом состоянии. Контакт 12 служит для подключения к АВР внешнего источника питания 12 В. Замыкается контакт реле K4, формируется сигнал запуска для генератора (контакты 29, 30). Реле контроля фаз KV1 защищает от обрыва фазы, асимметрии, повышения и понижения напряжения, нарушения чередования фаз, обрыва нулевого провода [5, 9, 10].

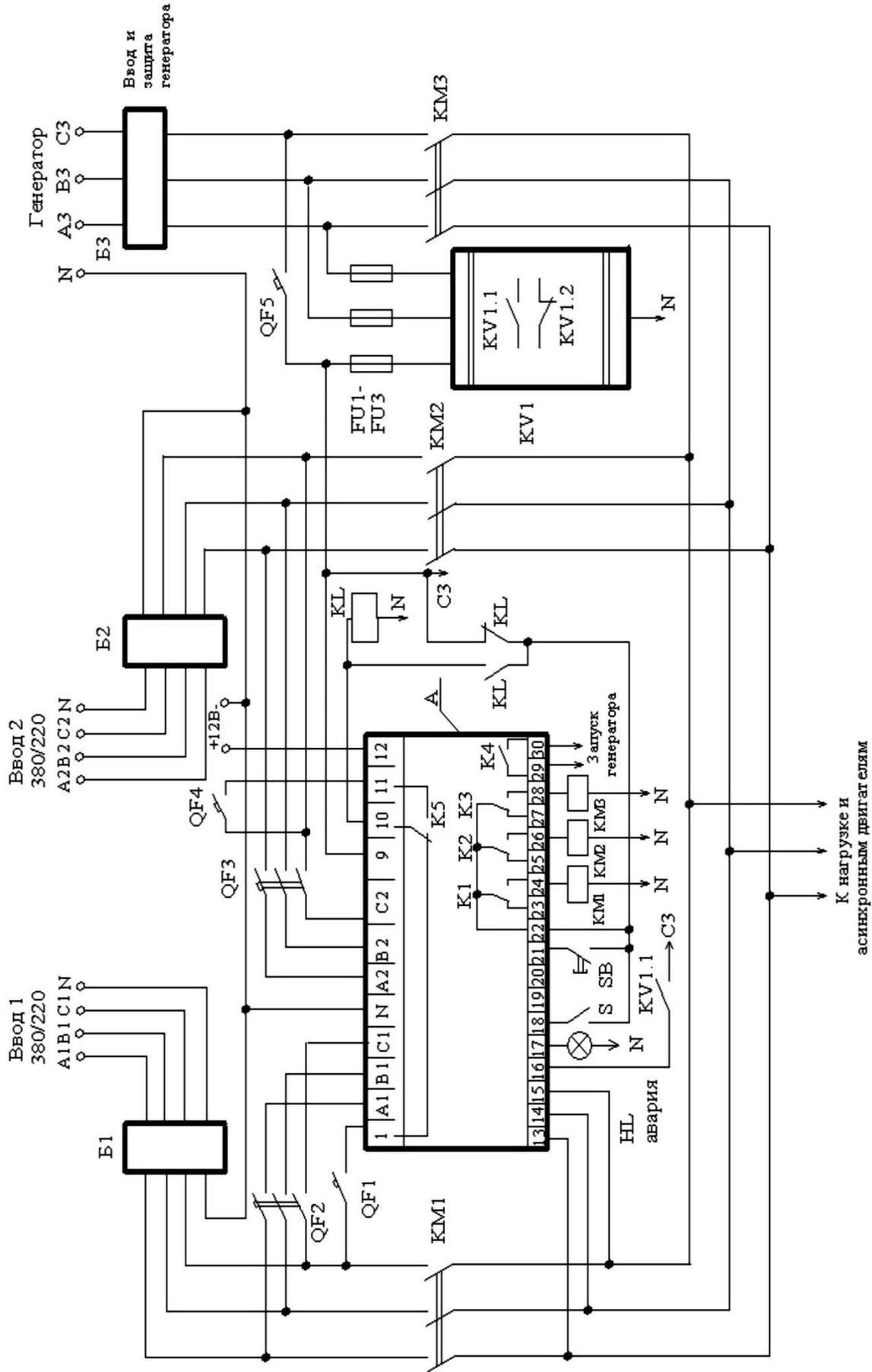


Схема электрическая принципиальная автоматического включения резервного питания на базе AVR-02

При полнофазном трехфазном питании на реле KV1 замыкается контакт KV1.1, напряжение подается на контакты 16, 9 и 22. Далее контакт реле K3 перебрасывается, и питание подается на катушку KM3. Замыкаются силовые контакты KM3, и вся нагрузка запитывается от генератора.

Таким образом, предлагаемая схема позволяет достичь поставленной цели.

Использование устройства управления AVR-02 значительно повышает надежность системы электроснабжения объектов сельского хозяйства.

### **Выводы**

1. Усовершенствованная схема включения резервного питания электропривода на базе устройства AVR-02 более эффективна, чем аппараты, выполняющие переключение с помощью контакторов, так как:

- уменьшается количество механических контактов;
- отпадает необходимость в механической блокировке;
- создается более широкий диапазон управления параметрами.

2. Устройство управления AVR-02 может быть использовано для построения блоков АВР с одним или двумя резервными вводами питания при наличии важных технологических нагрузок.

С его помощью можно контролировать:

- наличие фаз;
- минимальное и максимальное напряжение;
- чередование и асимметрию фаз.

Кроме того, данное устройство формирует сигнал запуска генератора и аварии.

В AVR-02 можно осуществить пуско-наладочный режим, устройство может работать от внешнего источника питания. Работоспособность сохраняется в диапазоне от 24 до 450 В.

3. В блоках АВР с использованием устройства AVR-02 переключение на резервное питание происходит автоматически в соответствии с заданным алгоритмом. При необходимости можно установить время срабатывания при переходе на резервное питание или после восстановления основного, осуществляется индикация режимов работы, при этом возможно использование блокировок исполнительных аппаратов, а также противопожарное отключение.

### Список источников

1. Кабдин Н.Е., Сторчевой В.Ф. Электропривод: учебник для вузов. Москва: МЭСХ, 2021. 284 с.
2. Кангин В.В., Козлов В.Н. Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры: учебное пособие. Москва: Бином (Лаборатория знаний), 2010. 418 с.
3. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. и др. Управление качеством электроэнергии. Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. 347 с.
4. Кисаримов Р.А. Справочник электрика. Москва: РадиоСофт, 2007. 319 с.
5. Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р. и др. Электропривод и электрооборудование: учебник. Москва: Колос, 2008. 328 с.
6. Мазуха Н.А., Мазуха А.П. Поддержание работы двигателя при обрыве фазы питающей сети // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 32–33.
7. Мазуха Н.А. Схемы защиты электроприводов // Сельский механизатор. 2012. № 12. С. 26–27.
8. Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера. Ставрополь: АГРУС, 2009. 100 с.
9. Оськин С.В., Моргун С.М., Богатырев Н.И. Автоматизированный электропривод: учебное пособие. Краснодар: ОАО «Кубанское полиграфическое издание», 2014. 212 с.
10. Сердешников А.П., Протосовицкий И.В. Пуск двигателя при выпадении фазы // Сельский механизатор. 2005. № 5. С. 35.
11. Bollen M.H.J. Understanding power quality problems. Voltage Sags and Interruptions. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2000. 551 p.

### References

1. Kabdin N.E., Storchevoj V.F. Electric drive: textbook for universities. Moscow: Mechanization and Electrification of Agriculture Publishers; 2021. 284 p. (In Russ.).
2. Kangin V.V., Kozlov V.N. Hardware and software management systems. Industrial networks and controllers: textbook. Moscow: Binom (Laboratory of Knowledge) Publishers; 2010. 418 p. (In Russ.).
3. Kartashev I.I., Tulsy V.N., Shamonov R.G. et al. Electricity quality management. Moscow: Moscow Power Engineering Institute Publishers; 2017. 347 p. (In Russ.).
4. Kisarimov R.A. Electrician Reference Book. Moscow: RadioSoft Publishers; 2007. 319 p. (In Russ.).
5. Kolomiets A.P., Kondratieva N.P., Vladykin I.R. et al. Electric drive and electrical equipment: textbook. Moscow: Kolos Publishers; 2008. 328 p. (In Russ.).
6. Mazukha N.A., Mazukha A.P. Maintenance of engine operation in case of phase failure of the supply network. *Selskiy Mechanizator*. 2017;8:32-33. (In Russ.).
7. Mazukha N.A. Protection schemes for electric drives. *Selskiy Mechanizator*. 2012;12:26-27. (In Russ.).
8. Minaev I.G., Samoylenko V.V. Programmable logic controllers: practical guide to novice engineer. Stavropol: AGRUS Publishers; 2009. 100 p. (In Russ.).
9. Oskin S.V., Morgun S.M., Bogatyrev N.I. Automated electric drive. Krasnodar: Kuban Polygraphic Edition Publishers; 2014. 212 p. (In Russ.).
10. Serdeshnikov A.P., Protosovitsky I.V. Engine start in case of phase loss. *Selskiy Mechanizator*. 2005;5:35. (In Russ.).
11. Bollen M.H.J. Understanding power quality problems. Voltage Sags and Interruptions. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2000. 551 p.

### Информация об авторах

Н.А. Мазуха – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», nat052005@yandex.ru.

Д.Н. Афоничев – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», dmafonichev@yandex.ru.

### Information about the authors

N.A. Mazukha, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, nat052005@yandex.ru.

D.N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, dmafonichev@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 21.02.2025; одобрена после рецензирования 24.03.2025; принята к публикации 28.03.2025.

The article was submitted 21.02.2025; approved after reviewing 24.03.2025; accepted for publication 28.03.2025.

© Мазуха Н.А., Афоничев Д.Н., 2025

4.3.2. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И  
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА  
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 332.12:338.4  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_107

EDN: NLZCUJ

**Математическое моделирование различных способов  
включения однофазных асинхронных двигателей в сеть**

**Дмитрий Александрович Тонн<sup>1</sup>, Александр Константинович Муконин<sup>2</sup>,  
Виктор Александрович Трубецкой<sup>3</sup>, Наталья Викторовна Прибылова<sup>4</sup>,  
Анастасия Валентиновна Кононенко<sup>5</sup>**

<sup>1, 2, 3, 5</sup> Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

<sup>4</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> tonnda@yandex.ru

**Аннотация.** Анализ систем электроснабжения в сельской местности показывает, что в производственных зданиях и других объектах часто единственным источником электрической энергии является однофазная сеть переменного синусоидального тока, в связи с этим широкое применение находят однофазные асинхронные электроприводы (ОАД), которые составляют техническую основу механизации и автоматизации. Наибольшее распространение из всех типов ОАД получили конденсаторные (КАД) за счет ряда своих положительных свойств (просты конструктивно и, следовательно, более надежны при эксплуатации, имеют большую полезную мощность, меньшие габариты, коэффициент мощности, близкий к единице, и более высокий КПД). Предлагаемые к применению ОАД позволяют повысить эффективность производственных процессов. В настоящее время используется достаточно большое число схем включения ОАД в однофазную сеть, которые продолжают совершенствоваться. Так как в технической литературе практически отсутствуют публикации, посвященные математическому моделированию различных схем включения КАД, нами была поставлена задача разработать математические модели различных схем их включения. При решении данной задачи было установлено, что наличие периодических коэффициентов в дифференциальных уравнениях модели приводит к громоздким уравнениям, что существенно усложняет расчеты, поэтому возникает необходимость их преобразования с целью получения системы с постоянными коэффициентами. Показано, что в такой системе уравнений необходимо записывать их в ортогональной системе координат, неподвижной относительно статора. Предложена математическая модель КАД, включенного в однофазную цепь синусоидального тока по классической схеме в системе координат  $\alpha, \beta$ , на базе которой были получены работоспособные математические модели различных схем включения ОАД в однофазную сеть, что позволяет выбрать оптимальную схему включения и ее фазосдвигающие элементы для конкретного режима работы.

**Ключевые слова:** однофазный асинхронный двигатель (ОАД), схема включения, математическая модель, фазосдвигающий элемент, уравнение электромагнитного момента

**Для цитирования:** Тонн Д.А., Муконин А.К., Трубецкой В.А., Прибылова Н.В., Кононенко А.В. Математическое моделирование различных способов включения однофазных асинхронных двигателей в сеть // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 107–119. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_107-119](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_107-119).

4.3.2. ELECTROTECHNICS, ELECTRICAL EQUIPMENT AND ELECTRICAL  
POWER SUPPLY FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Mathematical modeling of various ways of single-phase  
ac induction motors switching in the network**

**Dmitriy A. Tonn<sup>1</sup>, Aleksandr K. Mukonin<sup>2</sup>, Viktor A. Trubetskoy<sup>3</sup>,  
Natalia V. Pribylova<sup>4</sup>, Anastasia V. Kononenko<sup>5</sup>**

<sup>1, 2, 3, 5</sup> Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>4</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> tonnda@yandex.ru

**Abstract.** An analysis of power supply systems in rural areas shows that in industrial buildings and other facilities, often the only source of electrical energy is a single-phase alternating sinusoidal current network, and therefore single-phase ac induction motors (SPACIM) are widely used, which form the technical basis of mechanization and automation. The most widespread of all types of the SPACIMs are capacitor-start induction motor (CM) due to a number of their positive properties (they are structurally simple and, therefore, more reliable in operation, have a higher useful power, smaller dimensions, higher degree of efficiency, their power factor is close to unity). The SPACIMs offered for use make it possible to increase the efficiency of production processes. Currently, a fairly large number of schemes for the SPACIM switching on in a single-phase network are used, the schemes for switching on which continue to be improved. There are practically no publications in the technical literature devoted to the mathematical modeling of various CM switching schemes, and therefore the task was to set to develop mathematical models of various schemes for their switching. When solving this problem, it was found that the presence of periodic coefficients in the differential equations of the model leads to cumbersome equations, which significantly complicates the calculation, and therefore it becomes necessary to transform them in order to obtain a system with constant coefficients. It is shown that in such a system of equations it is necessary to mark down them in an orthogonal coordinate system fixed relative to the stator. A mathematical model of a CM connected to a single-phase sinusoidal current circuit according to a classical scheme in a  $\alpha, \beta$  coordinate system is proposed, on the basis of which workable mathematical models of various circuits for the SPACIM switching in a single-phase network were obtained, which makes it possible to select the optimal circuit and its phase-shifting elements for each specific operating mode.

**Keywords:** single-phase ac induction motor (SPACIM), switching circuit, mathematical model, phase-shifting element, electromagnetic moment equation

**For citation:** Tonn D.A., Mukonin A.K., Trubetskoy V.A., Pribylova N.V., Kononenko A.V. Mathematical modeling of various ways of single-phase ac induction motors switching in the network. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):107-119. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_107-119](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_107-119).

Как известно, все производственные процессы в сельском хозяйстве базируются на применении электроприводов. Во всех отраслях сельского хозяйства и во всех вспомогательных, обслуживающих, ремонтных, перерабатывающих и подсобных производствах активно внедряется автоматизация, в том числе с применением электрических приводов.

Особенно массово автоматизированные электрические приводы используют при организации стационарных процессов производства в подотраслях животноводства, в частности в системах водоснабжения, вентиляции, отопления, подготовки и раздачи различных видов кормов и др. Также автоматизированные электроприводы применяют в агрегатах для сортировки, сушки и очистки зерновых и бобовых культур, для переработки и при хранении различных корнеплодов и плодоовощной продукции, в системах обеспечения микроклимата помещений теплиц или оранжерей, в составе различных машин и механизмов для обработки почвы, в системах полива и подкормки растений и др.

В жилых, производственных и административных зданиях и других объектах в сельской местности часто единственным источником электрической энергии является однофазная сеть переменного синусоидального тока, поэтому широкое применение находит однофазный электропривод с асинхронными двигателями относительно небольшой мощности – от нескольких десятков ватт до 10–15 кВт [3]. Согласно статистическим данным, в среднем около 90% потребителей частного сектора и более 40% потребителей коммерческого сектора в сельской местности не имеют трехфазного источника электрической энергии.

Однофазный ток в существующих реалиях с точки зрения экономического обоснования принимаемых инженерных решений является простейшим способом распределения электроэнергии как в городских конгломерациях, так и в сельской местности, а особенно в небольших фермерских хозяйствах и производствах, имеющих различную специализацию. Электрификация и автоматизация фермерского производства способствуют повышению эффективности производственных процессов, что,

в свою очередь, вызывает необходимость увеличения количества мощных автоматизированных электроприводов и электрических инструментов, использующих однофазные асинхронные электродвигатели.

В настоящее время практически повсеместно используют однофазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, что обусловлено целым рядом их технических преимуществ по сравнению, например, с двигателями постоянного тока: высокой надежностью, ремонтпригодностью и производительностью, простотой в эксплуатации, низкой стоимостью и небольшими габаритами.

Однофазные асинхронные двигатели (ОАД) служат для преобразования электрической энергии в механическую. Самыми распространенными силовыми однофазными двигателями малой мощности являются асинхронные двигатели, которые находят широкое применение в сельском хозяйстве, где требуется дешевый нерегулируемый электропривод, питаемый от однофазной сети переменного тока. Выпуск таких двигателей достигает миллионных значений в год. В масштабах государства большие объемы выпуска приводят к значительным затратам материалов и энергетических ресурсов, поэтому значительное внимание всегда уделялось исследованиям, направленным на уменьшение затрат при производстве и эксплуатации таких электрических машин. В последние годы в России и в странах Азии, Северной Африки и Латинской Америки значительно возросла потребность сельхозпроизводителей в однофазных асинхронных двигателях несколько большей мощности, чем ранее было принято [3].

Существует большое разнообразие конструкций однофазных асинхронных двигателей, имеющих распределенную обмотку статора и короткозамкнутый ротор, при этом следует отметить, что ОАД с фазным ротором не выпускаются. Сконструированы и явнополюсные ОАД, обладающие сосредоточенной обмоткой статора, но такие машины имеют меньшие КПД, пусковой и максимальный моменты, чем двигатели с распределенной статорной обмоткой.

В ОАД с одной статорной обмоткой не возникает пусковой момент, так как магнитное поле, создаваемое обмоткой статора, пульсирует и не вращается. Однако пусковой момент отсутствует только в случае неподвижного ротора. Если ротор привести во вращение любым способом, то он продолжит вращение под действием вращающегося магнитного потока обмотки статора.

Для получения вращающегося магнитного поля статора нужно иметь минимум два магнитных потока, сдвинутых друг относительно друга как во времени, так и в пространстве. Для пуска на статоре ОАД обычно располагают две обмотки: главную, или рабочую, и вспомогательную, или пусковую. Эти обмотки смещают в пространстве, как правило, на угол в 90 электрических градусов. В цепь пусковой обмоткой включают разнообразные фазосдвигающие элементы, которые создают сдвиг во времени между токами пусковой и рабочей обмоток. В простейшем случае роль фазосдвигающего элемента выполняет активное сопротивление  $R$  или емкость  $C$ , намного реже индуктивность  $L$ , которые позволяют создать вращающееся эллиптическое или круговое магнитное поле статора. Энергетически выгодное круговое вращающееся магнитное поле в ОАД проще всего получить при включении в цепь пусковой обмотки конденсатора или при совместном использовании активного сопротивления и емкости [7]. Замечательным свойством конденсатора как фазосдвигающего элемента выступает то, что он обеспечивает заданный вращающий момент при минимальном токе, потребляемом ОАД.

Если в двигателе будет создано круговое или близкое к круговому вращающееся магнитное поле, то его основные характеристики стремятся к характеристикам трехфазного асинхронного двигателя тех же массогабаритных показателей. Но получить круговое вращающееся магнитное поле можно только при конкретных значениях емкости конденсатора, частоте вращения, напряжении и определенном числе витков обмоток статора, поэтому решение этой технической задачи часто является возможным, так как это связано с целым рядом технических причин, например с дискретностью ряда стандартных выпускаемых емкостей конденсаторов [9].

Асинхронные двигатели, в которых вспомогательная обмотка с конденсатором остается включенной и в рабочем режиме, называются конденсаторными (КАД). КАД обладают хорошими рабочими характеристиками, но при этом имеют относительно небольшой пусковой момент, поэтому они применяются при легких условиях пуска.

Наибольшее распространение из всех типов ОАД получили КАД за счет ряда своих положительных свойств: КАД просты конструктивно и, следовательно, более надежны при эксплуатации; эти двигатели имеют большую полезную мощность, меньшие габариты, коэффициент мощности, близкий к единице, и более высокий КПД, чем другие типы ОАД.

Возможны различные схемные варианты пуска конденсаторных асинхронных двигателей.

1. Пусковая обмотка включается только на время пуска, а затем при достижении ротором частоты вращения, равной примерно 75% от номинальной, отключается. В нормальном режиме двигатель работает только с рабочей обмоткой. Отключение пусковой обмотки производится с помощью центробежного выключателя, реле времени, токового реле или вручную. При таком способе включения КАД возникают значительные пусковые моменты:  $M_{\text{эпуск}} = (2,0-2,5)M_{\text{эмн}}$ . Варианты схем включения КАД представлены на рисунке 1, а и б.

2. Пусковая обмотка КАД включена в сеть постоянно. В качестве фазосдвигающего элемента используется рабочая емкость  $C_p$ , которая также выполняет роль и пусковой. Величину емкости  $C_p$  рассчитывают из условия получения кругового вращающегося магнитного поля в номинальном режиме работы или близком к нему. В этом случае включения КАД возникают небольшие пусковые моменты:  $M_{\text{эпуск}} = (0,3-0,6)M_{\text{эмн}}$ . Схема включения такого КАД показана на рисунке 1, в.

3. С целью повышения величины пускового момента можно использовать две емкости, для этого параллельно  $C_p$  включают емкость  $C_{\text{п}}$ , называемую пусковой. Величину пусковой емкости рассчитывают из условия получения кругового вращающегося магнитного поля при пуске двигателя. После завершения процесса пуска пусковую емкость отключают, и КАД продолжает работать только с рабочим конденсатором. В этом случае включения КАД возникают значительные пусковые моменты:  $M_{\text{эпуск}} = (2,0-2,2)M_{\text{эмн}}$ . Схема включения такого КАД изображена на рисунке 1, г.

Изучено и используется большое число схем включения КАД в однофазную сеть переменного тока, но несмотря на это обстоятельство, схемы включения КАД продолжают совершенствоваться, появляются все новые и новые технические решения, так как разработка и создание схем остается актуальной задачей [10].

В конденсаторных асинхронных двигателях широкое применение находит и автоматическое регулирование фазосдвигающих сопротивлений [7], а также использование нелинейных конденсаторов, насыщающихся трансформаторов.

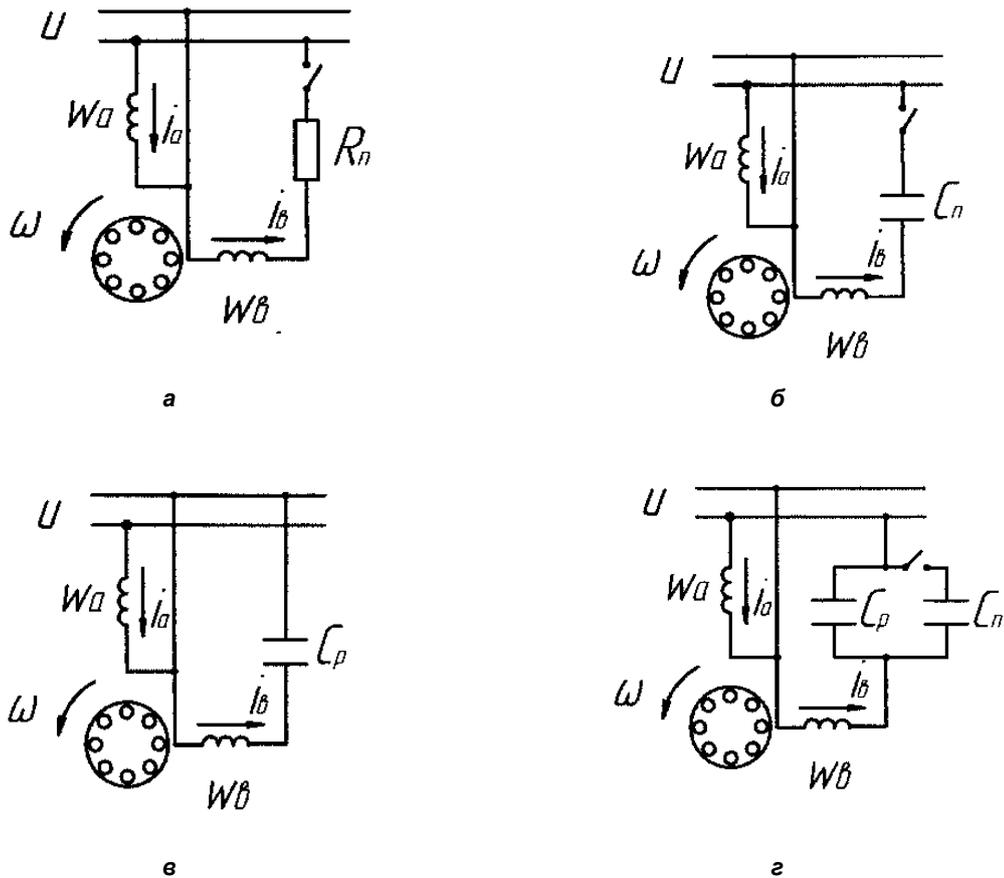


Рис. 1. Варианты схем включения КАД

В современной технической литературе математические модели различных схем включения конденсаторных асинхронных двигателей практически не встречаются, за исключением моделей наиболее распространенной схемы включения, поэтому в данной работе была поставлена задача разработать математические модели различных схем включения КАД и провести их сравнительный анализ. При этом в качестве фазосдвигающих элементов будем применять только емкости и активные сопротивления.

Математическое моделирование – это описание различных физических процессов, протекающих в электрической машине, например с помощью системы дифференциальных уравнений. Для моделирования ОАД нужно определить функциональную связь всех величин в различных режимах работы машины. Система дифференциальных уравнений, описывающая поведение ОАД, включает в себя уравнения равновесия напряжений обмоток и уравнение движения ротора [2, 4, 10].

При составлении уравнений равновесия напряжения сначала целесообразно использовать фазовую (естественную) систему координатных осей, где  $a$  и  $b$  – оси фаз обмотки статора,  $d$  и  $q$  – оси эквивалентных роторных обмоток [5]. Дифференциальные уравнения ОАД в такой системе координат нелинейные и содержат периодические коэффициенты, что существенно затрудняет решение системы, но его можно значительно упростить, если записать уравнения в ортогональной системе координат  $\alpha$ ,  $\beta$ , неподвижной относительно статора.

С целью снижения объема вычислений и ускорения практических расчетов систему дифференциальных уравнений ОАД в естественной (фазовой) системе координат нужно преобразовать в систему с постоянными коэффициентами. Чтобы избавиться от

периодических коэффициентов, в уравнениях обычно применяют метод преобразования координат, то есть используют линейные преобразования уравнений. Преобразование координат позволяет упростить уравнения и получить постоянные коэффициенты перед переменными, но не уменьшает число уравнений [1, 4, 5].

Схема включения КАД с двумя фазными обмотками статора, которые соединены параллельно, и рабочим конденсатором во вспомогательной обмотке наиболее распространена и достаточно изучена (приведена на рисунке 1, в). При дальнейшем изложении будем называть ее классической схемой включения КАД.

Математическую модель КАД, включенного в однофазную цепь синусоидального тока по классической схеме в системе координат  $\alpha, \beta$ , составляют система уравнений (1) и уравнение электромагнитного момента (2):

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\Psi_a}{d\tau} &= u_a \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \Psi_{\alpha\alpha} - x_{\alpha} \Psi_a}{x_m^2 - x_{\alpha} x_a} \right), \\ \frac{d\Psi_B}{d\tau} &= u_B \sin(\tau + \varphi_0) - u_k - r_B \left( \frac{x_m \Psi_{\beta\beta} - x_{\beta} \Psi_B}{x_m^2 - x_{\beta} x_B} \right), \\ \frac{d\Psi_{\alpha\alpha}}{d\tau} &= \Psi_{\beta\beta} \omega - r_{\alpha} \left( \frac{x_m \Psi_a - x_a \Psi_{\alpha\alpha}}{x_m^2 - x_{\alpha} x_a} \right), \\ \frac{d\Psi_{\beta\beta}}{d\tau} &= -\Psi_{\alpha\alpha} \omega - r_{\beta} \left( \frac{x_m \Psi_B - x_B \Psi_{\beta\beta}}{x_m^2 - x_{\beta} x_B} \right), \\ \frac{d\omega}{d\tau} &= \frac{1}{H} (M_{эм} - M_c), \\ \frac{du_c}{d\tau} &= x_c \left( \frac{x_m \Psi_{\beta\beta} - x_{\beta} \Psi_B}{x_m^2 - x_{\beta} x_B} \right), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} M_{эм} &= (x_m^2 \Psi_B \Psi_{\alpha\alpha} - x_B x_m \Psi_{\beta\beta} \Psi_{\alpha\alpha} + x_B x_{\alpha} \Psi_{\beta\beta} \Psi_a - x_m^2 \Psi_{\beta\beta} \Psi_a + \\ &+ x_a x_m \Psi_{\beta\beta} \Psi_{\alpha\alpha} - x_a x_{\beta} \Psi_{\beta\beta} \Psi_{\alpha\alpha}) x_m / ((x_m^2 - x_B x_{\alpha})(x_m^2 - x_a x_{\beta})). \end{aligned} \quad (2)$$

Далее рассмотрим схему включения КАД с двухфазными параллельно соединенными обмотками, где роль фазосдвигающего элемента, включенного в цепь вспомогательной обмотки, выполняет не рабочий конденсатор, а активное сопротивление  $R_p$  (рис. 2).

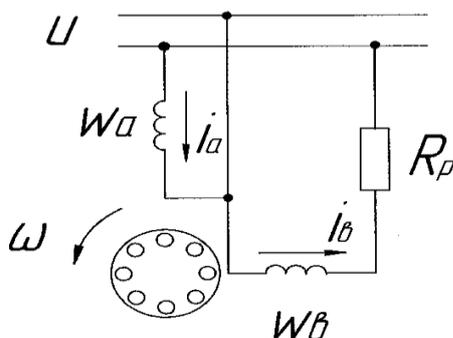


Рис. 2. Схема включения КАД с двухфазными параллельно соединенными обмотками и фазосдвигающим активным сопротивлением  $R_p$

Система дифференциальных уравнений КАД для схемы включения в системе координат  $\alpha, \beta$ , показанной на рисунке 2, записанная через потокосцепления обмоток статора и ротора и полученная на основе системы (1), после упрощения принимает следующий вид (3). В данном случае электромагнитный момент определяется по уравнению (2).

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_a}{d\tau} &= u_a \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \psi_{\varepsilon\alpha} - x_3 \psi_a}{x_m^2 - x_3 x_a} \right), \\ \frac{d\psi_B}{d\tau} &= u_B \sin(\tau + \varphi_0) - (r_B + R_p) \left( \frac{x_m \psi_{\varepsilon\beta} - x_3 \psi_B}{x_m^2 - x_3 x_B} \right), \\ \frac{d\psi_{\varepsilon\alpha}}{d\tau} &= \psi_{\varepsilon\beta} \omega - r_3 \left( \frac{x_m \psi_a - x_a \psi_{\varepsilon\alpha}}{x_m^2 - x_3 x_a} \right), \\ \frac{d\psi_{\varepsilon\beta}}{d\tau} &= -\psi_{\varepsilon\alpha} \omega - r_3 \left( \frac{x_m \psi_B - x_B \psi_{\varepsilon\beta}}{x_m^2 - x_3 x_B} \right), \quad \frac{d\omega}{d\tau} = \frac{1}{H} (M_{\text{эм}} - M_c). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Чтобы получить круговое магнитное поле при любой скорости вращения, академик В.С. Кулебакин обосновал ряд схем включения КАД, которые отличаются от классической схемы тем, что обмотка вспомогательной фазы шунтируется либо активным сопротивлением, либо емкостью [6]. Схемы включения КАД, предложенные В.С. Кулебакиным, приведены на рисунке 3.

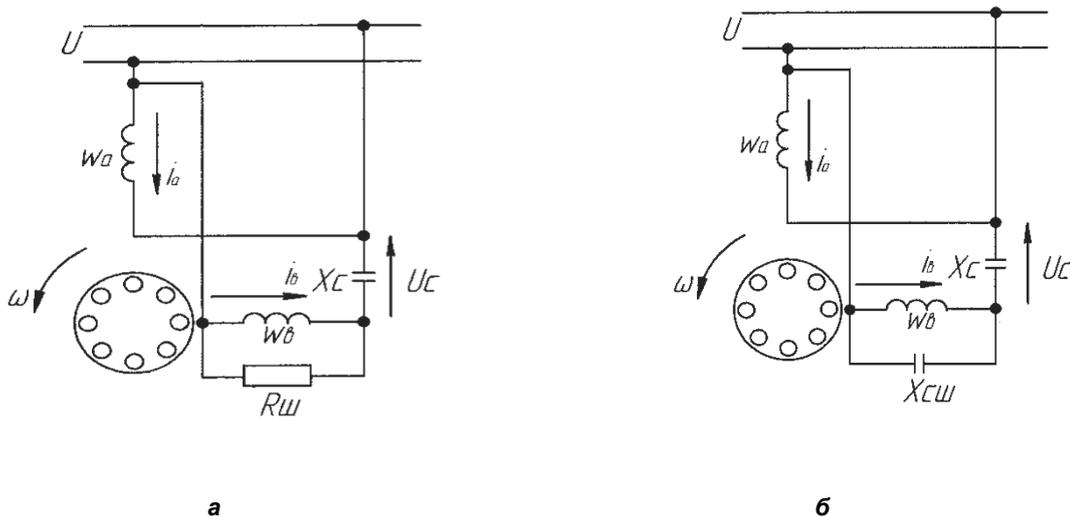


Рис. 3. Схемы включения КАД В.С. Кулебакина

В современной технической литературе не приводятся математические модели КАД, включаемых по схемам Кулебакина [9]. Математическая модель КАД, включаемого по схеме Кулебакина в системе координат  $\alpha, \beta$  при шунтировании обмотки вспомогательной фазы активным сопротивлением  $R_{ш}$  (рис. 3, а), записанная через потокосцепления обмоток, после упрощения принимает следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\Psi_a}{d\tau} &= u_a \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \quad \frac{d\Psi_B}{d\tau} = u_B \sin(\tau + \varphi_0) - u_c - r_B \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \\ \frac{d\Psi_{\varepsilon\alpha}}{d\tau} &= \Psi_{\varepsilon\beta} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_a - x_a \Psi_{\varepsilon\alpha}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\ \frac{d\Psi_{\varepsilon\beta}}{d\tau} &= -\Psi_{\varepsilon\alpha} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_B - x_B \Psi_{\varepsilon\beta}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \quad \frac{d\omega}{d\tau} = \frac{1}{H} (M_{\varepsilon m} - M_c), \\ \frac{du_c}{d\tau} &= x_c \left[ \left( 1 + \frac{r_B}{R_{ш}} \right) \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) + \frac{u_B \cos(\tau + \varphi_0) - u_c - r_B \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right)}{R_{ш}} \right]. \end{aligned} \right\} (4)$$

Если же в качестве шунта используется конденсатор с емкостным сопротивлением  $x_{сш}$  (рис. 3, б), то уравнения такой схемы в системе координат  $\alpha, \beta$ , записанные через потокосцепления обмоток, полученные на основе системы (1), принимают вид (5).

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\Psi_a}{d\tau} &= u_a \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\ \frac{d\Psi_B}{d\tau} &= u_B \sin(\tau + \varphi_0) - u_c - r_B \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \\ \frac{d\Psi_{\varepsilon\alpha}}{d\tau} &= \Psi_{\varepsilon\beta} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_a - x_a \Psi_{\varepsilon\alpha}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\ \frac{d\Psi_{\varepsilon\beta}}{d\tau} &= -\Psi_{\varepsilon\alpha} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_B - x_B \Psi_{\varepsilon\beta}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \quad \frac{d\omega}{d\tau} = \frac{1}{H} (M_{\varepsilon m} - M_c), \\ \frac{du_c}{d\tau} &= x_c \left[ \frac{u_{сш}}{x_{сш}} + \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) \right], \\ \frac{du_{сш}}{d\tau} &= u_B \sin(\tau + \varphi_0) - u_c. \end{aligned} \right\} (5)$$

Следует отметить, что в системах уравнений (4) и (5) электромагнитный момент определяется по формуле (2).

Применение регулируемых емкостей в схемах, разработанных академиком В.С. Кулебакиным, позволяет обеспечить уравновешенный режим при любых соотношениях параметров, режимах и скоростях вращения двигателя. При этом мощность КАД может достигать 94% мощности трехфазного двигателя того же габарита [8, 11].

В КАД обмотки статора можно включать и последовательно, при таком способе соединения обмоток вспомогательная фаза шунтируется фазосдвигающим сопротивлением (активным или емкостным) (рис. 4).

Запишем систему дифференциальных уравнений КАД для схемы включения в системе координат  $\alpha, \beta$ , в которой обмотки статора соединены последовательно и одна из фаз шунтируется активным сопротивлением (рис. 4, а), через потокосцепления обмоток в нормальном виде. Эта система также выводится на основе системы уравнений (1) и после упрощения принимает вид (6).

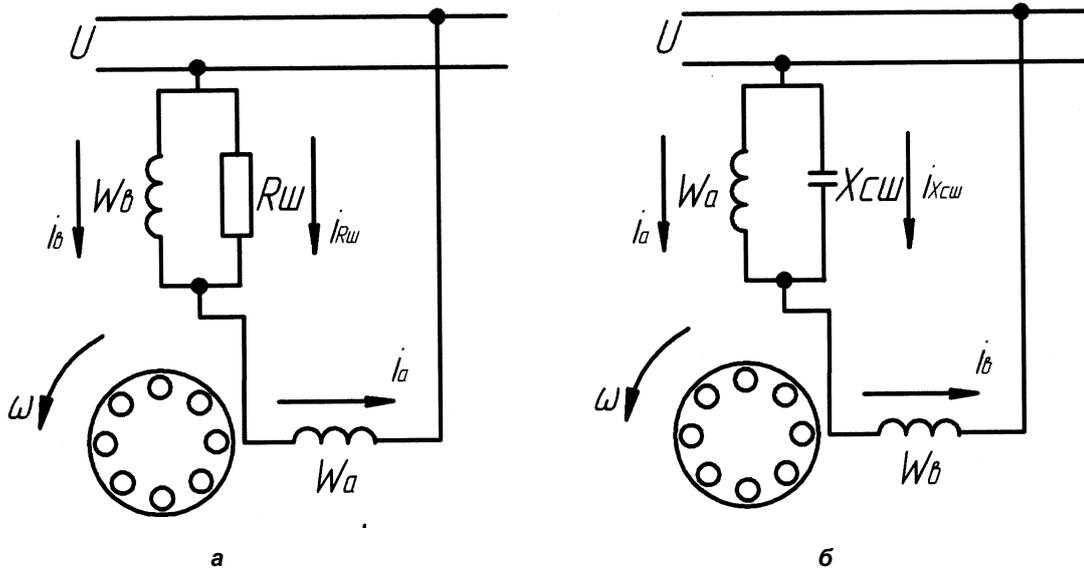


Рис. 4. Схемы включения КАД с двухфазными последовательно соединенными обмотками статора

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d\psi_a}{d\tau} &= u \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \psi_{\alpha\alpha} - x_{\alpha} \psi_a}{x_m^2 - x_{\alpha} x_a} \right) - \\
 &- R_{ш} \left[ \left( \frac{x_m \psi_{\alpha\alpha} - x_{\alpha} \psi_a}{x_m^2 - x_{\alpha} x_a} \right) - \left( \frac{x_m \psi_{\beta\beta} - x_{\beta} \psi_B}{x_m^2 - x_{\beta} x_B} \right) \right], \\
 \frac{d\psi_B}{d\tau} &= u \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \psi_{\alpha\alpha} - x_{\alpha} \psi_a}{x_m^2 - x_{\alpha} x_a} \right) - \\
 &- r_B \left( \frac{x_m \psi_{\beta\beta} - x_{\beta} \psi_B}{x_m^2 - x_{\beta} x_B} \right) - \frac{d\psi_a}{d\tau}, \\
 \frac{d\psi_{\alpha\alpha}}{d\tau} &= \psi_{\beta\beta} \omega - r_{\alpha} \left( \frac{x_m \psi_a - x_a \psi_{\alpha\alpha}}{x_m^2 - x_{\alpha} x_a} \right), \\
 \frac{d\psi_{\beta\beta}}{d\tau} &= -\psi_{\alpha\alpha} \omega - r_{\beta} \left( \frac{x_m \psi_B - x_B \psi_{\beta\beta}}{x_m^2 - x_{\beta} x_B} \right), \\
 \frac{d\omega}{d\tau} &= \frac{1}{H} (M_{эм} - M_c).
 \end{aligned} \right\} (6)$$

Если же в схеме включения, в которой обмотки статора соединены последовательно, в качестве шунта одной из фаз используется конденсатор с емкостным сопротивлением  $x_{сш}$  (рис. 4, б), то система уравнений такой схемы включения КАД в системе координат  $\alpha, \beta$ , записанная через потокосцепления обмоток, полученная на основе системы (1), после упрощения принимает следующий вид:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d\psi_a}{d\tau} &= u_{\text{сш}} - r_a \left( \frac{x_m \psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\
 \frac{d\psi_B}{d\tau} &= u \sin(\tau + \varphi_0) - u_{\text{сш}} - r_B \left( \frac{x_m \psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \\
 \frac{d\psi_{\varepsilon\alpha}}{d\tau} &= \psi_{\varepsilon\beta} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \psi_a - x_a \psi_{\varepsilon\alpha}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\
 \frac{d\psi_{\varepsilon\beta}}{d\tau} &= -\psi_{\varepsilon\alpha} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \psi_B - x_B \psi_{\varepsilon\beta}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \\
 \frac{d\omega}{d\tau} &= \frac{1}{H} (M_{\varepsilon\text{м}} - M_c), \\
 \frac{du_{\text{сш}}}{d\tau} &= x_{\text{сш}} \left[ \left( \frac{x_m \psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) - \left( \frac{x_m \psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) \right].
 \end{aligned} \right\} (7)$$

Для получения уравновешенного режима при любых скоростях вращения и соотношениях параметров схемы замещения в КАД с последовательно соединенными обмотками статора, где главная фаза шунтируется конденсатором с емкостным сопротивлением  $x_{\text{сш}}$ , можно применять дополнительное шунтирование вспомогательной фазы активным (рис. 5, а) или емкостным (рис. 5, б) сопротивлениями.

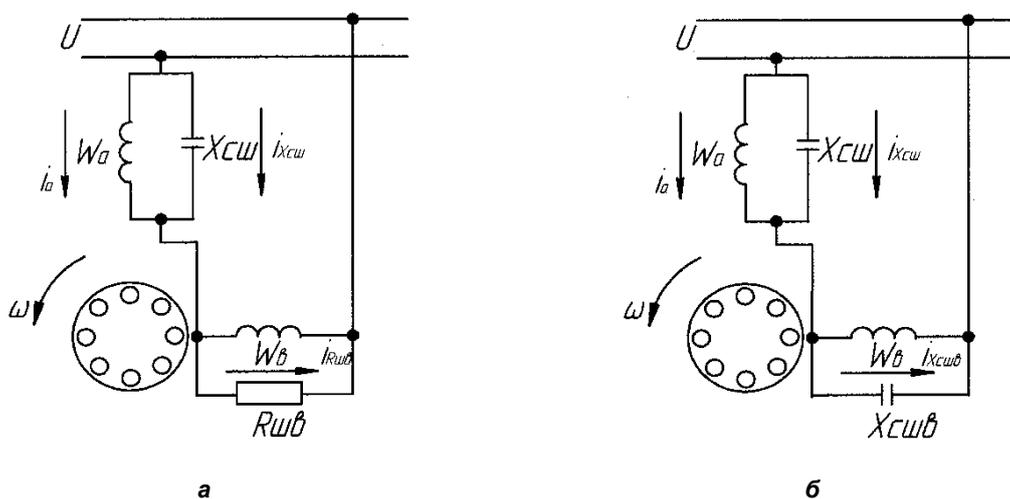


Рис. 5. Схема включения КАД с двухфазными последовательно соединенными обмотками и шунтами в обеих фазах

Запишем систему дифференциальных уравнений КАД для схемы включения в системе координат  $\alpha, \beta$ , в которой обмотки статора соединены последовательно, при этом главная фаза шунтируется конденсатором с емкостным сопротивлением  $x_{\text{сш}}$ , а вспомогательная – активным сопротивлением (рис. 5, а), через потокосцепления обмоток статора и ротора в нормальном виде. Эта система выводится на основе системы уравнений (1) и после упрощения принимает следующий вид:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d\Psi_a}{d\tau} &= u \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) - \\
 &- R_{\text{шВ}} \left[ u \sin(\tau + \varphi_0) + x_{\text{сш}} \left[ \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) - \right. \right. \\
 &\left. \left. - \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) \right] / R_{\text{шВ}} + x_{\text{сш}} \right], \\
 \frac{d\Psi_B}{d\tau} &= u_B \sin(\tau + \varphi_0) - u_{\text{сш}} - r_B \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \\
 \frac{d\Psi_{\varepsilon\alpha}}{d\tau} &= \Psi_{\varepsilon\beta} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_a - x_a \Psi_{\varepsilon\alpha}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\
 \frac{d\Psi_{\varepsilon\beta}}{d\tau} &= -\Psi_{\varepsilon\alpha} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_B - x_B \Psi_{\varepsilon\beta}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \\
 \frac{d\omega}{d\tau} &= \frac{1}{H} (M_{\varepsilon\text{М}} - M_c), \\
 \frac{du_{\text{сш}}}{d\tau} &= x_{\text{сш}} \frac{u \sin(\tau + \varphi_0) - R_{\text{шВ}} \left[ \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) - \right. \\
 &\left. - \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) \right]}{R_{\text{шВ}} + x_{\text{сш}}}.
 \end{aligned} \right\} (8)$$

Если же в схеме включения, описанной выше, в качестве шунта вспомогательной фазы используется конденсатор с емкостным сопротивлением  $x_{\text{сшВ}}$  (рис. 5, б), то уравнения такой схемы включения КАД в системе координат  $\alpha, \beta$ , записанные через потокосцепления обмоток, полученные на основе системы (1), принимают вид (9).

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d\Psi_a}{d\tau} &= u \sin(\tau + \varphi_0) - r_a \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) - u_{\text{сшВ}}, \\
 \frac{d\Psi_B}{d\tau} &= u_B \sin(\tau + \varphi_0) - r_B \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) - u_{\text{сш}}, \\
 \frac{d\Psi_{\varepsilon\alpha}}{d\tau} &= \Psi_{\varepsilon\beta} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_a - x_a \Psi_{\varepsilon\alpha}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right), \\
 \frac{d\Psi_{\varepsilon\beta}}{d\tau} &= -\Psi_{\varepsilon\alpha} \omega - r_\varepsilon \left( \frac{x_m \Psi_B - x_B \Psi_{\varepsilon\beta}}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right), \quad \frac{d\omega}{d\tau} = \frac{1}{H} (M_{\varepsilon\text{М}} - M_c), \\
 \frac{du_{\text{сш}}}{d\tau} &= x_{\text{сш}} (u \sin(\tau + \varphi_0) - x_{\text{сшВ}} \left[ \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) - \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) \right]) / (x_{\text{сш}} + x_{\text{сшВ}}), \\
 \frac{du_{\text{сшВ}}}{d\tau} &= x_{\text{сшВ}} (u \sin(\tau + \varphi_0) + x_{\text{сш}} \left[ \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\alpha} - x_\varepsilon \Psi_a}{x_m^2 - x_\varepsilon x_a} \right) - \left( \frac{x_m \Psi_{\varepsilon\beta} - x_\varepsilon \Psi_B}{x_m^2 - x_\varepsilon x_B} \right) \right]) / (x_{\text{сш}} + x_{\text{сшВ}}).
 \end{aligned} \right\} (9)$$

## Выводы

1. Установлено, что наличие периодических коэффициентов в дифференциальных уравнениях математической модели приводит к громоздким уравнениям, что существенно усложняет расчет. В связи с этим возникает необходимость их преобразования с целью получения системы уравнений с постоянными коэффициентами.

2. Показано, что для получения системы уравнений с постоянными коэффициентами необходимо записать уравнения системы в ортогональной системе координат, неподвижной относительно статора, то есть в системе координат  $\alpha, \beta$ .

3. Разработана математическая модель конденсаторного асинхронного двигателя, включенного в однофазную цепь синусоидального тока по классической схеме в системе координат  $\alpha, \beta$ .

4. На базе математической модели в системе координат  $\alpha, \beta$  и классической схемы включения конденсаторного асинхронного двигателя получены работоспособные математические модели различных схем включения однофазных асинхронных электроприводов в однофазную сеть, что позволяет выбрать оптимальную схему включения и ее фазосдвигающие элементы для конкретного режима работы.

## Список источников

1. Арешян Г.Л. О корректной записи уравнений «обобщенной» двухфазной электрической машины в осях // Электричество. 1991. № 6. С. 43–47.
2. Беспалов В.Я., Мощинский Ю.А., Петров А.П. Математическая модель асинхронного двигателя в обобщенной ортогональной системе координат // Электричество. 2002. № 8. С. 33–39.
3. Иванов А.В., Меренков Д.А., Семенчуков Г.А. и др. Асинхронные конденсаторные двигатели повышенной мощности // Электротехника. 2002. № 8. С. 14–22.
4. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 2001. 327 с.
5. Копылов И.П., Фильц Р.В., Яворский Я.Я. Об уравнениях асинхронной машины в различных системах координат // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 1986. № 3. С. 22–33.
6. Кулебакин В.С. Об устранении асимметрии намагничивающих сил в конденсаторных асинхронных двигателях // Электричество. 1956. № 7. С. 15–18.
7. Мощинский Ю.А., Петров А.П. Оптимизация динамических режимов работы асинхронного конденсаторного двигателя с регулируемой емкостью // Электричество. 2000. № 8. С. 55–58.
8. Рудницкий Л.М., Стрипуновский У.М., Кныш С.Ю. и др. Выбор параметров фазосдвигающей RC-цепи в двухфазных асинхронных конденсаторных электродвигателях // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 1987. № 9. С. 65–69.
9. Тонн Д.А. Переходные и установившиеся режимы несимметричных асинхронных машин: монография. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. 157 с.
10. Тонн Д.А. Уравнения несимметричных асинхронных двигателей, включаемых в однофазную сеть // Современные технологии в науке и образовании. СТНО-2017: сборник трудов международной научно-технической и научно-методической конференции: в 8 т. (Рязань, 01–03 марта 2017 г.). Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2017. Т. 4. С. 128–132.
11. Усманходжаев Н.М. Методы регулирования скорости однофазных конденсаторных асинхронных двигателей. Москва: Энергия, 1980. 120 с.

**References**

1. Areshyan G.L. On the correct recording of the equations of a "generalized" two-phase electric machine in axes. *Elektrichestvo*. 1991;6:43-47. (In Russ.).
2. Bespalov V.Ya., Moshchinsky Yu.A., Petrov A.P. Mathematical model of an asynchronous motor in a generalized orthogonal coordinate system. *Elektrichestvo*. 2002;8:33-39. (In Russ.).
3. Ivanov A.V., Merenkov D.A., Semenchukov G.A. Asynchronous high-power capacitor motors. *Russian Electrical Engineering*. 2002;8:14-22. (In Russ.).
4. Kopylov I.P. Mathematical modeling of electric machines: textbook for universities. 3<sup>rd</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: Vysshaya shkola Publishers; 2001. 327 p. (In Russ.).
5. Kopylov I.P., Filts R. V., Yavorsky Ya.Ya. On the equations of an asynchronous machine in various coordinate systems. *Russian Electromechanics*. 1986;3:22-33. (In Russ.).
6. Kulebakin V.S. On elimination of asymmetry of magnetizing forces in capacitor asynchronous motors. *Elektrichestvo*. 1956;7:15-18. (In Russ.).
7. Moshchinsky Yu.A., Petrov A.P. Optimization of dynamic operating modes of an asynchronous capacitor motor with adjustable capacity. *Elektrichestvo*. 2000;8:55-58. (In Russ.).
8. Rudnitsky L.M., Stripunovsky U.M., Knysh S.Yu. et al. Selection of parameters of a phase-shifting resistor-capacitor circuit in two-phase asynchronous capacitor electric motor. *Russian Electromechanics*. 1987;9:65-69. (In Russ.).
9. Tonn D.A. Transient and steady-state modes of asymmetric asynchronous machines: monograph. Voronezh: Voronezh State Technical University Publishers; 2011. 157 p. (In Russ.).
10. Tonn D.A. Equations of asymmetric asynchronous motors connected to a single-phase network. In: Modern Technologies in Science and Education. MTSE-2017: Proceedings of International Research & Technical and Research & Methodological Conference: in 8 vols. (Ryazan, March 01-03, 2017). Ryazan: Ryazan State Radio Engineering University Publishers. 2017;4:128-132. (In Russ.).
11. Usmankhodzhaev N.M. Methods of speed control of single-phase capacitor asynchronous motors. Moscow: Energiya Publishers; 1980. 120 p. (In Russ.).

**Информация об авторах**

Д.А. Тонн – кандидат технических наук, доцент кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», tonnda@yandex.ru.

А.К. Муконин – кандидат технических наук, доцент кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», mukonin\_ak@mail.ru.

В.А. Трубецкой – кандидат технических наук, доцент кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», viktortrubetskoi@yandex.ru.

Н.В. Прибылова – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматике ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», n.pribylova@mail.ru.

А.В. Кононенко – кандидат технических наук, доцент кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», anastkononenko@yandex.ru.

**Information about the authors**

D.A. Tonn, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electric Drive, Automation and Control in Engineering Systems, Voronezh State Technical University, tonnda@yandex.ru.

A.K. Mukonin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electric Drive, Automation and Control in Engineering Systems, Voronezh State Technical University, mukonin\_ak@mail.ru.

V.A. Trubetskoy, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electric Drive, Automation and Control in Engineering Systems, Voronezh State Technical University, viktortrubetskoi@yandex.ru.

N.V. Pribylova, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, n.pribylova@mail.ru.

A.V. Kononenko, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electric Drive, Automation and Control in Engineering Systems, Voronezh State Technical University, anastkononenko@yandex.ru.

**Статья поступила в редакцию 20.01.2025; одобрена после рецензирования 25.03.2025; принята к публикации 26.03.2025.**

**The article was submitted 20.01.2025; approved after reviewing 25.03.2025; accepted for publication 26.03.2025.**

© Тонн Д.А., Муконин А.К., Трубецкой В.А., Прибылова Н.В., Кононенко А.В., 2025

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.1; 338.49

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_120

EDN: NNISSL

#### Особенности сельской пространственной трансформации

Ирина Николаевна Меренкова<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района – филиал ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В.В. Докучаева», Воронеж, Россия

<sup>1</sup> upr-nii@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Происходящие пространственные трансформации в России в большей степени проявляются в сельском пространстве, нарушая его целостность и углубляя процессы неоднородности и несбалансированности сельских территорий (СТ). Усиление тенденций сжатия и поляризации пространства в основном касаются населения, сельского хозяйства, землепользования и инфраструктуры, создавая принципиально новые условия развития сельских территорий и измененную пространственную конфигурацию сельской местности. Наряду с этим происходит усиление неравномерности в системе «центр – периферия», что проявляется в укреплении городов как центров социально-экономической жизни, а за городскими центрами продолжается процесс «затухания» экономической и культурной жизни. В этой связи возрастает актуальность выявления особенностей сельской пространственной трансформации для управления СТ как пространственными образованиями. В процессе исследования доказано, что сельскому экономическому пространству свойственны процессы расширения или сжатия («сжатие-сближение» и «сжатие-стягивание»). Процессы «хозяйственного сжатия», более характерные для сельской местности, рассмотрены через основные шесть моделей, каждая из которых характеризует специфику пространственно-экономических изменений в экономике сельского пространства. Обосновано, что пространственная трансформация СТ оказывает существенное влияние и на преобразование экономических интересов (удовлетворение материальных и духовных потребностей сельян). В данном ключе разработана концептуальная модель, раскрывающая взаимосвязь трансформации пространства СТ и экономических интересов населения, отражающая совокупность классифицирующих, комплементарных и конституирующих признаков. Реализация модели позволит устранить диспропорции в территориальном воспроизводстве и пространственной организации сельских территорий, а также управлять процессами трансформации интересов сельских жителей за счет учета особенностей преобразования сельского пространства.

**Ключевые слова:** пространство, сельские территории, трансформация пространства, «сжатие» сельского пространства, модели, экономические интересы

**Для цитирования:** Меренкова И.Н. Особенности сельской пространственной трансформации // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 120–128. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_120-128](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_120-128).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Features of rural spatial transformation

Irina N. Merenkova<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region – Branch of Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> upr-nii@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The spatial transformations taking place in Russia are especially evident in rural space, violating its integrity and deepening the processes of heterogeneity and imbalance of rural territories. The increasing trends of compression and polarization of space mainly concern the population, agriculture, land use and infrastructure, creating fundamentally new conditions for the development of rural areas and changing the spatial configuration of rural areas. Along with this, there is an increase in unevenness in the center-periphery system, manifested in the strengthening of cities as centers of socio-economic life, and the process of “extinguishing” of economic and cultural life is still ongoing beyond the bounds of urban centers. In this regard, the relevance of determining the features of spatial transformation of rural territories for the management of rural territories as spatial entities is increasing. In the course of investigation, it was proved that the processes of expansion or compression

("compression-convergence" and "compression-contraction") are characteristic of the rural economic space. The processes of "economic compression", more typical for rural areas, were investigated using six main models, each of which characterizes the specifics of spatial and economic changes in the economy of rural space. It is proved that the spatial transformation of rural areas has a significant impact on the transformation of economic interests (satisfaction of the material and spiritual needs of rural residents). Along these lines, a conceptual model was developed that reveals the relationship between the transformation of rural areas and the economic interests of the population, reflecting a set of classifying, complementary and constitutive features. The implementation of the model will eliminate imbalances in the territorial reproduction and spatial organization of rural areas, as well as manage the processes of transformation of the interests of rural residents, taking into account the peculiarities of the transformation of rural space.

**Key words:** space, rural territories, transformation of space, "compression" of rural space, models, economic interests

**For citation:** Merenkova I.N. Features of rural spatial transformation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):120-128. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_120-128](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_120-128).

**В** условиях недостаточной экономической плотности и инфраструктурной связанности пространства России процесс стихийной самоорганизации экономики под действием центростремительных сил привел к стягиванию экономической активности и населения в наиболее благоприятные для жизни и жизнедеятельности территории. В то же время проявляющиеся тенденции трансформации сельского пространства, обусловленные его сжатием и обезлюдением в неблагоприятных геополитических условиях, создают угрозу не только самим сельским территориям, но и национальной безопасности страны.

Специфика современных трансформационных процессов в пространстве сельских территорий демонстрирует остроту социальных последствий и их противоречивость: повышение уровня безработицы, усиление миграционных потоков, появление новых видов деловой и рабочей миграции, ориентация на новые ценности трудоспособного экономически активного населения, сокращение трудового потенциала сельской периферии за пределами агломераций, поляризация пространства и человеческого капитала, деформация опорного каркаса территории, изменение возрастного состава и воспроизводства населения.

Для решения обозначенных выше проблем необходимо не только раскрыть сущность пространственных трансформаций, но и определить особенности их проявления в сельской местности, которые приводят к возникновению негативных тенденций. В данном ключе, опираясь на научные представления и знания о процессах трансформации социально-экономических систем, можно сделать вывод, что существующие в настоящее время модели трансформационных состояний, научные подходы и принципы в основном базируются на теориях, сменяющихся в процессе эволюции одна другой, что влияет на интенсивность, последовательность и результативность преобразований всей системы с особыми для нее технологическими изменениями. Теории (переходной экономики, трансформаций капитализма, экономических трансформаций, патоэкономики, циклов, кризисов и катастроф), описывающие происходящие незначительные или революционные преобразования, связаны с переходом к качественно новому этапу развития социально-экономической системы [5].

Раскрывая сущность категории «пространственная трансформация», с одной стороны, подчеркнем многогранность ее толкования в трудах ученых-экономистов [2, 4, 11, 12], а с другой – отметим, что большинство авторов в своих разработках делают упор на национальный или региональный уровни. В то же время вопросы трансформации сельских территорий, которые являются сложноорганизованным и многофункциональным элементом экономического пространства регионов, в исследованиях ученых пока недостаточно проработаны, поэтому сначала остановимся на сельской специфике пространственного аспекта для лучшего понимания сельской трансформации.

Для сельского экономического пространства характерны процессы расширения или процессы сжатия (сужения), в связи с чем выделяют два его вида: «сжатие-сближение» и «сжатие-стягивание» [1, 8, 9, 13]. Сжатие-сближение (коммуникационное сжатие) характеризуется ростом проницаемости, доступности и связанности пространства, в результате чего происходит сокращение времени и пути (для сельского населения и продукции их хозяйственной деятельности) за счет появления современных видов транспорта, информационных технологий и др. Сжатие-стягивание определяет «активность» пространства в процессе социально-экономических преобразований, приводящих к его поляризации (с одной стороны урбанизация, а с другой – «опустынивание»), вплоть до физического уменьшения площади заселенных и освоенных территорий, что сопровождается обезлюдением сельской местности и сокращением интенсивности ее хозяйственного использования.

Процессы «хозяйственного сжатия» экономики сельского пространства изучены через основные модели, количество которых варьируется от двух до десяти, причем каждая из них не исключает другие. На основе научных трудов ученых, рассмотренных выше, отметим Нефедову Т.Г. и ее работу «Поляризация городов и сельской местности и расширение Российской периферии», в которой выделено пять основных зон с разным характером освоения сельской территории и долей внешней и внутренней периферии, а также шесть моделей пространственно-экономического сжатия, суть которых изложена ниже [7].

Первая модель является чисто сельскохозяйственной, связана с наличием и функционированием аграрных предприятий (даже если они убыточны) как основного места работы сельских жителей и селообразующей структуры для минимального жизнеобеспечения населения и частичного оказания ему помощи в ведении личного подсобного хозяйства. Данная модель неэффективна в силу потери стабильности и устойчивости, имеет четко выраженный локальный характер и нуждается в помощи государства (в большей степени социального характера).

Вторая модель также базируется на развитии аграрной отрасли экономики в сельских поселениях, которые привлекают мигрантов и не имеют значительной депопуляции населения. Но, в отличие от первой, она более устойчива из-за развития частного сектора, который, привлекая человеческий капитал, включается во взаимосвязи с другими субъектами экономических отношений, выходя за пределы своих территорий. Аграрный бизнес за счет реосвоения части заброшенных земель расширяется и, как следствие, активизируется с выходом на рынки сбыта произведенной продукции.

Третья модель ориентирована на многофункциональное развитие сельской экономики, что связано с изменением ее специализации и освоением новых видов деятельности. Экономическая активность, основанная на использовании земли и недр (сельское и лесное хозяйство, добывающая промышленность), приводит к образованию новых сфер деятельности и занятости (промышленность, строительство, лесное хозяйство, народные промыслы и ремесленное производство, туризм, заготовка и переработка дикоросов и др.). В то же время переход к диверсифицированной экономике возможен при наличии реально трудоспособного сельского населения и необходимой инфраструктурной обустроенности.

Четвертая модель больше относится к сельской местности, которая наряду с традиционной формой хозяйствования имеет культурно-историческое наследие или особо живописные природные и достопримечательных места. Из-за слабо развитой экономической деятельности необходима инвестиционная поддержка для сохранения производственного потенциала и антропогенных ландшафтов.

Для пятой модели характерно отсутствие трудоспособного населения, и в сельской местности практически проживает (доживает) сельское население преклонного возврата. Хозяйственная деятельность практически отсутствует или имеет слабовыраженный очаговый характер, взаимосвязи друг с другом основаны на реципрокности. Поэтому проживающие в практически депопулировавшей местности селяне требуют особого к себе отношения, заботы и обслуживания: автолавки с продуктами, доступная медицинская помощь, необходимый и регулярный транспорт и др.

Шестую модель можно считать «дачным» развитием, которую в настоящее время недооценивают, но которая постепенно набирает темпы. Благодаря массовой сезонной дачной субурбанизации, на селе строится или покупается жилье, создается спрос на местную агропродукцию, на услуги по ремонту и строительству домов, при этом формируется новая социальная среда, что создает определенные стимулы в депопулированных селах для местного населения.

Происходящая поляризация сельского пространства из-за длительного стягивания активной деятельности в небольшие ареалы экономической деятельности привела к расширению периферийных районов (каждый пятый селянин проживает в них), и представленные выше модели «хозяйственного сжатия» еще раз подтверждают необходимость действенной политики на федеральном и региональном уровнях при решении данной проблемы.

Обобщая вышесказанное, отметим, что сжатие пространства сельских территорий в основном касается населения (уменьшение численности и усиление концентрации; депопуляция, вызвавшая изменения в половой и особенно возрастной структуре), сельского хозяйства (смещение сельскохозяйственного производства из-за сокращения рабочих мест и стабильных доходов в более заселенные и экономически развитые сельские территории) и землепользования (исчезновение из оборота в первую очередь удаленных и малопродуктивных земель).

Все обозначенные проблемы, приводящие к сжатию пространства, связаны в меньшей степени с естественной убылью населения, а в большей – с миграцией, имеющей в последние годы интенсивный центростремительный характер, обусловленный значительной разницей в условиях труда и оплаты, стигматизацией сельскохозяйственного труда у молодежи, сложностью и ограниченностью карьерного роста, что влияет на систему расселения. Происходит увеличение количества малых и пустующих сельских населенных пунктов при небольшом росте числа крупных, что приводит к обезлюдению сел, поляризации пространства и его сжатию. Сельские жители перемещаются преимущественно в крупные сельские поселения, благополучные по совокупности условий проживания, но сеть их не велика, поэтому в условиях недостаточной транспортной доступности проявляется низкая связанность поселений.

Наряду с этим наблюдаются серьезные изменения в формировании пространственной инфраструктурной системы на селе. Одновременно с «оптимизацией» сети общеобразовательных школ и ликвидацией ФАПов, больниц, нерентабельных магазинов и различных учреждений культуры, налоговых и других структур происходит ухудшение качества и разрушение дорог, сокращение количества необходимых маршрутов, что также влияет на сжатие сельского пространства, в результате чего изменяется его форма с образованием отдельных ареалов, разобценных обширными социально-демографическими провалами [10].

Повсеместно отмечается усиление неравномерности в системе «центр-периферия» и несбалансированность развития городских и сельских территорий, которая проявляется в укреплении городов как центров социально-экономической жизни, а вторых – как пе-

риферии, где продолжается процесс «затухания» экономической и культурной жизни. Причиной такой закономерности является прежде всего сильная связь сельской местности с аграрным сектором экономики, а затем уже ослабление производственно-экономических, социальных и других взаимодействий между городом и селом.

Приблизительно с 1990-х идет процесс стягивания сельскохозяйственной деятельности к городам и снижение почти в 4 раза размеров лесозаготовок, которые сжимались к освоенной зоне. Продуктивность сельскохозяйственного производства росла в южных зерновых районах страны и пригородах при одновременном забрасывании земель или пассивном их использовании. Исходя из этого, можно сделать вывод, что, с одной стороны, происходит постепенное сжатие сельского и лесного хозяйств за счет деконцентрации производств и их исчезновения, а с другой – наблюдается трансформация посредством концентрации производства в виде крупных агропромышленных образований.

Для развития сельского хозяйства необходимы как естественные параметры (особенно плодородие почв), так и экономико-географические (транспортная доступность и территориальная близость к городу, перерабатывающие предприятия, инвестиционный потенциал, наличие рынков сбыта). Если данные потребности удовлетворяются, то происходит притяжение сельскохозяйственного производства к городам (несмотря на дорожающую пригородную землю). Увеличение концентрации сельского хозяйства вокруг городов и их пригородов приводит к сокращению посевных площадей в периферийных территориях и усилению их деградации, хотя пригородное агропроизводство более интенсифицировано и его продуктивность в разы выше, чем на периферии.

Трансформация пространства сельских территорий повлияла и на сельскохозяйственное землепользование, которое также характеризуется сжатием, что больше всего проявляется на периферии, где наряду с сокращением численности сельского населения одновременно увеличивается и площадь необрабатываемых сельскохозяйственных угодий. Несмотря на оказываемую в дореформенный период государством достаточно серьезную поддержку агропромышленного комплекса и особенно малоэффективного сельского хозяйства (инвестиции, мелиорация, минеральные удобрения и др.), сельские территории потеряли значительное количество сельского населения. Так, с 1960 по 1990 г. на фоне снижения практически вдвое численности проживающего в сельской местности населения, размеры посевных площадей практически остались на уровне советского варианта организации хозяйствования. Советский вариант организации хозяйствования в сельской местности практически оказался недееспособным, и частные хозяйства уже не возникали в таком количестве из-за истощения трудового потенциала в результате длительной депопуляции.

Однако период с 1990 по 2010 г. ознаменовался изменением соотношения динамики численности сельского населения и посевных площадей (исключение из оборота земель опережали снижение сельского населения). После 2010 г. в результате структурной перестройки аграрного сектора экономики и после длительного сжатия сельскохозяйственного землепользования к пригородам областных или крупных районных центров началось частичное возвращение земель в оборот, только в обратном направлении – не от староосвоенных очагов с более благоприятными природными предпосылками, а к этим очагам. Интересная закономерность при сжатии землепользования касается пригородно-периферийных различий. Если наибольшее выбытие земель из оборота характерно для удаленных районов, то в отличие от плотности населения современное распределение посевной площади и ее доля в сельских территориях на муниципальном уровне имеет более сглаженный характер в системе «центр-периферия».

К сожалению, огромная протяженность России со значительным количеством сельских муниципальных образований и запутанная земельная статистика не дают полной возможности понять конкретное изменение использования земель и расселения населения. Более достоверную картину дают данные дистанционного зондирования на основе дешифрирования космических снимков, подтверждающие фактическое расхождение со статистическими данными - завышение площади пашни и естественных кормовых угодий и занижение площади лесных угодий, которые увеличиваются в последние десятилетия из-за зарастания древесной растительностью заброшенных сельскохозяйственных земель, что подтверждают и другие исследования [6].

Следует отметить, что происходящие в настоящее время изменения в мировой системе хозяйствования, а также в экономике сельских территорий оказывают существенное влияние и на процессы трансформации системы экономических интересов, вследствие чего наблюдаются содержательные изменения экономических потребностей населения (эффективность их удовлетворения) и экономических функций основных субъектов системы интересов.

Воздействие мировых процессов на объективные социально-экономические факторы системы экономических интересов России, с одной стороны, усиливает действующие, а с другой – создает новые противоречия системы интересов, что выражается в следующих основных направлениях:

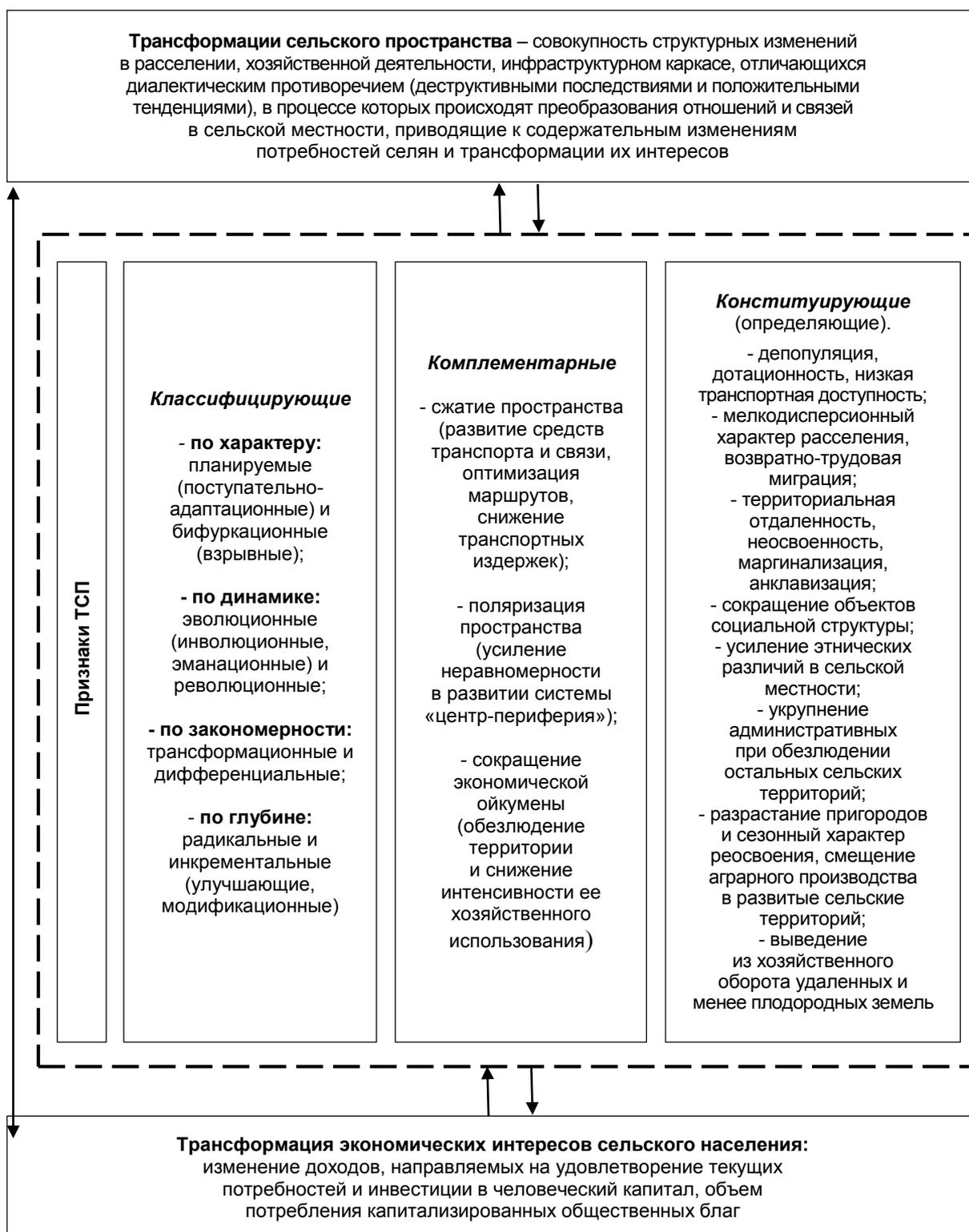
- трансформация личных экономических интересов за счет изменения экономических потребностей населения и роста производительных сил;
- трансформация экономических ролей и функций субъектов системы экономических интересов.

Первое направление связано с переходом к такому новому социально-экономическому явлению, как общество потребления, где материальные потребности сельского населения ставятся во «главу угла» (потребление количественно превосходит необходимый уровень потребностей), а нематериальные потребности (нравственные, духовные и др.) практически не имеют никакого значения и зачастую отрицаются. Другими словами, трансформация личных интересов и их иррациональность, где основным направлением развития становятся материальные блага, довлеющие над людьми, приводит к дисфункции, проявляющейся в том, что социально-экономические интересы в результате их реализации сводятся практически к индивидуальным интересам, вследствие чего постепенно преобразовывается и вся система интересов.

Второе направление отражает процесс изменения (перераспределение) ролей (экономическое поведение носителя интереса по отношению к системе) и функций (экономическая деятельность носителя интереса системы). В данном случае акцент сделан на институализацию отношений собственности и социально-экономических отношений. «Носителями частного экономического интереса становятся различного рода институты (коллективные, государственные, общественные), а также и структуры типа ассоциаций» [3].

Принимая во внимание вышеизложенное, под сельской пространственной трансформацией следует понимать многоплановый процесс, охватывающий не только структурные сдвиги в расселении, экономике, социальной среде, но и трансформацию экономических интересов за счет изменения материальных и духовных потребностей селян.

На основании данного определения и с учетом сущностной интерпретации трансформации пространства сельских территорий нами представлена концептуальная модель трансформации сельского пространства (ТСП), обусловленная как спецификой сельских пространственных преобразований, так и трансформацией интересов сельского населения (см. рис.).



**Концептуальная модель трансформации сельского пространства (ТСП)**

Источник: составлено автором.

Предлагаемая модель построена на понимании особенностей трансформации сельского пространства как совокупности структурных изменений в расселении, хозяйственной деятельности, инфраструктурном каркасе, отличающихся диалектическим противоречием (деструктивными последствиями и положительными тенденциями), в процессе которых происходят преобразования отношений и связей в сельской местности, приводящие к содержательным изменениям потребностей селян и трансформации их интересов.

Концептуальная модель по своему содержанию отражает системные аспекты трансформации пространства сельских территорий через основные признаки: классифицирующие (характер, динамика, закономерности и глубина трансформационных процессов), комплементарные (имплозия пространства, поляризация пространства, сокращение экономической ойкумены) и конституирующие (депопуляция, дотационность, низкая транспортная доступность; мелкодисперсионный характер расселения, возвратно-трудовая сельская миграция; территориальная отдаленность, неосвоенность, маргинализация, анклавизация; сокращение объектов социальной структуры; усиление этнических различий в сельской местности; укрупнение административных единиц при обезлюдении остальных СТ; разрастание пригородов и сезонный характер реосвоения; смещение аграрного производства в развитые СТ; выведение из хозяйственного оборота удаленных и менее плодородных земель).

Реализация представленной модели позволит устранить диспропорции в территориальном воспроизводстве и пространственной организации сельских территорий, а также управлять процессами трансформации интересов сельских жителей за счет учета особенностей преобразования сельского пространства.

Для минимизации негативных последствий и увеличения положительных эффектов в процессе сельских пространственных трансформаций необходимы разработка стратегий и программ, обеспечивающих осуществление государственной политики в области сельского развития с учетом особенностей территорий; программы развития сельского экономического пространства и выравнивания условий жизнедеятельности на отдельных территориях; разработка и реализация различных проектов, в том числе и инфраструктурных по повышению связности экономического пространства и доступности общественных благ; реализация мероприятий по совершенствованию организации сельских территорий на основе формирования сельских агломераций и опорных населенных пунктов. Перечисленные направления позволят обеспечить желаемый ход трансформации и эффективное управление социально-экономическими преобразованиями, ориентируемые на достижение стратегических целей развития сельских территорий, в том числе и улучшение качества жизни сельского населения.

---

**Список источников**

1. Безруков Л.А. Сжатие пространства: мифы и реальность // Сжатие социально-экономического пространства: новое в теории регионального развития и практике его государственного регулирования: материалы XXVII ежегодной сессии экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества (МАРС). Москва: Эслан, 2010. Т. 27. С. 32–48.
2. Большой экономический словарь; под ред. А.Н. Азрилияна. Москва: Институт новой экономики, 2010. 1475 с.
3. Булганина С.Н. Природа и структура экономических субъектов: монография. Оренбург: ГОУ ВПО Оренбургский ГУ, 2003. 340 с.
4. Зойдов К.Х. Экономическая эволюция и эволюционная экономика. Москва: ИПР РАН, 2003. 156 с.
5. Ивлева Г. Трансформация экономической системы: обзор концепций и контуры общей теории // Общество и экономика. 2003. № 10. С. 3–40.
6. Медведев А.А., Тельнова Н.О., Кудиков А.В. Дистанционный высокодетальный мониторинг динамики зарастания заброшенных сельскохозяйственных земель лесной растительностью // Вопросы лесной науки. 2019. Т. 2, № 3. С. 1–12. DOI: 10.31509/2658-607X-2019-2-3-1-12.
7. Нефедова Т.Г. Поляризация городов и сельской местности и расширение Российской периферии // Региональное развитие и региональная политика России в переходный период: коллективная монография. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. С. 280–299.
8. Нефедова Т.Г. Сжатие внегородского освоенного пространства России – реальность, а не иллюзия // Сжатие социально-экономического пространства: новое в теории регионального развития и практике его государственного регулирования: материалы XXVII ежегодной сессии экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества (МАРС). Москва: Эслан, 2010. Т. 27. С. 128–145.
9. Нефедова Т.Г., Тревиш А.И. Поляризация и сжатие освоенных пространств в центре России: тренды, проблемы, возможные решения // Демографическое обозрение. 2020. Т. 7, № 2. С. 31–53. DOI: 10.17323/demreview.v7i2.11138.

10. Новикова И.И. Пространственная асимметрия в инфраструктурной обеспеченности неурбанизированных территорий Российской Федерации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 9. С. 57–63. DOI: 10.31442/0235-2494-2023-0-9-57-63.
11. Платонова Е. Экономические системы и их трансформация // Мировая экономика и международные отношения. 1998. № 7. С. 30–40. DOI: 10.20542/0131-2227-1998-7-30-40.
12. Суспицын С.А. Развитие методов измерения пространственных трансформаций экономики // Регион: экономика и социология. 2007. № 4. С. 3–18.
13. Трейвиш А.И. «Сжатие» пространства: трактовки и модели // Сжатие социально-экономического пространства: новое в теории регионального развития и практике его государственного регулирования: материалы XXVII ежегодной сессии экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества (МАРС). Москва: Эслан, 2010. Т. 27. С. 16–31.

#### References

1. Bezrukov L.A. Compression of space: myths and reality. In: Compression of Socio-Economic Space: New in the Theory of Regional Development and Practice of its State Regulation: Proceedings of the XXVII Annual Session of the Economic and Geographical Section of the International Academy of Regional Development and Cooperation. Moscow: Eslan Publishers. 2010;27:32-48 (In Russ.).
2. Great Economic Dictionary; edited by A.N. Azriliyan. Moscow: Institute of New Economics; 2010. 1475 p. (In Russ.).
3. Bulganina S.N. The nature and structure of economic entities: monograph. Orenburg: Orenburg State University Publishers; 2003. 340 p. (In Russ.).
4. Zoidov K.Kh. Economical evolution and evolutionary economics. Moscow: Market Economy Institute RAS Publishers; 2003. 156 p. (In Russ.).
5. Ivleva G. Transformation of economic system: Concepts' review and the outlines of general theory. *Society and Economy*. 2003;10:3-40. (In Russ.).
6. Medvedev A.A., Telnova N.O., Kudikov A.V. Highly detailed remote sensing monitoring of the dynamics of the overgrowth on abandoned agricultural lands. *Forest Science Issues*. 2019;2(3):1-12. DOI: 10.31509/2658-607X-2019-2-3-1-12 (In Russ.).
7. Nefedova T.G. Polarization of cities and rural areas and expansion of the Russian periphery. In: Regional Development and Regional Policy of Russia in the Transition Period: collective monograph. Moscow: Bauman Moscow State Technical University Publishers;2011:280-299. (In Russ.).
8. Nefedova T.G. Shrinkage of the non-urban developed space of Russia is a reality, not an illusion. In: Compression of Socio-Economic Space: New in the Theory of Regional Development and Practice of its State Regulation: Proceedings of the XXVII Annual Session of the Economic and Geographical Section of the International Academy of Regional Development and Cooperation. Moscow: Eslan Publishers. 2010;27:128-145. (In Russ.).
9. Nefyodova T.G., Treyvish A.I. Polarization and shrinkage of active space in the core of Russia: trends, problems and possible solutions. *Demographic Review*. 2020;7(2):31-53. DOI: 10.17323/demreview.v7i2.11138. (In Russ.).
10. Novikova I.I. Spatial asymmetry in infrastructure security of non-urbanized territories of the Russian Federation. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2023;9:57-63. DOI: 10.31442/0235-2494-2023-0-9-57-63. (In Russ.).
11. Platonova E. Economic systems and their transformation. *World Economy and International Relations*. 1998;7:30-40. DOI: 10.20542/0131-2227-1998-7-30-40. (In Russ.).
12. Suspitsyn S.A. Development of methods for measuring spatial transformations of the economy. *Region: Economics and Sociology*. 2007;4:3-18. (In Russ.).
13. Trayvish A.I. "Compression" of space: interpretations and models. In: Compression of Socio-Economic Space: New in the Theory of Regional Development and Practice of its State Regulation: Proceedings of the XXVII Annual Session of the Economic and Geographical Section of the International Academy of Regional Development and Cooperation. Moscow: Eslan Publishers. 2010;27:16-31 (In Russ.).

#### Информация об авторе

И.Н. Меренкова – доктор экономических наук, профессор, зав. отделом управления АПК и сельскими территориями Научно-исследовательского института экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района – филиала ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В.В. Докучаева, upr-nii@yandex.ru.

#### Information about the author

I.N. Merenkova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Administration of the AIC and Rural Territories, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region – Branch of Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev, upr-nii@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 18.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 10.03.2025.

The article was submitted 18.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 10.03.2025.

© Меренкова И.Н., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.27

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_129

EDN: NOABRD

**Оценка структурной динамики размещения  
зернового производства в регионе**

**Ольга Вячеславовна Петрушина<sup>1</sup>, Дмитрий Иванович Жилияков<sup>2✉</sup>,  
Екатерина Александровна Панченкова<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

<sup>2</sup> zhilyakov@yandex.ru✉

**Аннотация.** В условиях меняющейся геополитической ситуации необходимо развитие производства зерна, нацеленное на гарантированное обеспечение продовольственной безопасности государства и качественное изменение хозяйственной деятельности зернопроизводителей, сопровождаемое ростом показателей эффективности. Это требует системного подхода к учету взаимосвязанных факторов, влияющих на урожайность, качество и эффективность производства зерна, среди которых одним из основных является размещение посевных площадей. Проведена оценка динамики валового сбора зерна по природно-климатическим микроразнообразиям Курской области за 2005–2022 гг. Отмечены неравные условия формирования урожайности на территории области. Выявлено, что основными факторами роста объемов производства зерна стали технологическое развитие предприятий АПК и обеспечение высокой урожайности, поскольку посевные площади в указанный период сократились на 5,8% и составили 992,4 тыс. га в 2022 г., а уровень урожайности зерновых в регионе колебался от 50,4 до 58,2 ц/га. В результате оценки структурной динамики размещения зернового производства Курской области с использованием общенаучных и специальных методов экономических исследований выявлено устойчивое смещение зернового клина с юго-западной в восточную природно-климатическую микроразнообразие наряду с изменением зональной принадлежности наиболее крупных производителей зерна. Учет агробизнесом сложившихся тенденций в размещении зернопроизводства позволит оптимизировать пространственную организацию посевных площадей, повысить эффективность производственной деятельности, а также максимизировать прибыль организаций. В масштабах государства размещение зернового производства с учетом специфических условий микроразнообразия, выделенных на основе систематизации геоэкономических и экономических факторов, направлено на достижение достаточного объема производства зерна необходимого качества при наиболее эффективном использовании ресурсного потенциала зернопроизводителей и потенциала развития территории.

**Ключевые слова:** зерно, производство, размещение, рынок, эффективность, факторы, государственное регулирование, аграрная политика

**Для цитирования:** Петрушина О.В., Жилияков Д.И., Панченкова Е.А. Оценка структурной динамики размещения зернового производства в регионе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 129–140. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_129-140](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_129-140).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Analysis of structural dynamics of the grain  
production location in the region**

**Olga V. Petrushina<sup>1</sup>, Dmitriy I. Zhilyakov<sup>2✉</sup>, Ekaterina A. Panchenkova<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

<sup>2</sup> zhilyakov@yandex.ru✉

**Abstract.** In the context of changing geopolitical situation, it is necessary to develop grain production aimed at ensuring guaranteed food security of the state and qualitative changes in the economic activities of grain producers, accompanied by an increase in efficiency indicators. This requires a systematic approach to regard interrelated factors affecting the yield, quality and efficiency of grain production, among which one of the main factors is the location of acreage. The authors evaluated dynamics of the gross grain harvest in natural and

climatic microzones of Kursk Oblast for 2005-2022; considered unequal conditions for the formation of yields in the region; defined that the main factors in the growth of grain production were technological development of agricultural enterprises, ensuring high yields, since the acreage in the specified period decreased by 5.8% and amounted to 992.4 thousand hectares in 2022, and the level of grain yield in the region ranged from 50.4 to 58.2 c/ha; as a result of an evaluation of the structural dynamics of grain production in Kursk Oblast using general scientific and special economic research methods, revealed a steady shift of the grain crop area from the Southwestern to the Eastern climatic microzone along with a change in the zonal subordination of the largest grain producers. Understanding of agribusiness trends in the location of grain production suggest the possibility of optimizing spatial organization of acreage, increasing the efficiency of production activities, and maximizing the profits of organizations. On a nationwide scale, the location of grain production, taking into account the specific conditions of microzones identified on the basis of systematization of geoclimatic and economic factors, is aimed at achieving sufficient grain production of the required quality with the most efficient use of the resource potential of grain producers and development potential of the territory.

**Keywords:** grain, production, location, market, efficiency, factors, government regulation, agricultural policy

**For citation:** Petrushina O.V., Zhilyakov D.I., Panchenkova E.A. Analysis of structural dynamics of grain production location in the region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):129-140. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_129-140](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_129-140).

**Р**азбалансировка глобального рынка продовольствия и беспрецедентное давление на российскую экономику повысили значимость обеспечения стабильной работы предприятий отечественного АПК, наращивания производства отечественной сельскохозяйственной продукции и продовольствия с акцентом на импортозамещение и расширение экспортной деятельности. В контексте достижения поставленных целей по опережающему росту аграрной экономики развитию зернового комплекса придается особое значение на государственном уровне.

В современных условиях рост производства зерна достигается расширением посевных площадей и ростом урожайности. Аналитическая оценка действия указанных факторов может определить степень влияния каждого на объемы производства зерна, проанализировать основные направления роста объемов производства и достаточно объективно оценить сложившуюся ситуацию, определяющую масштабы производства. Так как увеличение посевных площадей зерновых за счет их пространственного расширения имеет свои границы, рост урожайности рассматривается как один из ключевых факторов, оказывающих влияние на развитие зернового производства большинства округов России.

В контексте меняющейся геополитической ситуации необходимо развитие производства зерна, нацеленное на гарантированное обеспечение продовольственной безопасности государства и качественное изменение хозяйственной деятельности зернопроизводителей, сопровождаемое ростом показателей эффективности. Это требует системного подхода к учету взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов, влияющих на урожайность, качество и эффективность производства зерна, среди которых одним из основных является размещение посевных площадей.

В рамках проведенного исследования с использованием методов научной абстракции, экономико-статистического анализа и синтеза выявлена специфика Курской области, заключающаяся в наращивании масштабов производства зерна и укреплении статуса региона-зернопроизводителя на фоне стрессовой конъюнктуры мирового рынка зерна и усиления международной конфронтации; изучена практика размещения производства зерна в регионе в рамках природно-климатических микрозон; определены тенденции размещения зернового производства на перспективу.

Ретроспективная оценка показывает, что определяющими факторами роста объемов производства зерна в 2018–2022 гг. стали внедрение инноваций, технологическое развитие предприятий АПК, обеспечение высокой урожайности, поскольку посевные

площади в указанный период сократились на 5,8% и составили 992,4 тыс. га в 2022 г. Важную роль в обеспечении развития зернового производства сыграла аграрная политика и эффективная государственная поддержка, направленные на привлечение инвестиций в сельское хозяйство в целом и в зернопроизводство в частности [3, 8].

По официальным статистическим данным, валовый сбор зерновых и зернобобовых культур в России в 2022 г. составил 157,676 млн т, что на 29,9% превысило показатели 2021 г. Также отмечен прирост в производстве масличных культур и овощей. По оценкам экспертов, в 2022 г. наблюдалось превышение уровня самообеспечения страны в сравнении с заданными значениями Доктрины продовольственной безопасности, в частности в сегменте зерна.

Рассмотрим более детально вклад сельхозтоваропроизводителей Курской области в общероссийские результаты.

Разнообразие почв, значительная неоднородность распределения осадков, эрозионный рельеф и выраженная зональная концентрация речной сети определяют неравные условия формирования климатообусловленной урожайности и качественных характеристик зерна в условиях Курской области, на территории которой локализовано более 2% национальных посевных площадей зерновых и зернобобовых культур. До 2022 г. регион стабильно входил в пятерку ведущих зернопроизводителей и являлся территорией опережающего развития зернового производства: объемы производства зерна в регионе в 2018–2022 гг. выросли на 25,2%, в то время как в целом в Российской Федерации – на 15,9% и в Центральном федеральном округе – на 19,9% [5, 10].

Несмотря на изменившиеся геополитические условия, связанные усилением международной конфронтации, Курская область сохранила статус одного из ведущих зернопроизводителей: в 2023 г. валовой сбор зерновых составил 5508,8 тыс. т, что позволило занять 7-е место в РФ [5, 6, 10]. В связи с активными действиями в рамках СВО на территории региона в 2024 г. валовой сбор зерновых сократился на 4313,0 тыс. т, что ниже уровня 2023 г. на 21,7% [10].

Территория Курской области с учетом комплекса геоклиматических и экономических факторов, оказывающих влияние на развитие зернового производства, может быть разделена на следующие микрзоны:

- восточную;
- юго-западную;
- северо-западную.

Как следует из анализа статистических данных, за период с 2005 по 2022 г. наибольшие объемы валового сбора зерна получены с площадей юго-западной природно-климатической микрзоны (рис. 1).

В 2005 г. в юго-западной микрзоне было собрано 799,5 тыс. т, в восточной – 602,4 тыс. т, северо-западной – 498,4 тыс. т. В 2010 г. при сокращении общего объема производства зерна по региону с площадей юго-западной микрзоны собрано 575,7 тыс. т, северо-западной – 475,3 тыс. т, восточной – 474,8 тыс. т. В 2015 г. при сохранении значимости юго-западной микрзоны (1382,7 тыс. т) резко увеличился объем зерна, собранного с площадей восточной микрзоны (1223,7 тыс. т). К 2018 г. с площадей восточной микрзоны получали преобладающую часть валового производства зерна (1743,1 тыс. т). Преобладающая роль хозяйств восточной микрзоны в региональном производстве зерна сохранялась вплоть до 2022 г. Следовательно, можно отметить устойчивое смещение зернового клина из юго-западной в восточную природно-климатическую микрзону.



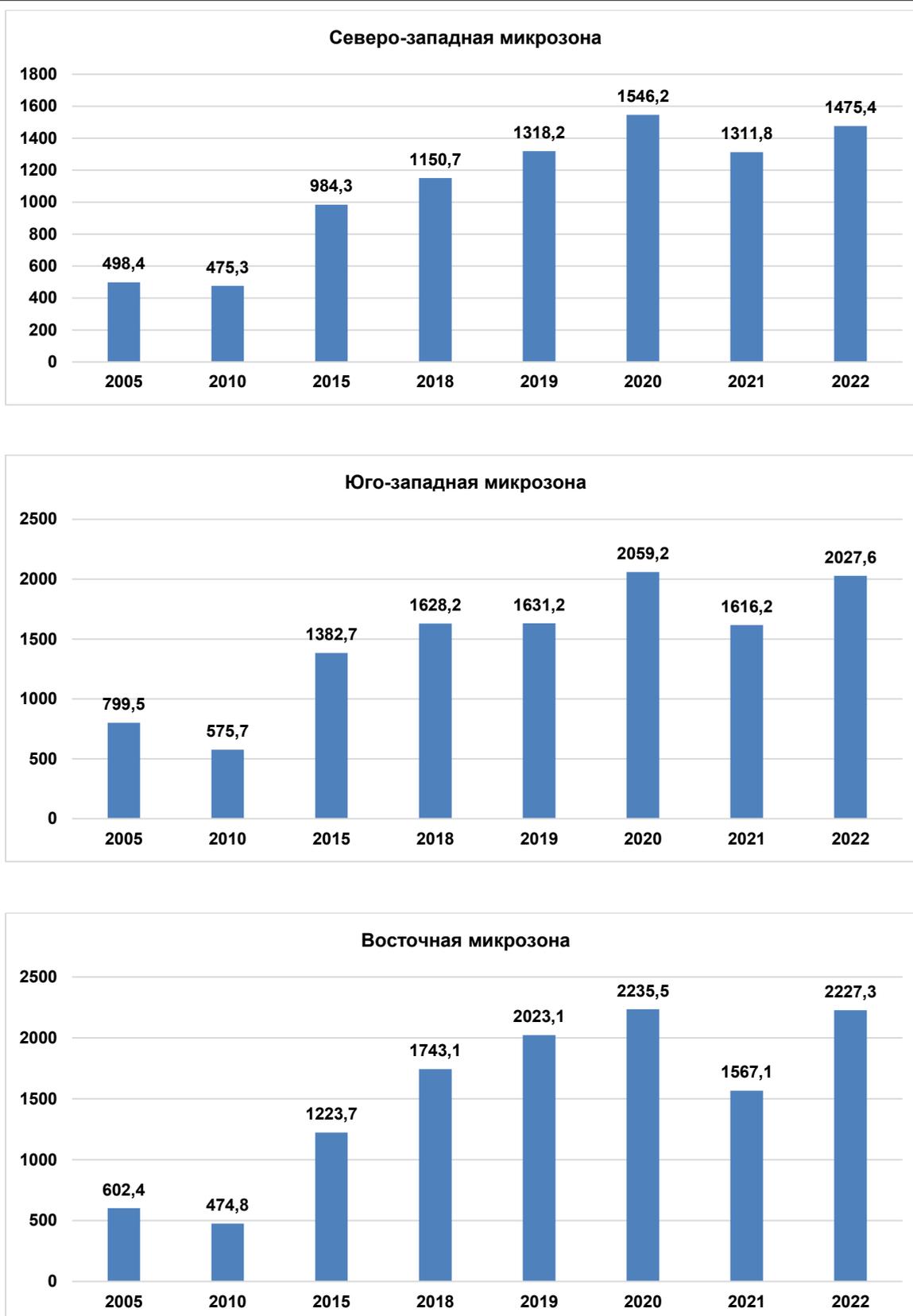


Рис. 1. Динамика валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по природно-климатическим микроразонам Курской области, тыс. т [5, 6, 9, 10]

Динамика структуры формирования валового сбора зерна Курской области за 2005–2022 гг. представлена на рисунке 2.

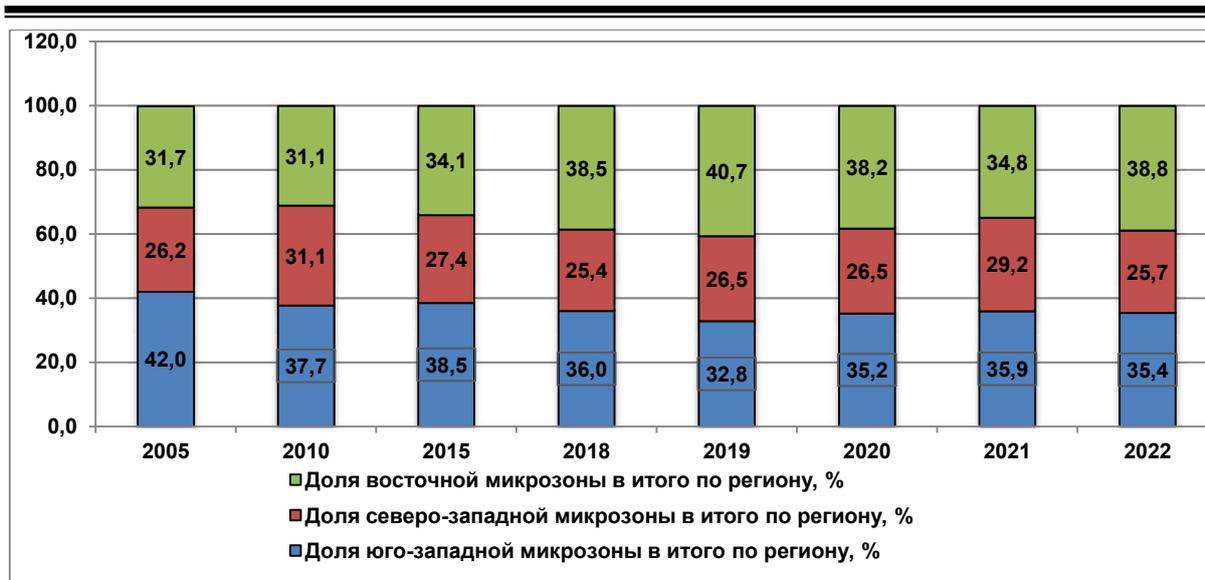


Рис. 2. Динамика структуры формирования валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по природно-климатическим микрзонам Курской области

Динамика структуры формирования валового сбора зерна отражает усиление участия восточной микрзоны в формировании структуры регионального зернового производства с 31,7 до 38,8%. Доли участия субъектов юго-западной и северо-западной микрзон сократились соответственно на 6,6 и 0,5%.

В юго-западной микрзоне отмечена относительная равномерность динамики объемов производства зерна в границах административно-территориального деления (рис. 3).

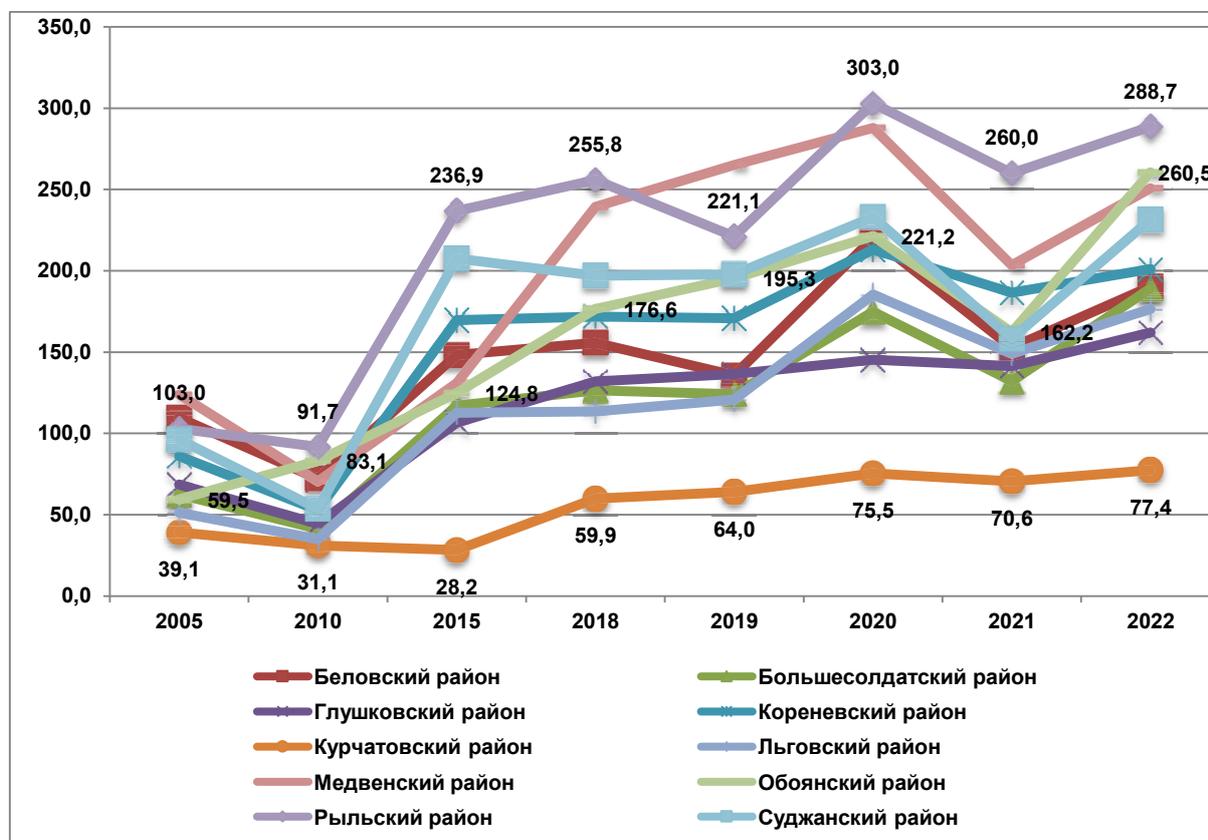


Рис. 3. Динамика валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по юго-западной природно-климатической микрзоне Курской области, тыс. т

На территории каждого муниципального района микрзоны валовый сбор составлял от 59,5 до 123,9 тыс. т в 2005 г. и от 162,0 до 288,7 тыс. т в 2022 г. Наименьшие объемы производства зерна в течение всего периода исследования отмечены в Курчатовском районе, что обосновано статусом территории. За 2005–2022 гг. объем производства зерна на площадях микрзоны увеличился в среднем в 2–3 раза. Максимальный прирост валового сбора отмечен в Обоянском районе – в 4,7 раза.

Динамика структуры формирования валового сбора зерна по юго-западной природно-климатической микрзоне Курской области характеризовалась ростом внутрizonальной дифференциации, обусловленной различиями в эффективности производства [3] (рис. 4).

В 2005 г. в составе микрзоны 4 района (Медвенский, Беловский, Рыльский и Суджанский) имели удельный вес в формировании зонального валового сбора более 5%. Наименьший удельный вес в формировании валового сбора зерна по микрзоне (2,1%) занимали производители Курчатовского района. Средняя доля участия составляла 4,2%. К 2022 г. удельный вес в формировании зонального валового сбора более 5% сохранили только зернопроизводители Рыльского района (5,0%). При этом доля участия Курчатовского района сократилась до 1,3%. Большая часть зерна (93,7%) получена производителями восьми районов микрзоны со средней долей участия 3,5%.

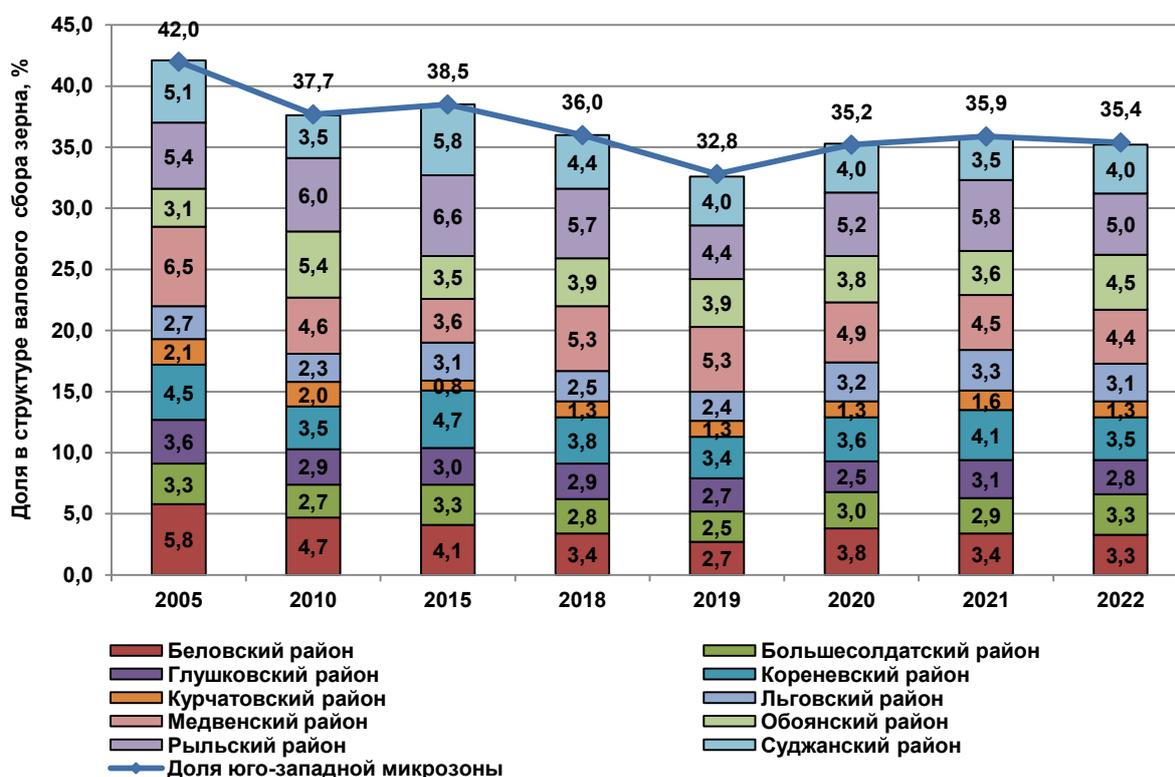


Рис. 4. Динамика структуры формирования валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по юго-западной природно-климатической микрзоне Курской области, %

В северо-западной природно-климатической микрзоне отмечается более стабильная растущая динамика по всем участникам микрзоны, отражающая в том числе более равномерное распределение инвестиций в зерновое производство по районам [4] (рис. 5).

Валовой сбор внутри северо-западной микрзоны составил от 14,7 до 128,5 тыс. т в 2005 г. и от 164,2 до 230,3 тыс. т в 2022 г. Наибольший валовой сбор зерна внутри микрзоны стабильно собирают организации Фатежского района. За 2005–2022 гг. валовой сбор по микрзоне увеличился с 498,4 до 1475,4 тыс. т, или в 2,96 раза. Наиболее интенсивный рост валового сбора отмечен в Дмитриевском районе – в 11,17 раза (с 14,7 тыс. т в 2005 г.

до 164,2 тыс. т в 2022 г.). Следует отметить сравнительно низкий темп прироста (в 1,8 раза за 2005–2022 гг.) и волнообразную динамику валового сбора зерна в Октябрьском районе. Максимальный валовой сбор в объеме 88,2 тыс. т был получен в районе в 2020 г; далее имело место устойчивое сокращение производства зерна до 55,2 тыс. т в 2022 г.

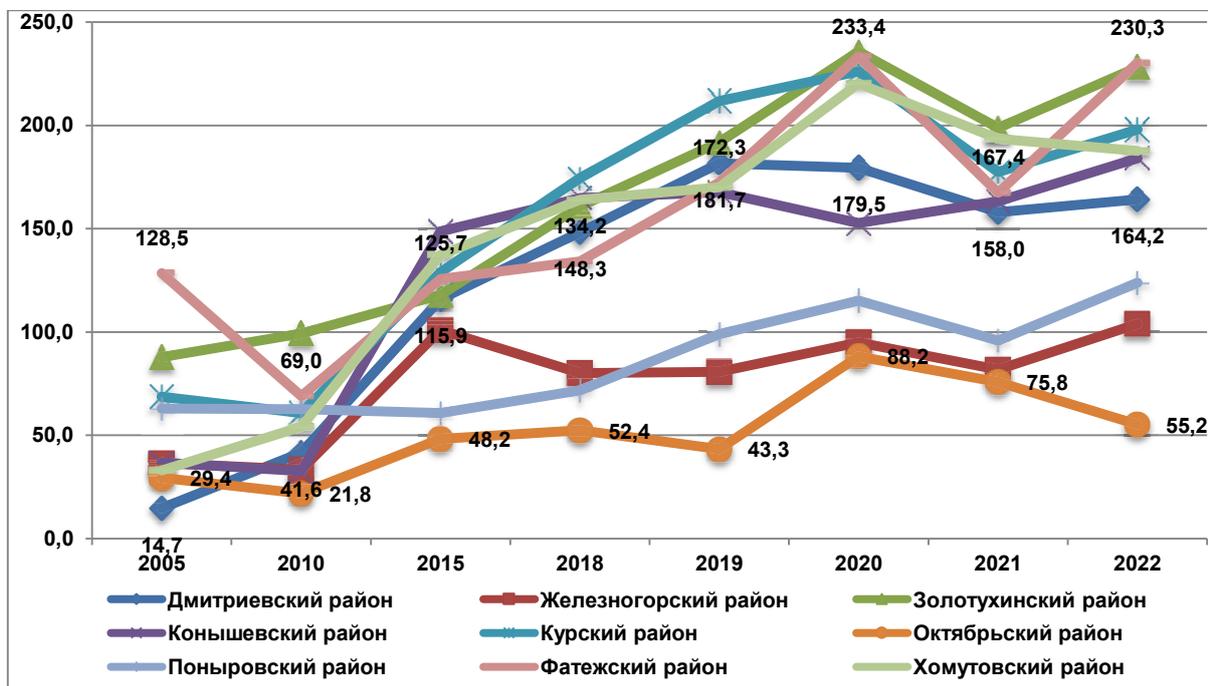


Рис. 5. Динамика валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по северо-западной природно-климатической микроне Курской области, тыс. т

Восточная микроне отличается наиболее крупными масштабами внутринеонального производства (рис. 6).

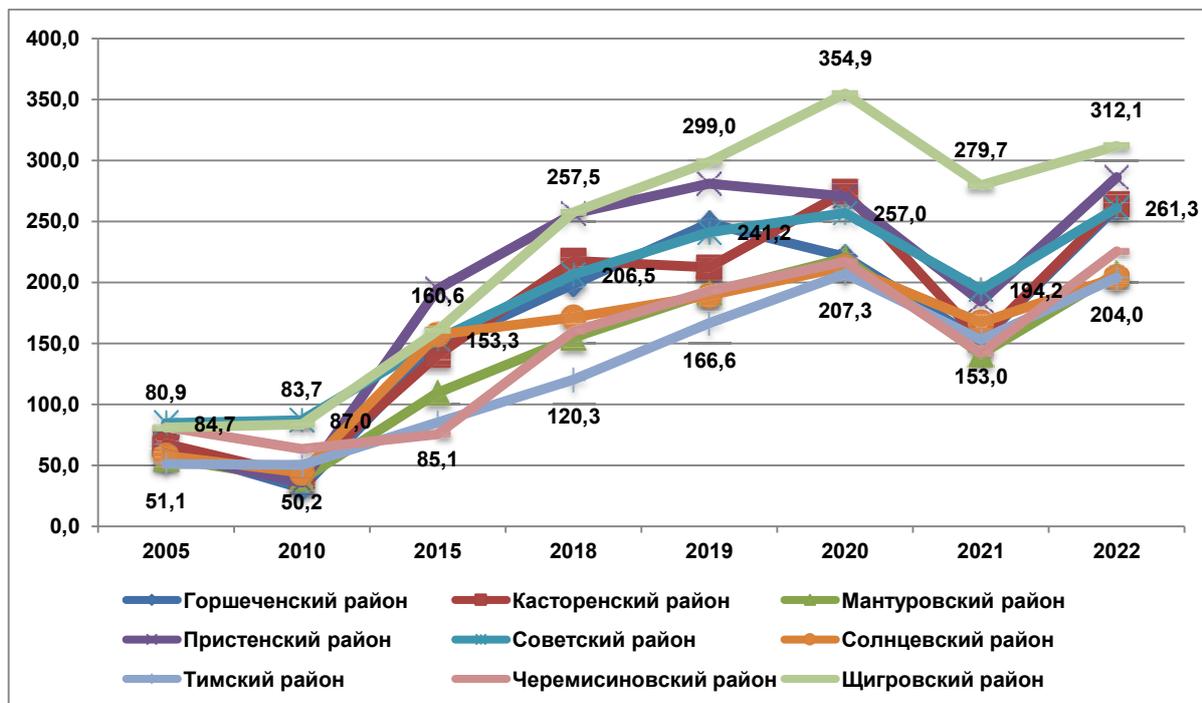


Рис. 6. Динамика валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по восточной природно-климатической микроне Курской области, тыс. т

Участниками микрозоны в 2005 г. было собрано от 51,1 до 84,7 тыс. т зерна, в 2022 г. – от 204,0 тыс. т до 312,1 тыс. т. Наибольший объем зерна за 2005–2022 гг. произведен в Щигровском районе (1828,4 тыс. т, из них 312,1 тыс. т в 2022 г.).

Средний темп роста валового сбора по районам, входящим в микрозону, составил 3,7 раза. Наибольший рост объемов зернового производства отмечен в Пристенском районе: с 59,3 до 286,3 тыс. т, или в 4,8 раза.

В северо-западной микрозоне в 2005–2022 гг. средняя доля участия районов в формировании валового сбора была постоянной и составляла 2,9%, однако состав район-лидеров изменился (рис. 7).

В 2005 г. наибольший удельный вес в формировании валового сбора по микрозоне (6,8%) отмечен в Фатежском районе, удельный вес выше среднезонального – в Золотухинском (4,6%), Курском (3,6%) и Поньровском (3,3%) районах.

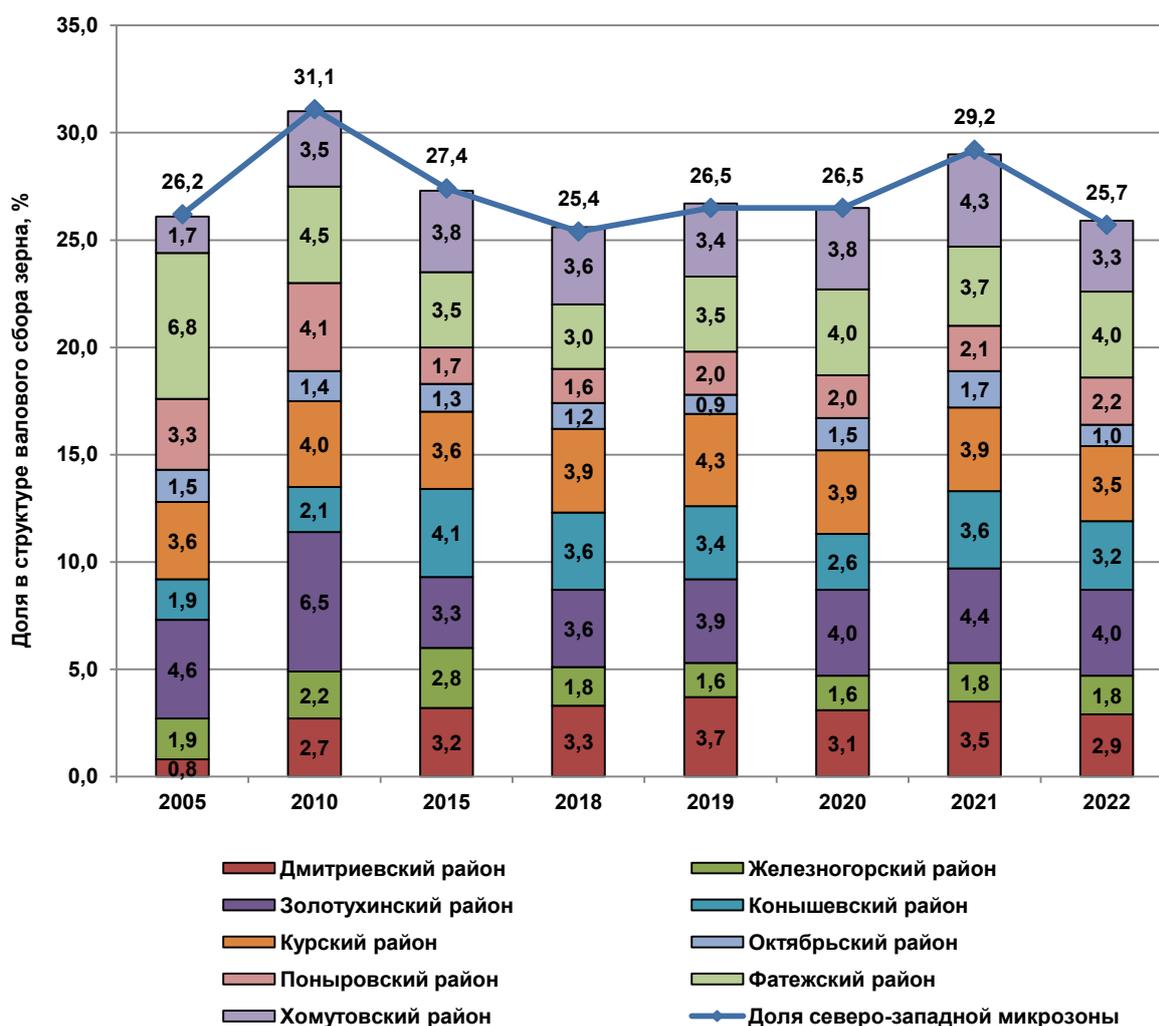


Рис. 7. Динамика структуры формирования валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по северо-западной природно-климатической микрозоне

За 2005–2022 гг. наибольший удельный вес в формировании валового сбора по микрозоне снизился с 6,8 до 4,0%. В 2022 г. два района – Фатежский и Золотухинский – имели равные доли участия в размере 4,0%. Помимо указанных, удельный вес выше среднезонального отмечен в Дмитриевском (2,9%), Коньшевском (3,2%), Хомутовском (3,3%) и Курском (3,5%) районах. Значительно увеличился удельный вес в структуре валового сбора по микрозоне Дмитриевского (с 0,8 до 2,9%) и Хомутовского (с 1,9 до 3,2%) районов.

Пространственные характеристики восточной микрзоны отличаются сочетанием благоприятных факторов развития зернового производства, в частности водно-температурным режимом для формирования климатообусловленной урожайности [1, 2], качеством почвы [8], применяемыми технологиями производства [11], уровнем и темпами экономического развития производителей зерна [7], наличием развитой транспортно-логистической инфраструктуры [11, 12] и др.

Увеличение валового сбора и удельного веса восточной природно-климатической микрзоны в региональном производстве зерна достигнуто за счет увеличения долей большинства районов (рис. 8).

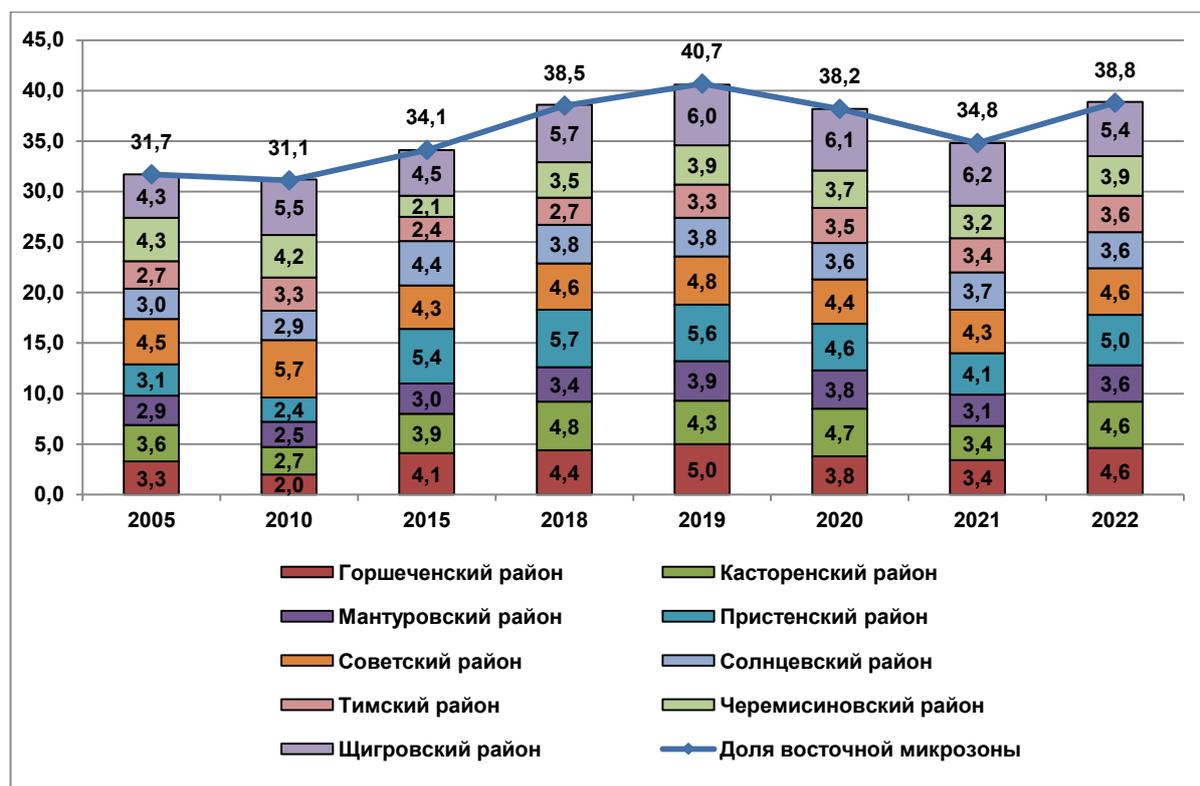


Рис. 8. Динамика структуры формирования валового сбора зерна в 2005–2022 гг. по восточной природно-климатической микрзоне Курской области

Удельный вес восточной микрзоны в валовом сборе зерна за 2005–2022 гг. увеличился с 31,7 до 38,8%. Среднезональное значение удельного веса районов микрзоны в региональном производстве зерна выросло с 3,5 до 4,3%. Доля участия всех районов микрзоны в формировании валового сбора по региону выросла, за исключением Черемисиновского района, доля участия которого снизилась с 4,3 до 3,9%. Наибольший удельный вес в региональном производстве зерна по микрзоне (5,4%) имели производители Щигровского района.

В 2005 г. в ТОП-5 зернопроизводителей вошли четыре представителя юго-западной микрзоны (Медвенский, Беловский, Рыльский, Суджанский) и Фатежский район северо-западной микрзоны. Наибольший объем валового сбора по отдельным участникам микрзон собран в Фатежском районе северо-западной природно-климатической микрзоны (128,5 тыс. т). В 2015 г. в пятерку региональных зернопроизводителей вошли три района юго-западной микрзоны и два района восточной микрзоны, в совокупности обеспечив валовой сбор в размере соответственно 614,0 и 385,2 тыс. т. Лидером являлся Рыльский район юго-западной микрзоны (236,9 тыс. т). В 2022 г. наибольшие объемы зерна были собраны в четырех из пяти районов, расположенных в восточной природно-климатической

микроне: это Щигровский (312,1 тыс. т), Пристенский (286,3 тыс. т), Касторенский (264,3 тыс. т) и Горшеченский (261,6 тыс. т) районы. Статус крупного зернопроизводителя сохранил Рыльский район юго-западной природно-климатической микроне с валовым сбором зерна 288,7 тыс. т.

Таким образом, динамика структуры формирования валового сбора зерна отражает усиление участия восточной микроне в формировании структуры регионального зернового производства, ее доля увеличилась с 31,7 до 38,8%. Доли участия субъектов юго-западной и северо-западной микрон сократились соответственно на 6,6 и 0,5%. Динамика структуры формирования валового сбора зерна по юго-западной природно-климатической микроне Курской области характеризуется ростом внутрине дифференциации. В северо-западной микроне в 2005–2022 гг. средняя доля участия районов в формировании валового сбора оставалась на прежнем уровне и составляла 2,9%, однако состав районов-лидеров изменился. Увеличение валового сбора и удельного веса восточной природно-климатической микроне в региональном производстве зерна достигнуто за счет увеличения долей большинства районов, входящих в состав этой микроне.

При сохранении сложившихся агроэкологических тенденций ожидаемо дальнейшее смещение зернового клина в восточную микрону, где размещение с учетом инфраструктурных условий позволяет более полно реализовать резервы повышения климатообусловленной урожайности, увеличения валового объема производства и роста добавленной стоимости зерна.

В масштабах государства размещение зернового производства с учетом специфических условий микрон, выделенных на основе систематизации геоэкономических и экономических факторов, может способствовать обеспечению достаточного объема производства зерна необходимого качества при наиболее эффективном использовании ресурсного потенциала зернопроизводителей и потенциала развития территории. Учет зернопроизводителями сложившихся тенденций позволит оптимизировать пространственную структуру посевных площадей, повысить эффективность производственной деятельности и увеличить прибыль организаций.

---

**Список источников**

1. Жияков Д.И., Петрушина О.В., Пронская О.Н. и др. Роль аграрной политики в развитии зернового производства региона: монография. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. 185 с.
2. Жияков Д.И., Петрушина О.В. Разработка модели и методики оценки эффективности государственного регулирования развития сельского хозяйства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 4(75). С. 169–179. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_1698.
3. Зарецкая В.Г., Токарева К.В. Структурные сдвиги и экономический рост региона // Региональная экономика: теория и практика. 2019. Т. 17, № 9(468). С. 1610–1624. DOI: 10.24891/re.17.9.1610.
4. Маслова В.В., Зарук Н.Ф., Авдеев М.В. Активизация инвестиционного процесса в сельском хозяйстве в условиях инновационного развития // АПК: экономика, управление. 2019. № 10. С. 32–37. DOI: 10.33305/1910-32.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели 2022 [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: [http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region\\_Pokaz\\_2022.pdf](http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf) (дата обращения: 03.08.2024).
6. Регионы России. Социально-экономические показатели 2024 [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: [http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region\\_Pokaz\\_2024.pdf](http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf) (дата обращения: 03.08.2024).
7. Сидоренко О.В., Ильина О.В. Рейтингово-матричный подход к оценке экономической эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций (на примере зерновых хозяйств Орловской области) // Аграрная Россия. 2015. № 2. С. 38–41. DOI: 10.30906/1999-5636-2015-2-38-41.
8. Сидоренко О.В., Ильина О.В. Факторы эффективного землепользования в зерновом подкомплексе Орловской области // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 34. С. 59–64.
9. Социально-экономическое положение Курской области [Электронный ресурс] // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. URL: [https://46.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/doklad\\_12\(3\).pdf](https://46.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/doklad_12(3).pdf) (дата обращения: 03.02.2024).

10. Статистическая информация. Итоги деятельности АПК в цифрах. Показатели валового сбора зерна [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 25.08.2024).

11. Терновых К.С., Гусев А.Ю., Золотарева Н.А. Факторный анализ производства зерновых культур // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 25 февраля 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. С. 370–375.

12. Холодов О.А., Холодова М.А. Развитие сельского хозяйства в современных условиях российской экономики // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Экономика и управление. 2019. № 3(43). С. 32–45. DOI: 10.25686/2306-2800.2019.3.32.

## References

1. Zhilyakov D.I., Petrushina O.V., Pronskaya O.N. et al. The role of agrarian policy in the development of grain production in the region: monograph. Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov Publishers; 2022. 185 p. (In Russ.).

2. Zhilyakov D.I., Petrushina O.V. Building of the model and methodology for assessing the effectiveness of state regulation of agricultural development. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(4):169-179. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_1698. (In Russ.).

3. Zaretskaya V.G., Tokareva K.V. Structural changes and regional economic growth. *Regional Economics: Theory and Practice*. 2019;17(9):1610-1624. DOI: 10.24891/re.17.9.1610. (In Russ.).

4. Maslova V.V., Zaruk N.F., Avdeev M.V. Activation of investment process in agriculture in conditions of innovative development. *AIC: economics, management*. 2019;10:32-37. DOI: 10.33305/1910-32. (In Russ.).

5. Regions of Russia. Social & economic indicators. 2022. Federal State Statistics Service. URL: [http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region\\_Pokaz\\_2022.pdf](http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf). (In Russ.).

6. Regions of Russia. Social & economic indicators. 2024. Federal State Statistics Service. URL: [http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region\\_Pokaz\\_2024.pdf](http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf). (In Russ.).

7. Sidorenko O.V., Ilina O.V. Rating-matrix approach to the evaluation of the economic performance of agricultural organizations (using the example of grain farms in Orel Oblast). *Agrarian Russia*. 2015;(2):38-41. DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2015-2-38-41>. (In Russ.).

8. Sidorenko O.V., Ilina O.V. Factors of effective land use in the grain subcomplex of Orel Oblast. *Regional Economics: Theory and Practice*. 2013;(34):59-64. (In Russ.).

9. Social & economic situation of Kursk Oblast in January-December 2024. Territorial body of the Federal State Statistics Service for Kursk Region. URL: [https://46.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/doklad\\_12\(3\).pdf](https://46.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/doklad_12(3).pdf). (In Russ.).

10. Statistic Information. The results of Agro-Industrial Complex in figures. Gross grain harvest indicators. Official Website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).

11. Ternovykh K.S., Gusev A.Yu., Zolotareva N.A. Factorial analysis of grain production. In: Trends in the development of technical means and technologies in agriculture: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Voronezh, February 25, 2022). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2022: 370-375. (In Russ.).

12. Kholodov O.A., Kholodova M.A. Agricultural development in the present day economy of Russia. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Economy and Management*. 2019;3:32-45. DOI: 10.25686/2306-2800.2019.3.32. (In Russ.).

## Информация об авторах

О.В. Петрушина – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», [petao@yandex.ru](mailto:petao@yandex.ru).

Д.И. Жилияков – доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и финансов ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», [zhilyakov@yandex.ru](mailto:zhilyakov@yandex.ru).

Е.А. Панченкова – аспирант кафедры бухгалтерского учета и финансов ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», [ogurcova.ekaterina.94@mail.ru](mailto:ogurcova.ekaterina.94@mail.ru).

## Information about the authors

O.V. Petrushina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, [petao@yandex.ru](mailto:petao@yandex.ru).

D.I. Zhilyakov, Doctor of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, [zhilyakov@yandex.ru](mailto:zhilyakov@yandex.ru).

E.A. Panchenkova, Postgraduate Student, the Dept. of Accounting and Finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, [ogurcova.ekaterina.94@mail.ru](mailto:ogurcova.ekaterina.94@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 10.12.2024; одобрена после рецензирования 15.03.2025; принята к публикации 28.03.2025.

The article was submitted 10.12.2024; approved after reviewing 15.03.2025; accepted for publication 28.03.2025.

© Петрушина О.В., Жилияков Д.И., Панченкова Е.А., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.439.025:665.3

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_141

EDN: NPQADJ

**Анализ практики применения демпфера как фактора  
госрегулирования в масложировом подкомплексе**

**Зинаида Петровна Меделяева<sup>1✉</sup>, Алексей Владимирович Шишлянников<sup>2</sup>,  
Карина Гамлетовна Арутюнян<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> medelaeva@mail.ru✉

**Аннотация.** В последние годы вопросы оптимизации функционирования масложирового подкомплекса России становятся все более значимыми, так как этот сектор оказывает существенное влияние на экономическую стабильность аграрной отрасли. Экспорт растительных масел вносит важный вклад в формирование федерального бюджета и развитие сельского хозяйства. Одним из ключевых инструментов, разработанных для регулирования рынка масличных культур, является демпфер, введенный Министерством сельского хозяйства. Авторы анализируют практику применения демпфера, его влияние на внутренний рынок, а также эффективность как механизма регулирования экономики. Позитивные аспекты применения «подсолнечного демпфера» проявляются в смягчении колебаний цен на продукцию масличных культур (подсолнечник, сою и др.), возможности регулирования объемов поставок на внешние рынки растительного масла, что способствует сбалансированности спроса и предложения на внутреннем рынке. Часть полученных средств от демпфера государство предоставляет производителям в виде субсидий или грантов для совершенствования технологий производства сельскохозяйственной продукции и расширения производства, что способствует повышению урожайности и объемов производства. С другой стороны, при использовании демпфера изымается часть выручки, и, как следствие, изымается часть прибыли как экспортеров, так и производителей семян подсолнечника и растительных масел. Такая защита отечественных производителей в дальнейшем может привести к снижению конкуренции и темпов инновационного развития. Статистические данные свидетельствуют, что суммы возвратных в сельское хозяйство субсидий в разы меньше сумм таможенных пошлин, поступивших в бюджет. В целом эффективно реализуемый демпферный механизм способен повысить устойчивость отрасли, что приведет к улучшению экономических показателей, наполняемости федерального бюджета, возможности поддержки агропромышленного комплекса, решению вопросов продовольственной безопасности.

**Ключевые слова:** масложировой подкомплекс, демпфер, импорт, субсидии, федеральный бюджет, государственное регулирование

**Для цитирования:** Меделяева З.П., Шишлянников А.В., Арутюнян К.Г. Анализ практики применения демпфера как фактора госрегулирования в масложировом подкомплексе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 141–147. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_141-147](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_141-147).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Analysis of the practice in damper application as a factor  
of state regulation in the fat and oil subcomplex**

**Zinaida P. Medelyaeva<sup>1✉</sup>, Aleksey V. Shishlyannikov<sup>2</sup>, Karina G. Arutyunyan<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> medelaeva@mail.ru✉

**Abstract.** In recent years, the issues of optimizing the functioning of Russian fat and oil subcomplex have become increasingly important, as this sector has a significant impact on the economic stability of the agricultural industry. The export of vegetable oils makes an important contribution to the formation of the federal budget and the development of agriculture. One of the key tools developed to regulate the oilseed market is the damper introduced by the Ministry of Agriculture. The authors analyze the practice in damper application, its impact on the domestic market, as well as its effectiveness as a mechanism for regulating national economy. The positive aspects of using the “sunflower damper” are manifested in mitigating price fluctuations for oilseed products (sunflower, soybeans, etc.), the possibility of regulating the volume of supplies of vegetable oil to foreign markets,

which contributes to a balance of supply and demand in the domestic market. The state provides part of the funds received from the damper to producers in the form of subsidies or grants to improve agricultural production technologies and expand production, which helps to increase yields and production volumes. On the other hand, when using a damper, part of the revenue is withdrawn, and, as a result, part of the profits of both exporters and producers of sunflower seeds and vegetable oils is withdrawn. Such protection of domestic producers in the future may lead to a decrease in competition and innovative development. Statistical data show that the amount of subsidies returned to agriculture is several times less than the amount of customs duties received by the budget. In general, an effectively implemented damping mechanism can increase the sustainability of the industry, which will lead to improved economic performance, revenue increase to federal budget, opportunities to support Agro-Industrial Complex, and addressing food security issues.

**Keywords:** fat and oil subcomplex, damper, import, subsidies, federal budget, state regulation

**For citation:** Medelyaeva Z.P., Shishlyannikov A.V., Arutyunyan K.G. Analysis of the practice in damper application as a factor of state regulation in the fat and oil subcomplex. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):141-147. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_141-147](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_141-147).

**М**асличный подкомплекс играет значительную роль в агропромышленном комплексе России, обеспечивая не только продовольственную безопасность страны, но и стабильные финансовые потоки для сельскохозяйственных производителей. В условиях волатильного рынка, постоянных колебаний цен на растительные масла возникла необходимость в применении механизмов, направленных на стабилизацию рыночной ситуации.

На рынке масличных культур периодически возникают кризисы из-за сочетания различных экономических, природных и политических факторов, в первую очередь – из-за перенасыщения предложения и изменения спроса, что зачастую приводит к резким падениям цен. В этом контексте демпферная система направлена на исключение выраженных колебаний цен на масличные культуры, устанавливая справедливые и прогнозируемые цены, которые могут защитить интересы как производителей, так и потребителей. Данный механизм помогает обеспечить стабильность на внутреннем рынке, формируя условия для устойчивого развития сектора. Пошлины, устанавливаемые в рамках демпферной системы, способствуют предотвращению резких изменений цен, что особенно важно для сохранения эффективной деятельности производителей и доступности продукции для конечных потребителей [6].

Анализ использования демпфера в масличном подкомплексе представляет собой актуальную задачу, поскольку этот механизм позволяет государству более эффективно контролировать предложение на рынке и минимизировать негативное воздействие внешнеэкономических факторов на внутренние цены и предложение. Авторы рассматривают ключевые аспекты функционирования демпферной системы, ее влияние на экономические показатели подкомплекса и рекомендации по оптимизации государственной политики в данной области.

Методологической основой исследования послужили как качественные, так и количественные методы анализа, включая статистический и сравнительный, расчетно-конструктивный и др. Также применялись частные научные методы познания – табличный метод, наблюдение, аналоговый метод.

Информационной базой исследования явились официальные статистические данные о ценах на растительные масла, объемах производства и экспорта, доступные на официальных сайтах Министерства сельского хозяйства и Федеральной службы государственной статистики. Анализировались действующие законы и нормативные акты, касающиеся демпфера и его применения в масличном подкомплексе.

Демпфер на растительные масла был введен Министерством сельского хозяйства России в 2022 г. как ответ на нестабильность цен и запросы участников рынка. Ранее, в 2021 г., Правительство утвердило применение зернового демпфера, действующего и в настоящее время. Зерновой демпферный механизм состоял из двух компонентов: первый – это плавающая таможенная пошлина, зависящая от стоимости зерна на миро-

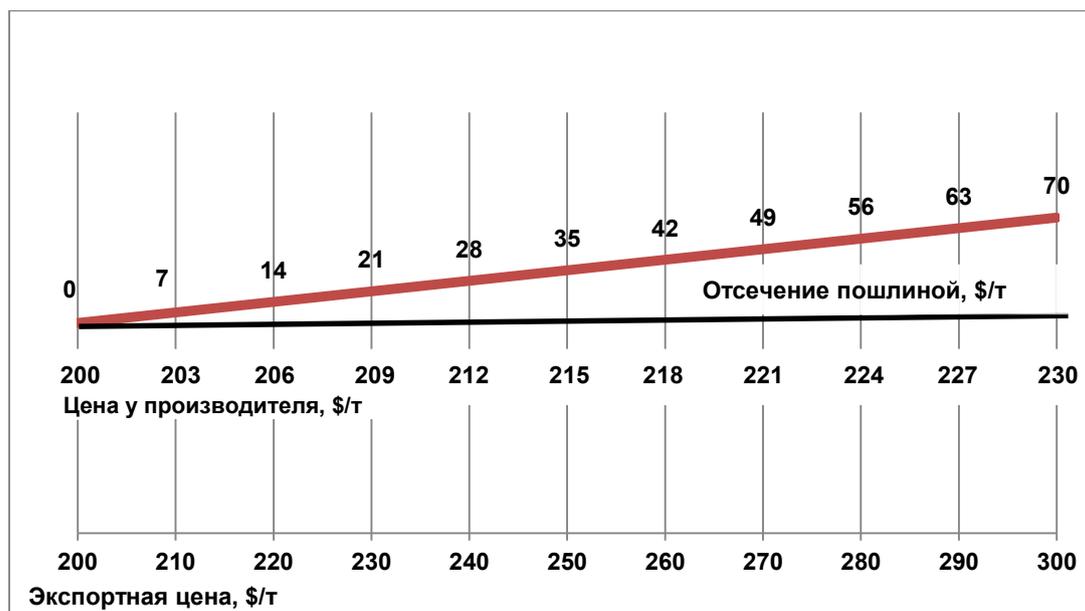
вых рынках (чем выше цены, тем больше ограничения на его вывоз и наоборот); второй – субсидии аграриям из полученных от пошлины средств (в основном на увеличение посевных площадей и переработку).

«Подсолнечный демпфер» направлен на поддержание цен на масличные культуры и стабилизацию рынка растительных масел, что является ключевым фактором для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития аграрного сектора страны. Основными целями данного демпфера являются регулирование цен на внутреннем рынке, поддержка отечественных производителей, а также обеспечение доступности растительных масел для населения.

На сегодняшний день демпфер представляет собой механизм регулирования внешнеэкономической деятельности, который включает в себя плавающие таможенные пошлины, позволяющие адаптировать таможенные ставки к динамике мировых цен. Он основан на принципе установления пошлин в зависимости от уровня цен на растительные масла, превышающих базисные показатели. Размер пошлины составляет определенный процент от превышения рыночных цен над установленными Правительством базовыми ценами, что способствует сдерживанию инфляционных процессов и поддержанию баланса на внутреннем рынке [7].

Экспортная пошлина на подсолнечное масло определяется как 70% от разницы между базовой ценой и экспортной ценой, которая представляет собой среднее арифметическое рыночных цен за последний месяц.

Схематично механизм демпфера, который применялся изначально при продаже зерна (при расчетах в евро), представлен на рисунке.



Зависимость размера пошлины от экспортной цены

Источник: составлено авторами по данным [11].

Базовая цена, служащая основой для расчетов демпфера, устанавливается с учетом анализа средних цен на масла как на международных, так и на внутренних рынках, а также затрат на их производство у отечественных производителей. Являясь ориентиром для дальнейших расчетов, базовая цена учитывает рыночные условия и колебания мировых цен на масличные культуры. Функционирование плавающей пошлины, вводимой на основе установленного уровня цены отсечения, направлено на предотвращение экспорта по убыточным ценам и обеспечение экономической устойчивости отечественных производителей.

Можно констатировать, что плавающая пошлина в масличном подкомплексе – это регулирующий налог на экспорт растительных масел и семян масличных культур, который варьирует в зависимости от рыночных условий. Пошлина рассчитывается на основе разницы между базовыми ценами и фактическими экспортными ценами. Если экспортная цена оказывается ниже базовой, тогда данная пошлина не применяется, что способствует стимулированию экспорта в определенные периоды [9, 10].

Регулярный пересмотр базовых цен, как правило, один раз в год, позволяет учитывать изменения в затратах на посевную кампанию, прогнозируемые объемы производства и динамику мировых цен. Изменение базовых цен по годам, которые оказывали определенное влияние на конкурентоспособность отечественного масличного подкомплекса, отражено в таблице 1.

**Таблица 1. Базовые цены на подсолнечное масло и шрот для установления таможенных пошлин при использовании демпфера, руб.**

| Продукция          | Период  |         |         |
|--------------------|---------|---------|---------|
|                    | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. |
| Подсолнечное масло | 82 500  | 82 500  | 82 500  |
| Подсолнечный шрот  | 13 875  | 15 875  | 15 875  |

Источник: составлено авторами по данным [5].

В рассматриваемом периоде наблюдается рост базовой цены только на подсолнечный шрот, что во многом обусловлено рекордным урожаем зерновых культур в 2023 г. и достаточной обеспеченностью внутреннего рынка данной продукцией.

В зависимости от изменения мировых и базовых цен изменяется и размер пошлин. Повышение базовых цен правительством и нестабильность мировых цен ведут к изменению размера таможенных пошлин и их непредсказуемости, что и наблюдалось в начале 2025 г. (табл. 2).

**Таблица 2. Изменение экспортных пошлин за январь-февраль 2025 г., руб.**

| Продукция          | Период        |               |                                     |
|--------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
|                    | 01.01.2025 г. | 01.02.2025 г. |                                     |
|                    | Руб.          | Руб.          | Изменение к предшествующему периоду |
| Подсолнечное масло | 16067,0       | 17786,4       | 1719,4                              |
| Подсолнечный шрот  | 4771,6        | 3888,7        | -882,9                              |

Источник: составлено авторами по данным [9].

Как свидетельствуют данные таблицы 2, экспортная пошлина на подсолнечное масло повысилась, а по подсолнечному шроту наблюдается отрицательная тенденция.

Повышение пошлины на подсолнечное масло преследовало цель увеличить налоговые поступления в условиях экономической нестабильности и влияния санкций. Растительное масло является одним из главных экспортных товаров России, и с учетом высоких цен на международных рынках правительство имеет возможность устанавливать более высокие тарифы.

С другой стороны, уменьшение пошлины на шрот в 2025 г. было направлено на поддержку отечественных производителей, которые используют его в качестве корма для животных. По прогнозам это должно способствовать снижению затрат на производство мяса и молока, что, в свою очередь, имеет положительное воздействие на обеспечение потребителей более дешевой продукцией [4].

Целью использования демпфера, наряду со стабилизацией цен на внутреннем рынке, является пополнение федерального бюджета (табл. 3).

**Таблица 3. Поступление пошлин от продажи экспортной продукции, млрд руб.**

| Продукция                     | Годы |      |       |       |
|-------------------------------|------|------|-------|-------|
|                               | 2021 | 2022 | 2023  | 2024  |
| Зерновые и масличные культуры | 91,9 | 58,7 | 223,8 | 139,1 |
| Масло подсолнечное и шрот     | 3,9  | 37,5 | 12,9  | 5,2   |

Источник: составлено авторами по данным [1].

Сокращение доходов от экспортных пошлин в 2024 г. произошло на фоне изменений мировых цен на зерновые и масличные культуры, а также из-за колебаний объемов экспорта. Уровень пошлин варьировал в зависимости от рыночной ситуации, что существенно влияло на общую сумму поступлений.

Наибольшее поступление средств по демпферу в 2022 г. связано с самыми высокими мировыми ценами на подсолнечное масло. За период 2021–2025 гг. наблюдалось следующее колебание: 06.2021 – 1282 долл./т; 03.2022 – 2440; 06.2022 – 1038; 09.2024 – 920; 02.2025 – 910 долл./т.

Часть полученных средств от демпфера государство предоставляет производителям в виде субсидий или грантов для совершенствования технологий производства сельскохозяйственной продукции и расширения производства, что способствует повышению урожайности и объемов производства.

Следует отметить, что возврат средств сельхозпроизводителям осуществляется по утвержденным программам с тем, чтобы учитывать региональные особенности, стимулировать приоритетные направления развития производства, формировать новые организационно-правовые формы хозяйствования, исключать непроизводственные затраты (табл. 4). Поддержка – это и защита интересов сельскохозяйственных товаропроизводителей, причем используемая не только как тактический прием, но и как стратегический ресурс, позволяющий решать приоритетные, перспективные задачи развития отрасли сельского хозяйства, включая и устранение безработицы на селе, повышение уровня оплаты труда, создание новых рабочих мест, развитие социальной и инженерной инфраструктуры [6].

**Таблица 4. Объем господдержки АПК в разрезе программ, млрд руб.**

| Наименование программы                                      | Годы  |       |       |                |                |
|---|-------|-------|-------|----------------|----------------|
|   | 2022  | 2023  | 2024  | 2025 (прогноз) | 2026 (прогноз) |
| Развитие сельского хозяйства                                | *     | 442,5 | 530,0 | 351,0          | 273,8          |
| Комплексное развитие сельских территорий                    | 36,2  | 63,7  | 95,0  | 115,9          | 95,8           |
| Вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения | 25,0  | 34,0  | 39,2  | –              | 17,5           |
| Мелиорация  | –     | –     | –     | 40,7           | 20,1           |
| Всего   | 595,5 | 530,0 | 664,2 | 507,4          | 407,2          |

Примечание: \*данные отсутствуют.

Источник: составлено авторами по данным [2, 3].

В рамках общих ассигнований сельхозпроизводителям поступают и средства, полученные по демпферу. Прямые поступления предусмотрены в виде поддержки стимулирования увеличения производства масличных культур и в рамках межбюджетных трансфертов: в 2022 и 2023 гг. они составили соответственно 4756,1 и 1814,2 млн руб. [10].

Определенные средства получают из бюджетов различного уровня и сельхозпроизводители Воронежской области. Так, за 2020–2024 гг. сельхозтоваропроизводители региона получили 37,2 млрд руб. средств господдержки, в том числе из федерального бюджета – 4,1 млрд руб., по предварительным расчетам данный показатель на 2025 г. составит 6,6 млрд руб. [8].

Согласно представленному проекту бюджета на 2026–2027 гг. прогнозируется снижение объемов государственных субсидий, выделяемых государством на поддержку сельского хозяйства, что обусловлено комплексом экономических и политических факторов, в частности продолжающимися антироссийскими экономическими санкциями. Однако и в столь сложных условиях применение демпфера будет способствовать наполнению федерального бюджета, финансовые средства из которого планируется направлять в том числе и на поддержку АПК. Кроме этого, политика масличного демпфера позволяет сглаживать колебания цен на рынке, обеспечивая сельхозпроизводителям и перерабатывающим предприятиям более стабильный доход даже в условиях изменения мировых цен на масличные культуры.

### **Выводы**

Демпфер как инструмент государственной политики в масличном подкомплексе показывает положительные результаты, способствуя стабилизации цен и улучшению условий для производителей. Тем не менее для достижения его максимальной эффективности требуется дальнейшая работа над совершенствованием механизмов его реализации и адаптации к динамичной рыночной среде. Более углубленные исследования в области реализации демпферных механизмов могут способствовать не только росту производства масличных культур, но и повышению их конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Эффективно реализуемый демпферный механизм способен повысить устойчивость отрасли, что приведет к улучшению экономических показателей, большей наполняемости федерального бюджета, расширению поддержки агропромышленного комплекса, достижению индикаторов продовольственной безопасности.

### **Список источников**

1. В проект бюджета РФ заложили 58,7 млрд руб. дохода от экспортных пошлин на зерно в 2022 г. [Электронный ресурс] // Интерфакс. Новости. Экономика. 30 сентября 2021 г. URL: <https://www.interfax.ru/business/794601> (дата обращения: 21.02.2025).
2. Господдержка российского АПК в 2023 году составила 540 млрд рублей [Электронный ресурс] // ТАСС. Официальный сайт. 5 февраля 2024 г. URL: <https://tass.ru/ekonomika/19899349> (дата обращения: 10.02.2025).
3. Задорожнева А. Субсидия на сельское хозяйство на 2025 год: виды помощи, как получить [Электронный ресурс] // Бизнес.ру. Большой портал для бизнеса. URL: <https://www.business.ru/article/3969-subsidiyu-na-selskoe-hozyaystvo> (дата обращения: 21.02.2025).
4. Изменения в пошлинах на экспорт подсолнечного масла и шрота из России в 2025 году [Электронный ресурс] // Портал Новости зерновых и зернобобовых. 28 января 2025. URL: <https://graininfo.ru/news/izmeneniya-v-poshlinakh-na-eksport-podsolnechnogo-masla-i-shrota-iz-rossii-v-2025-godu/> (дата обращения: 21.02.2025).
5. Изменения в пошлинах на экспорт подсолнечного шрота и масла из России: август 2024 года [Электронный ресурс] // Портал Новости зерновых и зернобобовых. 29 июля 2024. URL: <https://graininfo.ru/news/izmeneniya-v-poshlinakh-na-eksport-podsolnechnogo-shrota-i-masla-iz-rossii-avgust-2024-goda/> (дата обращения: 21.02.2025).
6. Карашук О.С., Большаков А.И. Государственное регулирование товарных рынков агропромышленного комплекса с помощью демпферного механизма // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2023. № 63. С. 135–153. DOI: 10.17223/19988648/63/8.
7. Карашук О.С., Большаков А.И. Оценка зернового демпфера как инструмента государственного регулирования рынка зерна в России // Вестник НГИЭИ. 2022. № 12(139). С. 78–88. DOI: 10.24412/2227-9407-2022-12-78-88.
8. Объем господдержки воронежских аграриев в 2025 г. составит 6,6 млрд рублей [Электронный ресурс] // Интерфакс. Новости. Экономика. 6 марта 2025 г. URL: <https://www.interfax-russia.ru/center/news/obem-gospodderzki-voronezhskih-agrariyev-v-2025g-sostavit-6-6-mlrd-rublej> (дата обращения: 21.02.2025).

9. Пошлину на экспорт подсолнечного масла из РФ повысят в феврале [Электронный ресурс] // Альта-Софт. Все для декларантов и участников ВЭД. URL: [https://www.alt.ru/external\\_news/116482/](https://www.alt.ru/external_news/116482/) (дата обращения: 21.02.2025).

10. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 4 июля 2024 г. № 1755-р [Электронный ресурс]. URL: <https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://mcx.gov.ru/upload/iblock/2e7/274gki20f8y3v18pbvoms1wixv0j8dh4.pdf> (дата обращения: 10.02.2025).

11. Шишляников А.В., Беппиев А.Т., Медеяева З.П. Таможенное регулирование как фактор государственной поддержки и повышения эффективности функционирования АПК // Вестник Мичуринского государственного университета. 2025. № 1(80). С. 237–240.

### References

1. In 2022, 58.7 billion rubles of income from export duties on grain were included in the draft budget of the Russian Federation. Interfax. News. Economics. September 30, 2021. URL: <https://www.agropraktika.com/news/v-proekt-byudzheta-rf-zalozhili-58-7-mlrd-rub-dokhoda-ot-eksportnykh-poshlin-na-zerno-v-2022-godu/>. (In Russ.).

2. State support for the Russian Agro-Industrial Complex in 2023 amounted to 540 billion rubles. TASS. Official Website. February 5, 2024. URL: <https://tass.ru/ekonomika/19899349>. (In Russ.).

3. Zadorozhneva A. Subsidy for agriculture for 2025: types of assistance, and how to get // Business.ru. Great Portal for Business. URL: <https://www.business.ru/article/3969-subsidiyu-na-selskoe-hozyaystvo>. (In Russ.).

4. Changes in duties on the export of sunflower oil and sunflower meal from Russia in 2025. Grain and Leguminous Crops News Portal. January 28, 2025. URL: <https://graininfo.ru/news/izmeneniya-v-poshlinakh-na-eksport-podsolnechnogo-masla-i-shrota-iz-rossii-v-2025-godu/>. (In Russ.).

5. Changes in duties on the export of sunflower meal and sunflower oil from Russia in 2024. Grain and Leguminous Crops News Portal. July 29, 2024. URL: <https://graininfo.ru/news/izmeneniya-v-poshlinakh-na-eksport-podsolnechnogo-shrota-i-masla-iz-rossii-avgust-2024-goda/>. (In Russ.).

6. Karashchuk O.S., Boldyasov A.I. State regulation of commodity markets of the Agro-Industrial Complex with the help of a damper mechanism. *Tomsk State University Journal of Economics*. 2023;63:135-153. DOI: 10.17223/19988648/63/8. (In Russ.).

7. Karashchuk O.S., Boldyasov A.I. Evaluation of the grain damper as an instrument of state regulation of the grain market in Russia. *Vestnik NGIEI*. 2022;12(139):78-88. DOI: 10.24412/2227-9407-2022-12-78-88. (In Russ.).

8. The volume of state support for Voronezh farmers in 2025 will amount to 6.6 billion rubles. Interfax. News. Economics. March 6, 2025. URL: <https://www.interfax-russia.ru/center/news/obem-gospodderzhki-voronezhskikh-agrariyev-v-2025g-sostavit-6-6-mlrd-rublej>. (In Russ.).

9. The duty on the export of sunflower oil from the Russian Federation will be increased in February. Alta-Soft. Everything for Declarants and Participants of Foreign Economic Activities. URL: [https://www.alt.ru/external\\_news/116482/](https://www.alt.ru/external_news/116482/). (In Russ.).

10. Government of the Russian Federation. Order No. 1755-r of July 4, 2024. URL: <https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://mcx.gov.ru/upload/iblock/2e7/274gki20f8y3v18pbvoms1wixv0j8dh4.pdf>. (In Russ.).

11. Shishlyannikov A.V., Beppev A.T., Medelyaeva Z.P. Customs regulation as a factor of state support and increasing the efficiency of the agro-industrial complex. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2025;1(80):239-243. (In Russ.).

### Информация об авторах

З.П. Медеяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [medelaeva@mail.ru](mailto:medelaeva@mail.ru).

А.В. Шишляников – аспирант кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [aleksei\\_shishlyannikov98@mail.ru](mailto:aleksei_shishlyannikov98@mail.ru).

К.Г. Арутюнян – магистрант кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [karutiunian@yandex.ru](mailto:karutiunian@yandex.ru).

### Information about the authors

Z.P. Medelyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [medelaeva@mail.ru](mailto:medelaeva@mail.ru).

A.V. Shishlyannikov, Postgraduate Student, the Dept. of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [aleksei\\_shishlyannikov98@mail.ru](mailto:aleksei_shishlyannikov98@mail.ru).

K.G. Arutyunyan, Master's Degree Student, the Dept. of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [karutiunian@yandex.ru](mailto:karutiunian@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 28.03.2025; одобрена после рецензирования 26.04.2025; принята к публикации 10.05.2025.

The article was submitted 28.03.2025; approved after reviewing 26.04.2025; accepted for publication 10.05.2025.

© Медеяева З.П., Шишляников А.В., Арутюнян К.Г., 2025

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_148

EDN: NREJSO

#### Совершенствование экономических взаимоотношений в масложировом подкомплексе АПК

Павел Андреевич Чередниченко<sup>1</sup>, Алена Леонидовна Маркова<sup>2✉</sup>

<sup>1, 2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж Россия

<sup>2</sup> malena1411@mail.ru✉

**Аннотация.** Рассмотрен масложировой подкомплекс АПК как сложная интегрированная система, включающая производство и переработку масличного сырья, производство растительных масел и продуктов на их основе, а также связанные с этим сферы торговли и промышленности. Он объединяет отрасли сельскохозяйственного производства, перерабатывающей индустрии и торговлю с целью выпуска высококачественной продукции пищевого и технического назначения. Показаны взаимодействия и взаимоотношения между субъектами масложирового подкомплекса; определены современные вызовы, сдерживающие возможности и потенциал развития; выделены основные направления совершенствования экономических взаимоотношений: создание экспортно ориентированных кластеров, объединяющих производителей семян масличных культур, переработчиков и торговых партнеров; формирование совместных предприятий (СП) для реализации инвестиционных проектов, что снижает капиталоемкость и сроки окупаемости, а также повышает эффективность взаимодействия субъектов подкомплекса; разработка и внедрение региональных целевых программ поддержки производителей масличного сырья и переработчиков, включая субсидии, налоговые льготы и инвестиционные стимулы; оказание государственной поддержки по всей цепочке «производство – переработка – реализация»; оптимизация взаимодействия между сельскохозяйственными производителями и перерабатывающими предприятиями; мобилизация инновационных факторов и внедрение современных технологий для повышения конкурентоспособности и эффективности производства; расширение посевных площадей масличных культур и повышение урожайности за счет рационального использования ресурсов и внедрения научно-технических достижений; организация глубокой переработки масличного сырья с выпуском инновационной продукции, обеспечивающей рост добавленной стоимости и расширение ассортимента; активное развитие внешнеэкономических связей и генерирование условий для устойчивого спроса и стабильных экспортных поставок; создание центров подготовки специалистов всех категорий персонала для обеспечения квалифицированными кадрами предприятий подкомплекса.

**Ключевые слова:** масложировой подкомплекс, экономические взаимоотношения, основные вызовы, механизм регулирования, направления совершенствования

**Для цитирования:** Чередниченко П.А., Маркова А.Л. Совершенствование экономических взаимоотношений в масложировом подкомплексе АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 148–155. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_148-155](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_148-155).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Improving economic relations in the oil and fat subcomplex of Agro-Industrial Complex

Pavel A. Cherednichenko<sup>1</sup>, Alena L. Markova<sup>2✉</sup>

<sup>1, 2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> malena1411@mail.ru✉

**Abstract.** The paper considers fat and oil subcomplex of Agro-Industrial Complex as a sophisticated integrated system, including the production and processing of oilseeds, the production of vegetable oils and products based on them, as well as related areas of trade and industry. It integrates into a whole the branches of agricultural production, processing industry and trade in order to produce high-quality food and technical products. The authors identified interactions and relationships between the subjects of fat and oil subcomplex and modern challenges constraining the possibilities and development potential. They highlighted main directions for improving economic relations, i.e. the creation of export-oriented clusters uniting producers of oilseeds, processors and trading partners; the formation of joint ventures for the implementation of investment projects,

which reduces capital intensity and payback periods, as well as increases the effectiveness of interaction between the subjects of the subcomplex; the development and implementation of regional targeted programs to support producers and processors of oil raw material, including subsidies, tax concessions and investment allowance; provision of state support along the entire chain of production – processing – implementation; optimization of interaction between agricultural producers and processing enterprises; mobilization of innovative factors and the introduction of modern technologies to increase competitiveness and production efficiency; expansion of acreage of oilseeds and an increase of crop yields through the rational use of resources and the introduction of scientific and technical achievements; organization of deep processing of oilseed raw material with the release of innovative products that increase value added and expansion of assortment; active development of foreign economic relations and arrangement of conditions for sustainable demand and stable export supplies; creation of training centers for specialists of all categories of personnel to provide skilled workforce for enterprises of the subcomplex.

**Keywords:** fat and oil subcomplex, economic relations, main challenges, regulatory mechanism, areas for improvement

**For citation:** Cherednichenko P.A., Markova A.L. Improving economic relations in the oil and fat subcomplex of Agro-Industrial Complex. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):148-155. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_148-155](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_148-155).

**М**асложировой подкомплекс, наряду с зерновым, является системообразующим сектором АПК и играет важную роль в формировании продовольственных ресурсов внутреннего рынка и экспортного потенциала страны. Продукция подкомплекса востребована как пищевой продукт и сырье для хлебопекарной, кондитерской и консервной промышленности, а также как высокобелковая кормовая база для животноводства. Масложировой подкомплекс России сохраняет устойчивую тенденцию к развитию, что подтверждается ростом производства семян масличных культур, растительных масел (жмыхов, шротов), а также увеличением производственных мощностей. В 2024 г. в России было произведено более 10,4 млн т растительных масел, что на 6,9% больше, чем в предыдущем году. Также страна наращивает экспорт масложировой продукции – в 2023 г. он составил 11,2 млн т, что на 34,3% больше, чем в 2022 г. [4].

Масложировой подкомплекс России представляет собой сложную интегрированную систему, включающую производство и переработку масличного сырья, производство растительных масел и продуктов на их основе, а также связанные с этим сферы торговли и промышленности. Он объединяет отрасли сельскохозяйственного производства, перерабатывающей индустрии и торговлю с целью выпуска высококачественной продукции пищевого и технического назначения. В России действует Масложировой союз, объединяющий около 42 предприятий отрасли и смежных с ней секторов экономики. На долю участников союза приходится около 85% производства растительных масел и продуктов их переработки. Союз занимается координацией деятельности, представлением интересов отрасли в государственных органах, содействием развитию и интеграции предприятий масложирового подкомплекса [9].

Взаимодействие между субъектами масложирового подкомплекса осуществляется на основе механизма рыночного и государственного регулирования и включает в себя:

- технологическую цепочку: связь между производителями сырья, перерабатывающими предприятиями и потребителями;
- договорные отношения: формализованные соглашения между участниками для обеспечения стабильности поставок и цен;
- государственную поддержку: предоставление субсидий, налоговых льгот и других мер для стимулирования развития отрасли [5].

Следует отметить, что в настоящее время при взаимодействии субъектов масложирового подкомплекса возникают несколько основных вызовов:

- отсутствие долгосрочных контрактов, что приводит к нестабильности поставок и цен и затрудняет планирование и развитие предпринимательской деятельности;
- ограниченность достаточного финансирования, что сдерживает возможности и потенциал развития подкомплекса;

- неразвитость транспортно-логистических отношений, препятствующая эффективному функционированию цепочки поставок;
- сложности, с которыми субъекты подкомплекса сталкиваются при регистрации в системах, что может замедлить выход на рынок;
- невысокая конкурентоспособность на мировом рынке;
- недостаточное внедрение инновационных техники и технологий, препятствующее повышению эффективности производства и конкурентоспособности;
- наличие разногласий между заказчиками и потребителями, что требует точечных экспресс-мер для решения;
- отсутствие сырьевых зон, что снижает потенциал местных перерабатывающих предприятий и др.

Обобщение экономической литературы и анализ практики взаимодействия субъектов масложирового подкомплекса с целью повышения эффективности экономических взаимоотношений в нем позволили выделить следующие направления их совершенствования.

1. Создание экспортно ориентированных кластеров, объединяющих производителей семян масличных культур, переработчиков и торговых партнеров. Кластер масложирового подкомплекса включает в себя сельскохозяйственных товаропроизводителей, выращивающих масличные культуры, маслоэкстракционные и жировые комбинаты, а также предприятия хранения, транспортировки и подтверждения качества продукции. Все объекты объединены технологической цепочкой и координируются специализированной организацией – центром кластерного развития. Важной составляющей кластера является транспортно-логистическая инфраструктура, обеспечивающая эффективное перемещение крупных партий продукции автомобильным, железнодорожным и водным транспортом, что критично для экспортной ориентированности. В рамках кластера формируется продуктово-технологическая схема производства, предусматривающая многоэтапные производственные процессы, локализацию производства и безотходные технологии, что повышает экономическую эффективность и экологическую устойчивость [6].

В России уже достигнуты определенные результаты в создании экспортно ориентированных кластеров в масложировом подкомплексе, особенно на региональном уровне, создавшие следующие ключевые преимущества:

- повышение конкурентоспособности продукции на международных рынках за счет интеграции всех этапов производства – от выращивания масличных культур до переработки и упаковки, что позволяет выпускать продукцию высокого технологического передела, соответствующую международным стандартам качества;
- рост маржинальности и снижение затрат участников цепи добавленной стоимости благодаря кооперации, сокращению транзакционных издержек, оптимизации логистики и локализации производства, что повышает конкурентоспособность и позволяет удерживать большую часть прибыли на территории России;
- привлечение иностранных инвестиций, в частности российско-китайских совместных предприятий, что снижает капиталоемкость проектов и сроки их окупаемости, а также способствует развитию новых перерабатывающих мощностей в регионах;
- расширение экспортных рынков и диверсификация поставок, включая такие ключевые направления, как Китай, Казахстан и другие страны, что повышает устойчивость спроса и снижает риски, связанные с зависимостью от одного рынка;
- развитие транспортно-логистической инфраструктуры и сервисов, включая создание оптовых распределительных центров и онлайн-платформ для упрощения сделок и сокращения временных и стоимостных издержек при экспорте и внутреннем сбыте;
- формирование инновационной и безотходной производственной цепочки, что повышает экономическую и экологическую эффективность подкомплекса [9].

2. Создание совместных предприятий (СП) для реализации инвестиционных проектов, что снижает капиталоемкость и сроки окупаемости, а также повышает эффективность взаимодействия субъектов подкомплекса.

К основным преимуществам совместных предприятий в масложировом подкомплексе относятся:

- объединение активов и ресурсов субъектов (финансовых, производственных, интеллектуальных);
- распределение рисков и снижение капиталоемкости инвестиционных проектов;
- доступ к новым технологиям, рынкам и повышение эффективности производства;
- возможность интеграции перерабатывающего звена с сельскохозяйственными товаропроизводителями для укрепления сырьевой базы;
- повышение финансовой устойчивости и прибыльности предприятия при успешной реализации инвестиционного проекта.

При взаимодействии в совместных предприятиях важно обеспечить прозрачную структуру управления и равные права партнеров, что снижает риски конфликтов и способствует эффективной их работе. Взаимодействие субъектов может строиться в рамках кластерной модели, что оптимизирует координацию и усиливает конкурентные преимущества региона. Региональные власти могут способствовать созданию СП через организацию агентств и управление предпринимательской средой [1].

3. Разработка и внедрение региональных целевых программ поддержки производителей масличного сырья и переработчиков, включая субсидии, налоговые льготы и инвестиционные стимулы. Региональные власти разрабатывают проекты программ, предусматривающие меры поддержки производителей и переработчиков, которые затем получают субсидии из федерального бюджета на софинансирование своих расходов. Участие в программах возможно для сельскохозяйственных товаропроизводителей, научных и образовательных организаций, а также перерабатывающих предприятий, при условии выполнения установленных требований по качеству и объемам производства. Формирование агропромышленных объединений и кластеров способствует координации действий производителей и переработчиков, улучшению экономических взаимоотношений и повышению конкурентоспособности продукции масложирового подкомплекса на внутреннем и внешнем рынках.

4. Обеспечение государственной поддержки по всей цепочке «производство – переработка – реализация», что повышает экспортный потенциал и способствует модернизации подкомплекса. По опыту 2024 г. на 2025 г. для масложирового подкомплекса в России планируется ряд конкретных мер государственной поддержки, направленных на развитие производства, повышение конкурентоспособности и снижение импортозависимости:

- увеличение мощностей по переработке масличных культур на 5% к 2025 г., что позволит довести переработку до 35 млн т в год;
- продолжение реализации подпрограммы в рамках государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельхозпродукции, предусматривающей финансирование научно-исследовательских работ, селекцию и семеноводство, разработку новых технологий выращивания и переработки масличных культур, а также создание кормовых добавок с целью повышения качества кормов для животноводства;
- финансирование подпрограммы в объеме около 1 млрд руб. в 2025 г. из федерального бюджета и внебюджетных источников, направленное на инновационное развитие отрасли и снижение зависимости от импортных кормовых добавок и биологически активных веществ;
- поддержка развития глубокой переработки масличных культур на региональном уровне, в частности в Сибирском федеральном округе с целью повышения добавленной стоимости и конкурентоспособности продукции;

- стимулирование расширения посевных площадей под масличные культуры почти на 600 тыс. га в 2025 г., что обеспечит рост сырьевой базы для масложировой промышленности;

- повышение экспорта масложировой продукции, который в 2024 г. вырос более чем на 10% в физическом выражении, с акцентом на подсолнечное масло – ключевой экспортный продукт отрасли;

- создание благоприятных условий для привлечения инвестиций, включая иностранные, и совершенствование законодательной базы для повышения конкурентоспособности масложирового сектора.

Таким образом, меры господдержки включают финансовое стимулирование научных и технологических разработок, расширение производственных мощностей, поддержку экспорта и сырьевой базы, а также развитие региональных кластеров и инвестиционного климата [10].

5. Оптимизация взаимодействия между сельскохозяйственными производителями и перерабатывающими предприятиями.

Для оптимизации взаимодействия между сельскохозяйственными производителями и перерабатывающими предприятиями в масложировом подкомплексе могут применяться следующие современные технологии:

- искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение. ИИ позволяет анализировать данные в реальном времени, прогнозировать спрос и качество сырья, а также оптимизировать производственные процессы и логистику, что помогает принимать обоснованные решения, снижать издержки и повышать качество продукции;

- большие данные и аналитика. Интеграция систем сбора и анализа больших данных позволяет эффективно управлять цепочкой поставок, отслеживать сырье от производителя до переработчика, прогнозировать возможные сбои и оптимизировать запасы;

- технологии подключения и обмена данными в реальном времени. Использование оптоволоконных сетей, 5G и Ethernet обеспечивает надежную и быструю связь между всеми участниками производственно-перерабатывающей цепочки, что ускоряет обмен информацией, координацию действий и позволяет оперативно реагировать на изменения;

- промышленный «Интернет вещей» (IIoT) и межмашинное взаимодействие (M2M). Эти технологии обеспечивают прямое информационное взаимодействие между оборудованием, системами управления и участниками цепочки, что делает процессы более прозрачными и управляемыми в режиме реального времени. Применение IIoT способствует сокращению рисков отказов и повышению безопасности производства;

- автоматизированные системы управления и цифровые платформы. Внедрение ERP-систем и специализированных платформ для управления качеством и логистикой позволяет стандартизировать процессы, улучшать планирование и снижать операционные затраты [2].

Комплексное внедрение цифровых технологий, включая искусственный интеллект, аналитику больших данных, современные коммуникационные сети и IIoT, значительно повышает эффективность и прозрачность взаимодействия между сельхозпроизводителями и переработчиками в масложировом подкомплексе.

6. Мобилизация инновационных факторов и внедрение современных технологий для повышения конкурентоспособности и эффективности производства. Мобилизация инновационных факторов – это формирование динамических способностей и ключевых компетенций предприятий, которые позволяют адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и обеспечивают устойчивое конкурентное преимущество, что включает создание и реконфигурацию ресурсов, выстраивание эффективных отношений и реакционные способности компаний; использование интегрированного ресурсно-рыночного подхода для стратегического выбора и развития предприятий, что способствует более эффективному

управлению инновационными процессами; активное развитие межотраслевых связей и интеграционных тенденций, что позволяет согласовывать технологические и экономические параметры производства, расширять сырьевую базу и использовать достижения селекции и агротехнологий для повышения урожайности масличных культур.

Внедрение современных технологий включает: техническую модернизацию предприятий за счет обновления оборудования для хранения и переработки масличных культур, что повышает производительность и качество продукции; своевременное внедрение инновационных технологий производства масличных культур, что способствует увеличению рентабельности и снижению издержек; комплексное использование сырья и утилизацию отходов производства для повышения экологичности и экономической эффективности производства; разработку и применение точных и эффективных систем прогнозирования развития подкомплекса, что позволяет адаптировать стратегию развития к текущим и будущим рыночным условиям.

7. Расширение посевных площадей масличных культур и повышение урожайности за счет рационального использования ресурсов и внедрения научно-технических достижений. В 2025 г. площади под масличными культурами могут вырасти на 5,5% и достичь 20 млн га. Внедрение инновационных технологий и передового опыта позволяет повысить урожайность масличных культур на 28–40% и увеличить рентабельность производства в 1,5–2 раза за счет интенсификации и ресурсосбережения. Для повышения эффективности производства необходим переход к новым технологиям, включая высокоэффективную, высокоточную и ресурсосберегающую технику, что может увеличить производительность труда в 4–5 раз и снизить затраты на производство единицы продукции в 1,5–3 раза [5].

8. Организация глубокой переработки масличного сырья с выпуском инновационной продукции, что увеличит добавленную стоимость и расширит ассортимент.

К основным способам глубокой переработки масличного сырья можно отнести:

- комплексную переработку отходов масложировой промышленности для получения кормовых добавок, концентратов, функциональных продуктов питания, способствующую увеличению выхода полезных компонентов;

- производство белковых изолятов и концентратов, а также растительной клетчатки из сои и других масличных культур. Эти продукты востребованы в мясоперерабатывающей, хлебобулочной, кондитерской промышленности, а также в диетическом и спортивном питании;

- производство масел с получением стеариновых и олеиновых кислот, глицерина, жирных спиртов, аминов, которые используются в выпуске резиновых изделий, полимеров, косметики и фармацевтических компонентов, значительно повышающих маржинальность продукции;

- извлечение ценных компонентов из растительных масел – жирных кислот, фосфолипидов, фитостеролов и других, позволяющих создавать инновационные продукты с полезными свойствами;

- разработку технологий получения высококонцентрированных белковых продуктов из льняного и другого масличного сырья с функциональными свойствами, сравнимыми с соевым белком.

В России реализуются крупные проекты по глубокой переработке масличных культур. Например, Группа Компаний «ЭФКО» ввела в эксплуатацию завод в Белгородской области, выпускающий соевые изоляты, концентраты и растительную клетчатку для пищевой промышленности, что способствует импортозамещению. В Липецкой области строится комплекс по переработке сои и рапса с производством гидратированного масла, белковых концентратов и шрота, что отвечает растущему спросу на продукцию глубокой переработки. Планируется запуск проектов по рафинации и глубокой переработке с мощностями до 165 тыс. т в год, что позволит стабилизировать стоимость масла

и сократить импорт. Развитие глубокой переработки рапсового масла рассматривается как новое перспективное направление, учитывая ограничения на экспорт и избыточные мощности по добыче масла. Это позволит производить широкий спектр продуктов с высокой добавленной стоимостью [7].

9. Активное развитие внешнеэкономических связей, особенно с ключевыми торговыми партнерами и адаптацией продукции под требования внешних рынков, и создание условий для устойчивого спроса и стабильных экспортных поставок. Среди основных торговых партнеров России в масложировом сегменте выделяются Китай, страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС), а также другие крупные мировые рынки. Особое значение имеет сотрудничество с Китаем, где наблюдается растущий интерес к российской масложировой продукции и реализуются совместные инвестиционные проекты. Развитие внешнеэкономических связей с такими странами, как Китай, Индия, Бразилия, а также с традиционными партнерами из Европы и Азии, способствует диверсификации экспортных рынков и снижению зависимости от нестабильных регионов.

10. Создание центров подготовки специалистов всех категорий персонала для обеспечения квалифицированными кадрами предприятий подкомплекса. Центры должны включать лаборатории и производственные базы для практического обучения и внедрения новых технологических схем переработки масел и жиров, что подтверждается опытом ВНИИЖиров и других профильных институтов. Внедрение современных методов, таких как экструзионная обработка, СВЧ-обработка и другие технологические инновации, позволит повысить качество подготовки специалистов. Крупные компании, например ГК «ЭФКО», создают собственные научно-инновационные центры и учебные базы для подготовки персонала, что является ответом на дефицит квалифицированных кадров и необходимость персонального развития. Создание учебных центров малого бизнеса и развитие инфраструктуры предпринимательства на региональном уровне способствуют подготовке кадров, готовых работать в современных условиях на объектах масложировой промышленности и смежных сферах [3].

В совокупности реализация этих направлений обеспечит создание устойчивой, инновационной и конкурентоспособной системы экономических взаимоотношений в масложировом подкомплексе АПК, способствуя росту производства, переработки и экспорта его продукции.

#### Список источников

1. Беспалов А. «Умные» технологии для повышения эффективности технологических процессов // Control Engineering Россия. 2016. № 5(65). С. 33–36.
2. В ЕАЭС развиваются инновации в масложировой отрасли [Электронный ресурс] // ЕЭК. Евразийская экономическая комиссия. Новости. 03.03.2021. URL: <https://eec.eaeunion.org/news/v-eaes-razvivayutsya-innovatsii-v-maslozhirovoj-otrasli/> (дата обращения: 11.03.2025).
3. В РФ в 2024 году производство растительных масел выросло на 6,9% [Электронный ресурс] // МСП. Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства. 13.02.2025. URL: <https://corpmsp.ru/about/press/news/novosti-ekonomiki/v-rf-v-2024-godu-proizvodstvo-rastitelnykh-masel-vyroslo-na-6-9/> (дата обращения: 12.03.2025).
4. Кольчевская О.П. Механизм взаимодействия участников регионального объединения в масложировом подкомплексе // Проблемы экономики. 2009. № 1(8). С. 95–102.
5. Лексина А.А. Комплексная модель рационального функционирования и развития кластера масложирового подкомплекса // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11, № 3. С. 621–644. DOI: 10.18334/ppib.11.3.121654.
6. Перспективные тренды и направления научно-технологического развития индустрии питания (по итогам выполнения научно-исследовательских работ по заказу Минсельхоза России. Центр Прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК: переработка сельскохозяйственного сырья в пищевую, кормовую и иную продукцию). Лекция Симаковой И.В., доктора технических наук [Электронный ресурс]. URL: [https://www.vavilovsar.ru/files/pages/27976/1607076224\\_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf](https://www.vavilovsar.ru/files/pages/27976/1607076224_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf). (дата обращения 05.03.2025).

7. Посевы масличных культур в России займут четверть посевных площадей [Электронный ресурс] // Сайт OleoScope. Сетевое издание о новостях и тенденциях масложирового рынка. 23.03.2025. URL: <https://oleoscore.com/news/posevy-maslichnyh-v-rossii-vyrastut/> (дата обращения: 23.03.2025).

8. Сысоева Т.Л. Оценка эффективности создания совместного предприятия с зарубежным партнером // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 2. С. 100–108.

9. Чепелева К.В. Взаимодействие участников масложирового подкомплекса АПК Сибири на основе кластерной структуры // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11, № 2. С. 385–400. DOI: 10.18334/ppib.11.2.121120.

10. Чепелева К.В., Овсянко Л.А. Государственная поддержка субъектов масложирового подкомплекса регионов Сибирского федерального округа в условиях развития агроэкспорта // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2024. № 1(31). С. 3–16. DOI: 10.36718/2500-1825-2024-1-3-16.

### References

1. Bepalov A. Smart technologies for increasing the efficiency of technological processes. *Control Engineering Russia*. 2016;5(65):33-36. (In Russ.).

2. Innovations in the fat and oil industry are developing in the EAEU. EEC. The Eurasian Economic Commission. News. 03.03.2021. URL: <https://eec.eaeunion.org/news/v-eaes-razvivayutsya-innovatsii-v-maslozhirovoj-otrasli/>. (In Russ.).

3. In the Russian Federation in 2024, the production of vegetable oils increased by 6.9%. SME. Federal Corporation for the Development of Small and Medium-Sized Enterprises. 13.02.2025. URL: <https://corpmsp.ru/about/press/news/novosti-ekonomiki/v-rf-v-2024-godu-proizvodstvo-rastitelnykh-masel-vyroslo-na-6-9/>. (In Russ.).

4. Kolchevskaya O.P. Members' cooperation method at the region's commune in oil-fat subcomplex. *Problems of Economics*. 2009;1(8):95-102. (In Russ.).

5. Leksina A.A. A comprehensive model of the rational operation and development of the fat-and-oil subcomplex cluster. *Food Policy and Security*. 2024;11(3):621-644. DOI: 10.18334/ppib.11.3.121654. (In Russ.).

6. Promising trends and directions of scientific and technological development of the food industry (based on the results of research commissioned by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Center for Forecasting and monitoring of scientific and technological development of the Agro-Industrial Complex: processing of agricultural raw material into food, feed and other products). Lecture by Simakova I.V., Doctor of Engineering Sciences. URL: [https://www.vavilovsar.ru/files/pages/27976/1607076224\\_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf](https://www.vavilovsar.ru/files/pages/27976/1607076224_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf). (In Russ.).

7. Oilseed crops in Russia will occupy a quarter of the sowing area. OleoScope Website. Online publications concerning the news and trends of the fat and oil market. 23.03.2025. URL: <https://oleoscore.com/news/posevy-maslichnyh-v-rossii-vyrastut/>. (In Russ.).

8. Sysoeva T.L. Evaluation of the effectiveness of creating a joint venture with foreign partner. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2018;2:100-108. (In Russ.).

9. Chepeleva K.V. Interaction of the participants of the fat-and-oil subcomplex of the Siberian agricultural industry on the basis of the cluster structure. *Food Policy and Security*. 2024;11(2):385-400. DOI: 10.18334/ppib.11.2.121120. (In Russ.).

10. Chepeleva K.V., Ovsyanko L.A. State support of the oil and fat subcomplex entities of the Siberian Federal District regions under agroexport development conditions. *Socio-economic and Humanitarian Journal*. 2024;1:3-16. DOI: 10.36718/2500-1825-2024-1-3-16. (In Russ.).

### Информация об авторах

П.А. Чердниченко – аспирант кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 89050491246@mail.ru.

А.Л. Маркова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», malena1411@mail.ru.

### Information about the authors

P.A. Cherednichenko, Postgraduate Student, the Dept. of Organization of Production and Entrepreneurial Activity in the Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 89050491246@mail.ru.

A.L. Markova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, malena1411@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 26.03.2025; одобрена после рецензирования 29.04.2025; принята к публикации 10.05.2025.

The article was submitted 26.03.2025; approved after reviewing 29.04.2025; accepted for publication 10.05.2025.

© Чердниченко П.А., Маркова А.Л., 2025

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.436.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_156

EDN: NTQVNE

#### Оценка эффективности инвестиционной деятельности ИАПФ

Юлия Владимировна Марышева<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> serik-yuliya@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Стабильное функционирование регионального АПК в целом во многом зависит от устойчивого экономического развития хозяйствующих субъектов, при этом одним из ключевых факторов, определяющих его темпы и характер, является активная управляемая инвестиционная деятельность. Оценка эффективности организации инвестиционной деятельности любого субъекта невозможна без глубокого анализа специфики его бизнес-процессов, способности функционировать в условиях экономической нестабильности, жесткой конкуренции, а также показателей финансово-экономического состояния. Выполнен анализ динамики основных показателей развития АПК Воронежской области в целом и агропромышленного холдинга ООО ГК «Агроэко», специализирующегося на производстве свинины, структурные подразделения которого располагаются на территории Воронежской и Тульской областей. На основе изучения динамики производства продукции сельского хозяйства региона за 2016–2023 гг. определена тенденция роста удельного веса сельскохозяйственных предприятий и К(Ф)Х в производстве продукции отрасли. Выявлены особенности организации инвестиционной деятельности интегрированных агропромышленных формирований на примере ООО ГК «Агроэко» как системообразующего животноводческого предприятия холдингового типа. Произведен расчет рентабельности инвестиций по каждому участнику агрохолдинга и по отраслям АПК, установлено отсутствие зависимости рентабельности инвестиций от объема вложенных средств, рассмотрена структура капитальных инвестиций в разрезе специализации хозяйствующих субъектов, участвующих в ИАПФ, а также определен объем инвестирования в прирост оборотного капитала. Выявлена потребность интегрированного агропромышленного формирования в дополнительном финансировании на протяжении 2018–2023 гг. В результате исследования определена недостаточная эффективность организации инвестиционной деятельности. Показана необходимость разработки на основе концептуального подхода модели устойчиво-эффективной организации инвестиционной деятельности ИАПФ с учетом долгосрочных целей развития.

**Ключевые слова:** инвестиции, инвестиционная деятельность, рентабельность инвестиций, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, агропромышленная интеграция

**Для цитирования:** Марышева Ю.В. Оценка эффективности инвестиционной деятельности ИАПФ // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 156–168. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_156-168](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_156-168).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Assessment of efficiency of investment activities of the integrated agro-industrial formation

Yuliya V. Marysheva<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> serik-yuliya@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The stable functioning of the regional Agro-Industrial Complex as a whole largely depends on the sustainable economic development of business units, while one of the key factors determining its rate of growth and character is active administered investment activity. Assessment of the effectiveness of the organization of investment activities of any business unit is not possible without a thorough analysis of the specifics of its business processes, the ability to function in conditions of economic instability, fierce competition, as well as indicators of financial and economic situation. The analysis of the dynamics of the main indicators of Voronezh regional Agro-Industrial Complex development as a whole and Agro-Industrial Holding Agroeco Group of Companies, specializing in pork production, whose structural divisions are located in Voronezh and Tula Oblasts.

Based on the study of the dynamics of agricultural production in the region for the period from 2016 to 2023, the author determined the upward trend in the share of agricultural enterprises and peasant household farming units in agricultural industry production. The peculiarities of the organization of investment activities of integrated agro-industrial formations are revealed in a specific context of Agroeco Group of Companies as a system-forming livestock enterprise of the holding type. The author performed calculation of the return on investment for each participant of the agricultural holding and by branches of Agro-Industrial Complex; detected the absence of dependence of the return on investment on the volume of invested funds; considered the structure of capital investments in the context of specialization of business units participating in the integrated agro-industrial formation (IAIF); calculated the amount of investment in working capital gain; revealed the need of the integrated agro-industrial formation for additional financing during 2018-2023; as a result of study, determined the insufficient effectiveness of the organization of investment activities; discussed the necessity of developing a model based on a conceptual approach for the sustainable and efficient organization of investment activities of the IAIF, taking into account long-term development goals.

**Keywords:** investments, investment activity, return on investments (ROI), Agro-Industrial Complex, agriculture, agro-industrial integration

**For citation:** Marysheva Yu.V. Assessment of efficiency of investment activities of the integrated agro-industrial formation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):156-168. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_156-168](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_156-168).

Организация инвестиционной деятельности в современном агропромышленном комплексе, который представляет собой сложную систему взаимозависимых отраслей и подотраслей, имеет задачу сохранения и приумножения конкурентных преимуществ производства и производимой продукции, в основе которых лежит цепочка «производство – переработка – заготовка – транспортировка – реализация товарной продукции». Такой подход позволяет реализовать концепцию «от поля до вилки» в рамках создания и развития интегрированных агропромышленных формирований (ИАПФ).

К основным вариантам образования ИАПФ следует отнести:

- создание инвестором и неплатежеспособной организацией нового предприятия с сохранением базового хозяйства;
- присоединение предприятия-банкрота к эффективно функционирующему предприятию с потерей юридического лица;
- образование интегрированной структуры предприятием-интегратором и неплатежеспособным предприятием на долевых началах, при этом контрольный пакет находится у инвестора [7].

Региональная аграрная сфера – это система, которая включает в себя большое количество производственных составляющих, имеющих внутренние и внешние связи. В структуре регионального агропромышленного комплекса Воронежской области, согласно статистическим данным по состоянию на конец 2023 г., доля растениеводства составляет 58,7%, животноводства – 41,3%.

За последние пять лет, по данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [5], Воронежская область показывает устойчивую динамику роста продукции сельского хозяйства. По итогам 2023 г. регион впервые вошел в тройку главных аграрных регионов Российской Федерации. В 2023 г. был достигнут один из самых высоких результатов в истории региона по валовому сбору зерновых и зернобобовых культур (6,3 млн т), сахарной свеклы (6,6 млн т) и подсолнечника (1,3 млн т). Объем продукции сельского хозяйства области в 2024 г. составил 338,5 млрд руб., что соответствует 86,1% к уровню 2023 г.

Хозяйства всех категорий Воронежской области в 2023 г. произвели сельскохозяйственной продукции на 122,2 млрд руб. больше, чем в 2016 г. (темп прироста составил 61,3%), при этом темпы роста продукции растениеводства и животноводства составили соответственно 144,9 и 192,2% (табл. 1).

Таблица 1. Продукция сельского хозяйства Воронежской области по категориям хозяйств, млрд руб.

| Показатели                                 | Годы  |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 2023 г.<br>в % к 2016 г. |       |           |       |           |       |           |
|--|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
|  | 2016  | % к итогу | 2017  | % к итогу | 2018  | % к итогу | 2019  | % к итогу | 2020  | % к итогу |                          | 2021  | % к итогу | 2022  | % к итогу | 2023  | % к итогу |
| <i>Хозяйства всех категорий</i>            |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |                          |       |           |       |           |       |           |
| Продукция сельского хозяйства              | 199,3 | 100,0     | 193,9 | 100,0     | 219,2 | 100,0     | 221,9 | 100,0     | 262,3 | 100,0     | 319,4                    | 100,0 | 368,2     | 100,0 | 321,5     | 100,0 | 161,3     |
| в том числе: растениеводства               | 130,2 | 65,3      | 120,8 | 62,3      | 135,4 | 61,8      | 135,3 | 61,0      | 169,4 | 64,6      | 204,9                    | 64,1  | 237,5     | 64,5  | 188,7     | 58,7  | 144,9     |
| животноводства                             | 69,1  | 34,7      | 73,1  | 37,7      | 83,8  | 38,2      | 86,7  | 39,0      | 92,9  | 35,4      | 114,6                    | 35,9  | 130,7     | 35,5  | 132,8     | 41,3  | 192,2     |
| <i>Сельскохозяйственные организации</i>    |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |                          |       |           |       |           |       |           |
| Продукция сельского хозяйства              | 110,3 | 55,3      | 105,2 | 54,2      | 130,6 | 59,5      | 140,7 | 63,4      | 168,0 | 64,0      | 209,6                    | 65,6  | 248,1     | 67,4  | 221,0     | 68,7  | 200,4     |
| в том числе: растениеводства               | 70,5  | 35,3      | 60,0  | 31,0      | 71,9  | 32,8      | 76,8  | 34,6      | 99,7  | 38,0      | 121,5                    | 38,0  | 150,7     | 40,9  | 120,9     | 37,6  | 171,5     |
| животноводства                             | 39,9  | 20,0      | 45,2  | 23,2      | 58,6  | 26,7      | 63,8  | 28,8      | 68,3  | 26,0      | 88,2                     | 27,6  | 97,4      | 26,5  | 100,1     | 31,1  | 250,9     |
| <i>Хозяйства населения</i>                 |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |                          |       |           |       |           |       |           |
| Продукция сельского хозяйства              | 65,6  | 32,9      | 68,2  | 35,2      | 63,9  | 29,2      | 50,5  | 22,8      | 57,9  | 22,1      | 65,9                     | 20,6  | 65,3      | 17,7  | 59,5      | 18,5  | 90,3      |
| в том числе: растениеводства               | 38,2  | 19,2      | 42,3  | 21,9      | 40,7  | 18,6      | 30,0  | 13,6      | 35,8  | 13,7      | 42,1                     | 13,1  | 34,6      | 9,4   | 29,6      | 9,2   | 77,5      |
| животноводства                             | 27,4  | 13,7      | 26,0  | 13,3      | 23,2  | 10,6      | 20,5  | 9,2       | 22,1  | 8,4       | 23,8                     | 7,5   | 30,6      | 8,3   | 29,8      | 9,3   | 108,8     |
| <i>Крестьянские (фермерские) хозяйства</i> |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |                          |       |           |       |           |       |           |
| Продукция сельского хозяйства              | 23,4  | 11,8      | 20,5  | 10,6      | 24,7  | 11,3      | 30,7  | 13,8      | 36,4  | 13,9      | 44,0                     | 13,8  | 54,8      | 14,9  | 41,0      | 12,8  | 175,2     |
| в том числе: растениеводства               | 21,5  | 10,8      | 18,6  | 9,6       | 22,7  | 10,4      | 28,4  | 12,8      | 33,9  | 12,9      | 41,3                     | 12,9  | 52,2      | 14,2  | 38,2      | 11,9  | 177,7     |
| животноводства                             | 1,9   | 1,0       | 1,9   | 1,0       | 2,0   | 0,9       | 2,3   | 1,0       | 2,5   | 1,0       | 2,7                      | 0,9   | 2,7       | 0,7   | 2,9       | 0,9   | 152,6     |

Источник: рассчитано автором на основе [3].

Объемы производства продукции хозяйствующими субъектами также имели положительную динамику.

Сельскохозяйственные организации к концу 2023 г. нарастили объем производства на 100,4% по сравнению с 2016 г., в том числе по отраслям растениеводства и животноводства соответственно на 71,5 и на 150,9%.

В крестьянских (фермерских) хозяйствах было произведено продукции на 17,6 млрд руб., или на 75,2%, больше, чем в 2016 г.

Хозяйства населения показывают отрицательную динамику производства сельскохозяйственной продукции: этой категорией производителей к концу 2023 г. произведено на 6,1 млрд руб. меньше продукции, чем в 2016 г. Снижение произошло за счет спада производства продукции растениеводства: за 8 исследуемых лет темп роста составил 77,5%.

Одной из тенденций сельскохозяйственного производства региона последних лет является возрастание роли коммерческих организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Так, доля организаций в производстве продукции сельского хозяйства выросла к концу 2023 г. до 68,7%, доля К(Ф)Х – до 12,8%. При этом удельный вес произведенной продукции хозяйствами населения сократилась с 32,9 до 18,5% (на 10% в растениеводстве и на 4,4% в животноводстве).

Крупнейшим производителем в АПК региона среди интегрированных агропромышленных формирований (ИАПФ) по состоянию на конец 2022 г. стало ООО ГК «Агроэко», выручка которого составила 36 887 млн руб., или 17,9% выручки от реализации агропромышленной продукции региона [9].

ООО ГК «Агроэко» представляет собой современный агропромышленный холдинг, специализирующийся на производстве свинины. Структурные подразделения ИАПФ располагаются на территории Воронежской и Тульской областей.

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, ООО ГК «Агроэко» является системообразующим предприятием в отрасли животноводства в Воронежской области [5].

Земли, принадлежащие ИАПФ, расположены в Верхнемамонском, Калачеевском, Новохоперском, Таловском, Бобровском, Бутурлиновском, Воробьевском, Поворинском, Павловском районах Воронежской области. По состоянию на 01.01.2023 площадь сельскохозяйственных угодий агрохолдинга составляла 57 247 га (2,2% от всех сельхозугодий области), в том числе пашни – 56 441 га.

По данным Федеральной налоговой службы (ФНС) России, агрохолдинг владеет более 97% уставных капиталов двенадцати хозяйствующих субъектов на территории Воронежской и Тульской областей (выраженные признаки холдингового объединения) и 1% уставного капитала ООО «Агроэко-Менеджмент» (неявные признаки объединения). По состоянию на конец 2023 г. в его состав входили:

- организации, производящие продукцию сельского хозяйства (ООО «Агроэко-Воронеж», ООО «АПК Агроэко», ООО «Агроэко-Восток», ООО «Дубрава», ООО «Экополе», ООО «Тульская мясная компания»);

- перерабатывающие предприятия (ООО «Агроэко-Юг», ООО «Экомикс»), предприятия торговли и грузоперевозок (ООО «Агроэко-Переработка», ООО «Агроэко-Маркет», ООО «Агроэко-Логистика»);

- предприятия смежных отраслей (ООО «Агроэко-ИТ», ООО «Агроэко-Менеджмент») (табл. 2).

Таблица 2. Доля участия в дочерних и зависимых организациях ООО ГК «Агроэко», %

| Дочерние и зависимые общества | Годы |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
|                               | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| ООО «АПК Агроэко»             | 98   | 98   | 98   | 98   | 98   |
| ООО «Агроэко-Воронеж»         | 97   | 97   | 97   | 97   | 98   |
| ООО «Агроэко-Восток»          | 97   | 97   | 97   | 97   | 98   |
| ООО «Агроэко-Юг»              | 97   | 97   | 97   | 97   | 98   |
| ООО «ТМК»                     | 97   | 97   | 97   | 97   | 97   |
| ООО «Экомикс»                 | 97   | 97   | 97   | 97   | 98   |
| ООО «Агроэко-Переработка»     | 99   | 99   | 99   | 99   | 99   |
| ООО «Агроэко-Менеджмент»      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| ООО «Экополе»                 | –    | 100  | 98   | 98   | 98   |
| ООО «Агроэко-Маркет»          | –    | 100  | 98   | 98   | 98   |
| ООО «Агроэко-Логистика»       | –    | 100  | 98   | 98   | 98   |
| ООО «Дубрава»                 | –    | –    | –    | 98   | 98   |
| ООО «Агроэко-ИТ»              | –    | –    | –    | –    | 99   |
| Всего предприятий объединения | 8    | 11   | 11   | 12   | 13   |

Источник: составлено автором на основе [1].

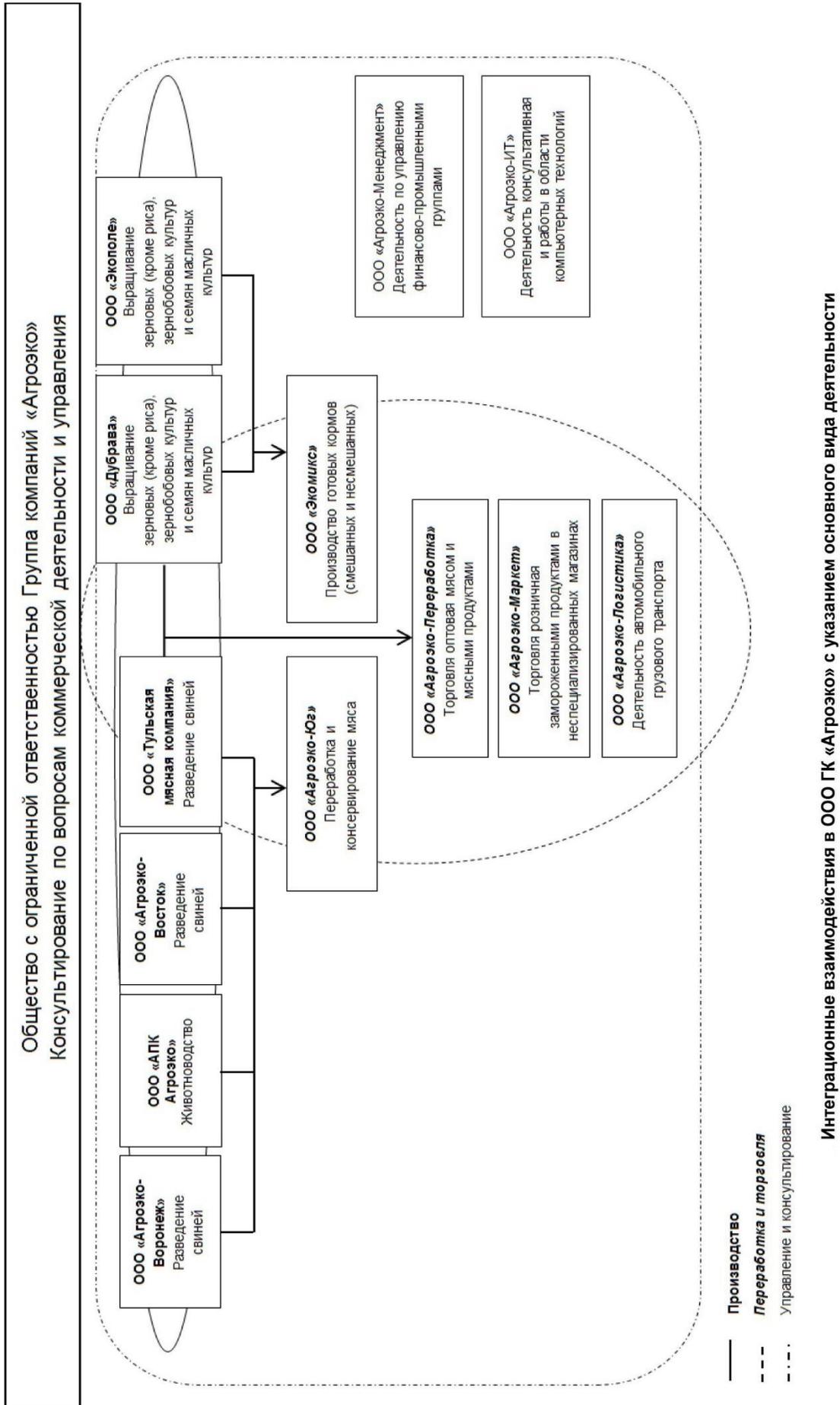
Деятельность ООО ГК «Агроэко» вертикально интегрирована (см. рис.). Такой вид интеграции предполагает, что продукция производственных предприятий животноводства и растениеводства поступает на предприятия обрабатывающей отрасли (переработка мяса и производство кормов), а затем на предприятия оптовой и розничной торговли.

В составе холдинга функционирует 49 свиноводческих площадок (в том числе две селекционно-генетические), пять комбикормовых заводов, растениеводческий кластер, автотранспортные предприятия, молочная ферма, мясоперерабатывающее предприятие, сеть фирменных магазинов. Общая численность сотрудников превышает 9 тыс. человек [2].

Финансовое состояние организации определяется через показатели ликвидности, финансовой устойчивости, деловой активности и эффективности деятельности.

Проведенная оценка показателей ликвидности ООО ГК «Агроэко» показала, что на протяжении исследуемого периода коэффициенты абсолютной и промежуточной ликвидности находятся в рамках нормативных значений. Коэффициент текущей (общей) платежеспособности показывает, способна ли компания покрыть активами все свои обязательства. Считается, что значение коэффициента текущей ликвидности должно находиться в диапазоне 1,5–2. В рамки нормативных значений коэффициент текущей ликвидности попал только к концу 2023 г. (табл. 3).

Эксперты отмечают, что излишек или недостаток ликвидных средств является нежелательными, так как это говорит о снижении эффективности использования оборотных активов предприятия. Хозяйствующему субъекту необходимо регулировать наличие ликвидных средств в пределах оптимальной потребности, которая варьирует для каждого отдельного предприятия в зависимости от его размера, отрасли производства, длительности производственного цикла, продолжительности оборота, сезонности работы предприятия и др. [8].



Источник: составлено автором.

Таблица 3. Показатели финансового состояния структурных подразделений, входящих в состав ООО ГК «Агроэко»

| Показатели   | Годы  |      |      |      |      |      | Оптимальное значение |
|--|-------|------|------|------|------|------|----------------------|
|  | 2018  | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |                      |
| Показатели ликвидности   |       |      |      |      |      |      |                      |
| Коэффициент абсолютной ликвидности                               | 0,26  | 0,20 | 0,30 | 0,48 | 0,43 | 0,61 | ≥0,2                 |
| Коэффициент промежуточной ликвидности                            | 0,78  | 0,81 | 0,70 | 0,86 | 0,81 | 1,18 | >0,7                 |
| Коэффициент текущей ликвидности                                  | 1,28  | 1,26 | 1,16 | 1,39 | 1,33 | 1,82 | 1,5–2,0              |
| Коэффициент утраты платежеспособности                            | 0,63  | 0,63 | 0,59 | 0,72 | 0,66 | 0,97 | >1,0                 |
| Показатели финансовой устойчивости                               |       |      |      |      |      |      |                      |
| Коэффициент автономии  | 0,39  | 0,29 | 0,30 | 0,32 | 0,35 | 0,44 | ≥0,5                 |
| Коэффициент маневренности  | 0,15  | 0,24 | 0,13 | 0,33 | 0,27 | 0,42 | >0,1                 |
| Коэффициент финансовой зависимости                               | 0,61  | 0,70 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,56 | ≤0,5                 |
| Коэффициент финансовой устойчивости                              | 0,79  | 0,73 | 0,75 | 0,72 | 0,71 | 0,78 | ≥0,75                |
| Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами    | 0,22  | 0,21 | 0,13 | 0,28 | 0,25 | 0,45 | 0,4–0,5              |
| Коэффициент соотношения заемного и собственного капитала         | 1,33  | 1,94 | 2,05 | 1,75 | 1,45 | 0,99 | 0,5–0,7              |
| Финансовый леверидж (рычаг)                                      | 1,54  | 2,38 | 2,38 | 2,11 | 1,83 | 1,30 | <1                   |
| Показатели деловой активности                                    |       |      |      |      |      |      |                      |
| Коэффициент оборачиваемости активов                              | 0,87  | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,71 | 0,79 | –                    |
| Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности           | 10,96 | 6,01 | 6,10 | 6,01 | 5,42 | 5,51 | –                    |
| Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности            | 7,41  | 5,20 | 6,01 | 7,57 | 6,80 | 6,87 | –                    |
| Оборачиваемость дебиторской задолженности в днях                 | 50    | 71   | 61   | 49   | 54   | 54   | –                    |
| Коэффициент оборачиваемости материально-производственных запасов | 7,60  | 5,47 | 4,74 | 4,12 | 4,21 | 4,50 | –                    |
| Оборачиваемость материально-производственных запасов в днях      | 49    | 67   | 78   | 89   | 87   | 82   | –                    |
| Длительность финансового цикла                                   | 99    | 138  | 139  | 138  | 141  | 136  | –                    |
| Показатели рентабельности  |       |      |      |      |      |      |                      |
| Рентабельность продаж (ROS)                                      | 0,13  | 0,08 | 0,08 | 0,14 | 0,08 | 0,16 | –                    |
| Рентабельность активов (ROA)                                     | 0,11  | 0,05 | 0,06 | 0,10 | 0,06 | 0,12 | –                    |
| Рентабельность собственного капитала (ROE)                       | 0,30  | 0,16 | 0,20 | 0,33 | 0,18 | 0,31 | –                    |
| Рентабельность инвестиций (ROI)                                  | 0,58  | 0,18 | 0,15 | 0,94 | 0,51 | 0,79 | –                    |
| Операционная рентабельность (EBIT Margin)                        | 0,13  | 0,08 | 0,08 | 0,14 | 0,08 | 0,16 | –                    |

Источник: рассчитано автором на основе [1].

Анализ коэффициентов финансовой устойчивости ООО ГК «Агроэко» за период с 2018 по 2023 г. выявил следующие негативные характеристики:

- коэффициент автономии находится ниже нормативного значения (несмотря на положительную динамику роста на 12,8 п.п.), следовательно, собственные средства составляют менее половины активов предприятия, а коэффициент финансовой зависимости превышает нормативное значение;

- определенная величина коэффициента соотношения заемных и собственных средств свидетельствует о превышении заемных средств над собственными в 1,5–2 раза с 2018 по 2022 г., к концу 2023 г. коэффициент стал равен 0,99;

- величина собственных оборотных средств ООО ГК «Агроэко» имеет положительное значение, однако на протяжении 2018–2022 гг. коэффициент обеспеченности был недостаточно высоким и не достигал нормативного значения; ситуация изменилась в 2023 г., когда коэффициент стал равен 0,45;

- высокое значение коэффициента финансового рычага имел тенденцию к снижению (оптимальное значение коэффициента колеблется в пределах 0,5–0,8), однако на конец 2023 г. он составил 1,30, превысив нормативное значение, что позволяет сделать вывод о повышенных рисках для ИАПФ.

В ООО ГК «Агроэко» наблюдается тенденция снижения коэффициентов деловой активности за период с 2018 по 2023 г. Сокращение коэффициента оборачиваемости активов на 0,08 ед. говорит о необходимости более эффективного управления активами, а также о необходимости привлекать больше инвестиций в оборотные и основные средства в целях устранения простоя оборудования. Снижение коэффициента оборачиваемости кредиторской задолженности на 5,45 ед. может быть обусловлено ее увеличением, а также просрочкой платежей предприятия контрагентам. Также наблюдается незначительное падение коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности вследствие увеличения объема предоставляемого кредита партнерам предприятия.

Положительной тенденцией является оборачиваемость дебиторской задолженности более высокими темпами по сравнению с кредиторской задолженностью в 2021–2023 гг. В качестве наиболее негативного момента следует отметить сокращение коэффициента оборачиваемости, что говорит об ухудшении ликвидности структуры баланса, что может привести к падению финансовой устойчивости предприятия.

Следствием сокращения коэффициентов оборачиваемости дебиторской задолженности и материально-производственных запасов стало увеличение финансового цикла агрохолдинга на 37 дней. Чем длительнее финансовый цикл компании, тем медленнее средства возвращаются в организацию и тем больше потребность бизнеса в деньгах, которую необходимо восполнять из различных собственных и заемных источников.

Рентабельность активов ООО ГК «Агроэко» (максимальное значение в 2023 г. составляло 0,12) свидетельствует о высокой эффективности их использования по сравнению с другими сельскохозяйственными предприятиями страны (7,9%) [6]. Показатели рентабельности продаж были также выше среднеотраслевых по стране (в среднем 16% против 13,5%).

Показатели рентабельности собственного капитала и инвестиций имели положительную динамику на протяжении исследуемого периода (темпы роста соответственно 103,3 и 135,4%).

Динамика инвестиций в связи с приобретением, созданием, модернизацией, реконструкцией и подготовкой к использованию внеоборотных активов по интегрированному агропромышленному формированию ООО ГК «Агроэко» была положительной в течение периода исследования. Исключением является 2021 г., когда наблюдался существенный спад вложений, вызванный мировым экономическим кризисом и, как следствие, сокращением инвестиционной активности как в АПК, так в целом в экономике страны (табл. 4).

Таблица 4. Инвестиции в основной капитал ООО ГК «Агроэко»

| Показатели                        | Годы     |             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |
|-----------------------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
|                                   | 2018     |             | 2019     |             | 2020     |             | 2021     |             | 2022     |             | 2023     |             |
|                                   | млн руб. | в % к итогу |
| Всего инвестиций                  | 6610,9   | 100,0       | 15736,6  | 100,0       | 27761,3  | 100,0       | 9313,1   | 100,0       | 11703,7  | 100,0       | 17077,6  | 100,0       |
| Сельскохозяйственное производство |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |
| ООО «АПК Агроэко»                 | 379,3    | 5,7         | 62,9     | 0,4         | 67,3     | 0,2         | 79,2     | 0,9         | 88,0     | 0,8         | 441,3    | 2,6         |
| ООО «Агроэко-Воронеж»             | 1159,4   | 17,5        | 3317,1   | 21,1        | 1912,1   | 6,9         | 479,8    | 5,2         | 876,2    | 7,5         | 405,4    | 2,4         |
| ООО «Агроэко-Восток»              | 287,9    | 4,3         | 2446,9   | 15,5        | 5316,1   | 19,1        | 3815,9   | 41,0        | 1962,8   | 16,8        | 2078,4   | 12,2        |
| ООО «Тульская мясная компания»    | 3188,5   | 48,2        | 7529,8   | 47,8        | 2008,3   | 7,2         | 1083,8   | 11,6        | 1428,1   | 12,2        | 1182,7   | 6,9         |
| ООО «Экополе»                     | -        | -           | -        | -           | 872,1    | 3,1         | 201,8    | 2,2         | 140,3    | 1,2         | 308,0    | 1,8         |
| ООО «Дубрава»                     | -        | -           | -        | -           | -        | -           | -        | -           | 967,6    | 8,3         | 927,2    | 5,4         |
| Всего по отрасли                  | 5015,1   | 75,9        | 13356,7  | 84,9        | 10175,9  | 36,7        | 5660,5   | 60,8        | 5463,0   | 46,7        | 5343,0   | 31,3        |
| Переработка и торговля            |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |
| ООО «Агроэко-Юг»                  | 456,0    | 6,9         | 2048,3   | 13,0        | 2458,6   | 8,9         | 3068,3   | 32,9        | 5281,1   | 45,1        | 11237,6  | 65,8        |
| ООО «Экомикс»                     | 1132,0   | 17,1        | 322,6    | 2,0         | 393,0    | 1,4         | 562,7    | 6,0         | 762,2    | 6,5         | 256,3    | 1,5         |
| ООО «Агроэко-Переработка»         | 7,8      | 0,1         | 9,0      | 0,1         | 14733,8  | 53,1        | 0,4      | 0,0         | 2,8      | 0,0         | 185,6    | 1,1         |
| ООО «Агроэко-Маркет»              | -        | -           | -        | -           | -        | -           | 0,9      | 0,0         | 1,3      | 0,0         | 0,5      | 0,0         |
| ООО «Агроэко-Логистика»           | -        | -           | -        | -           | -        | -           | 20,3     | 0,2         | 145,5    | 1,2         | 50,5     | 0,3         |
| Всего по отрасли                  | 1595,8   | 24,1        | 2379,9   | 15,1        | 17585,4  | 63,6        | 3652,6   | 39,2        | 6192,9   | 52,9        | 11730,5  | 68,7        |
| Управление и консультирование     |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             |
| ООО «Агроэко-Менеджмент»          | -        | -           | 0,03     | 0,0         | -        | -           | -        | -           | 47,8     | 0,4         | 3,8      | 0,0         |
| ООО «Агроэко-ИТ»                  | -        | -           | -        | -           | -        | -           | -        | -           | -        | -           | 0,1      | 0,0         |
| Всего по отрасли                  | -        | -           | 0,03     | 0,0         | -        | -           | -        | -           | 47,8     | 0,4         | 3,9      | 0,02        |

Источник: составлено автором на основе [1].

По отраслям АПК, в которых задействованы структурные подразделения ООО ГК «Агроэко», произошло перераспределение инвестиционных средств от производственных предприятий к перерабатывающим хозяйствующим субъектам. Если в 2018 г. основной объем инвестиций агрохолдинга приходился на предприятия отраслей растениеводства и животноводства (75,9%), то к концу 2023 г. сюда было вложено только 31,3% средств. Напротив, удельный вес инвестиций в переработку и торговлю вырос с 24,1% в 2018 г. до 68,7% в 2023 г. Инвестиции в сферу управления и консультирования в 2022–2023 гг. имели незначительный удельный вес.

В целях обеспечения непрерывности производственного процесса интегрированных агропромышленных формирований необходимо своевременно обеспечивать потребности предприятий в оборотных средствах, так как недостаток оборотных средств ведет к остановке производственного процесса, поэтому своевременное вложение инвестиций в текущие активы способствует устойчивому стабильному развитию предприятий аграрной отрасли [4].

Одним из важнейших вопросов организации инвестиционной деятельности в ИАПФ является вопрос инвестирования в прирост оборотного капитала.

Дополнительную потребность во вложениях в оборотные активы предприятия можно определить как инвестиции в изменение текущей финансовой потребности по элементам оборотного капитала: запасам, дебиторской и кредиторской задолженности.

ООО ГК «Агроэко» испытывала потребность в дополнительном финансировании на протяжении 2018–2023 гг. при положительном показателе изменения кредиторской задолженности. Текущие финансовые потребности предприятия выросли с 769,1 млн руб. в 2018 г. до 1904,2 млн руб. в 2023 г., темп роста составил 247,6% (табл. 5).

**Таблица 5. Инвестиции в прирост оборотного капитала ООО ГК «Агроэко», млн руб.**

| Показатели                   | Годы   |        |         |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                              | 2018   | 2019   | 2020    | 2021   | 2022   | 2023   |
| Δ запасы                     | 1217,0 | 3687,2 | 3999,5  | 2072,4 | 1509,0 | 513,6  |
| Δ дебиторская задолженность  | -124,5 | 5955,5 | -2717,5 | 2423,3 | 1594,9 | 2344,1 |
| Δ кредиторская задолженность | 323,4  | 5300,6 | -886,6  | 3268,7 | 1843,7 | 953,8  |
| Δ ТФП                        | 769,1  | 4342,1 | 2168,6  | 1227,0 | 1260,2 | 1904,2 |

Источник: составлено автором на основе [1].

По результатам 2023 г. среди сельскохозяйственных предприятий наиболее высокие показатели рентабельности инвестиций отмечены в ООО «Агроэко-Восток» – 1309,4% на конец 2023 г. В отрасли переработки и торговли наиболее эффективным оказалось ООО «Агроэко-Маркет» – 800,0% (табл. 6).

Рост рентабельности инвестиций ООО ГК «Агроэко» с 58 до 79% за исследуемый период говорит о грамотном распоряжении ресурсами предприятия. Несмотря на сокращение удельного веса инвестиций группы в отрасль сельского хозяйства, рентабельность вложений в производственные предприятия растет. С 2018 г. этот показатель увеличился на 181,1 п.п., в то время как в переработке и торговле имеет отрицательное значение в связи с убыточной деятельностью. При росте удельного веса инвестиций, привлекаемых в переработку, хозяйствующие субъекты отрасли продолжают показывать отрицательные результаты финансово-хозяйственной деятельности, что может быть связано с увеличением затрат на производство, закредитованностью и, как следствие, ростом процентной нагрузки, недостаточной динамикой цен на сельскохозяйственную продукцию.

Таблица 6. Эффективность инвестиций ООО ГК «Агроэко»

| Показатели                        | Годы                   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|
|                                   | 2018                   |                             |                                 | 2019  |                             |                                 | 2020  |                             |                                 | 2021  |                             |                                 | 2022  |                             |                                 | 2023  |                             |                                 |
|                                   | Инвестиции<br>млн руб. | Чистая прибыль,<br>млн руб. | Рентабельность<br>инвестиций, % | Инвестиции<br>в основной капитал,<br>млн руб. | Чистая прибыль,<br>млн руб. | Рентабельность<br>инвестиций, % | Инвестиции<br>в основной капитал,<br>млн руб. | Чистая прибыль,<br>млн руб. | Рентабельность<br>инвестиций, % | Инвестиции<br>в основной капитал,<br>млн руб. | Чистая прибыль,<br>млн руб. | Рентабельность<br>инвестиций, % | Инвестиции<br>в основной капитал,<br>млн руб. | Чистая прибыль,<br>млн руб. | Рентабельность<br>инвестиций, % | Инвестиции<br>в основной капитал,<br>млн руб. | Чистая прибыль,<br>млн руб. | Рентабельность<br>инвестиций, % |
| Сельскохозяйственное производство |                        |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |
| ООО «АПК Агроэко»                 | 379                    | 776                         | 204,7                           | 63  | 785                         | 1246,0                          | 67  | 965                         | 1440,3                          | 79  | 1738                        | 2200,0                          | 88  | 858                         | 975,0                           | 441   | 1212                        | 274,8                           |
| ООО «Агроэко-Воронеж»             | 1159                   | 1825                        | 157,5                           | 3317  | 2058                        | 62,0                            | 1912  | 1676                        | 87,7                            | 480   | 3773                        | 786,0                           | 876   | 2244                        | 256,2                           | 405   | 5303                        | 1309,4                          |
| ООО «Агроэко-Восток»              | 288                    | 1265                        | 439,2                           | 2447  | 456                         | 18,6                            | 5316  | 902                         | 17,0                            | 3816  | 1186                        | 31,1                            | 1963  | 2121                        | 108,0                           | 2078  | 4630                        | 222,8                           |
| ООО «ТМК»                         | 3189                   | -37                         | -                               | 7530  | -452                        | -                               | 2008  | 245                         | 12,2                            | 1084  | 2079                        | 191,8                           | 1428  | 560                         | 39,2                            | 1183  | 1596                        | 134,9                           |
| ООО «Экополе»                     | -                      | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | 872   | 180                         | 20,6                            | 202   | 147                         | 72,8                            | 140   | 586                         | 418,6                           | 308   | 122                         | 39,6                            |
| ООО «Дубрава»                     | -                      | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | 968   | 33                          | 3,4                             | 927   | 892                         | 96,2                            |
| Всего по отрасли                  | 5015                   | 3829                        | 76,4                            | 13357   | 2847                        | 21,3                            | 10175   | 3968                        | 39,0                            | 5661  | 8923                        | 157,6                           | 5463  | 6402                        | 117,2                           | 5342  | 13755                       | 257,5                           |
| Переработка и торговля            |                        |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |
| ООО «Агроэко-Юг»                  | 456                    | -26                         | -                               | 2048  | -77                         | -                               | 2459  | 128                         | 5,2                             | 3068  | -40                         | -                               | 5281  | -387                        | -                               | 11238   | -308                        | -                               |
| ООО «Экомикс»                     | 1132                   | 23                          | 2,0                             | 323   | 1                           | 0,3                             | 393   | 2                           | 0,5                             | 563   | 9                           | 1,6                             | 762   | 0,7                         | 0,1                             | 256   | 19                          | 7,4                             |
| ООО «Агроэко-Переработка»         | 8                      | 13                          | 162,5                           | 9   | 9                           | 100,0                           | 14734   | -1                          | -                               | 0,4   | 9                           | 2250,0                          | 3   | 0,3                         | 10,0                            | 186   | 25                          | 13,4                            |
| ООО «Агроэко-Маркет»              | -                      | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | 0   | -0,1                        | -                               | 1   | -30                         | -                               | 1   | 11                          | 1100,0                          | 1   | 8                           | 800,0                           |
| ООО «Агроэко-Логистика»           | -                      | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | 0   | -0,1                        | -                               | 20  | -124                        | -                               | 145   | -4                          | -                               | 51  | -71                         | -                               |
| Всего по отрасли                  | 1596                   | 10                          | 0,6                             | 2380  | -67                         | -                               | 17586   | 128,8                       | 0,73                            | 3652  | -176                        | -                               | 6192  | -379                        | -                               | 11732   | -327                        | -                               |
| Управление и консультирование     |                        |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |   |                             |                                 |
| ООО «Агроэко-Менеджмент»          | 0                      | 15                          | -                               | 0,03  | -1                          | -                               | 0   | 0,2                         | -                               | 0   | -1                          | -                               | 48  | 4                           | 8,3                             | 4   | -12                         | -                               |
| ООО «Агроэко-ИТ»                  | -                      | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | -   | -                           | -                               | 0,1   | 62                          | 62000,0                         |
| Всего по отрасли                  | 0                      | 15                          | -                               | 0,03  | -1                          | -                               | 0   | 0,2                         | -                               | 0   | -1                          | -                               | 48  | 4                           | 8,3                             | 4,1   | 50                          | 1219,5                          |

Источник: составлено автором на основе [1].

Выявлено, что в ИАПФ существуют возможности диверсификации инвестиционной деятельности, что позволяет распределять риски, а также снижать транзакционные издержки за счет построения векторов горизонтальной и вертикальной интеграции, что следует учитывать в оценке эффективности.

В процессе исследования определено, что среди составляющих агрохолдинга наибольшая рентабельность инвестиций наблюдается в сельском хозяйстве, что позволило установить базовую роль предприятий этой отрасли в интегрированном формировании. Также установлено, что пропорциональное распределение инвестиционных ресурсов в группе компаний относительно неустойчиво: если удельный вес инвестиций в сельское хозяйство в 2018 г. составлял 75,9%, то к концу 2023 г. – 31,3%.

В отчетном периоде значительный объем инвестиционных ресурсов был направлен в отрасли переработки и торговли, однако в связи с убыточной деятельностью предприятия имеют отрицательную рентабельность инвестиций. Следовательно, организацию инвестиционной деятельности ИАПФ можно признать недостаточно эффективной, так как вложения в развитие перерабатывающих хозяйствующих субъектов не приносит положительного финансового результата, а отрасль сельскохозяйственного производства – донорской отраслью при оценке эффективности инвестиций группы предприятий.

Таким образом, учитывая то, что ООО ГК «Агроэко» является типичным интегрированным агропромышленным формированием региона с показателями рентабельности, превышающими среднеотраслевые по стране, следует с учетом долгосрочных целей компании на основе концептуального подхода разработать модель устойчиво-эффективной организации инвестиционной деятельности.

---

**Список источников**

1. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности [Электронный ресурс]. URL: <https://bo.nalog.ru/organizations-card/9082260> (дата обращения: 18.03.2025).
2. Информационная справка ГК «Агроэко» [Электронный ресурс]. URL: [https://agroeco.ru/wp-content/uploads/2025/02/agroeko\\_informacionnaya\\_spravka\\_o\\_kompanii\\_25\\_02\\_2024.pdf](https://agroeco.ru/wp-content/uploads/2025/02/agroeko_informacionnaya_spravka_o_kompanii_25_02_2024.pdf) (дата обращения: 18.03.2025).
3. Коротко о Воронежской области. 2024: Стат. сб. Воронеж: Воронежстат, 2024. 88 с.
4. Курепина К.Л., Учурова Е.О., Бамбеева Д.Э. и др. Инвестиции в оборотные активы сельскохозяйственных предприятий // Инновации и инвестиции. 2023. № 6. С. 24–26.

5. Перечень системообразующих организаций агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/51e/51eaa8c80ceff7be0fdb499a9fdb75a5.pdf> (дата обращения: 20.03.2025).

6. Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг и рентабельность активов организаций по видам экономической деятельности, в процентах (в 2023 году) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_55729/295da02404d085de3420ba1b64cace60fbed002/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/295da02404d085de3420ba1b64cace60fbed002/) (дата обращения: 03.12.2024).

7. Терновых К.С., Шалаев А.В., Плякина А.А. Динамика развития интегрированных структур в АПК региона // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 1(64). С. 99–107. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.99.

8. Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., Воробьева А.М. Состояние и развитие отраслей I и III сфер АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 2(73). С. 126–136. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_2\_126.

9. Marysheva Yu.V. Economic efficiency of the integrated agro-industrial formations of the Voronezh region // Современные технологии в сфере сельскохозяйственного производства и образования: материалы XV международной научно-практической конференции на иностранных языках (Кемерово, 24 октября 2024 г.). Кемерово: ФГБОУ ВО Кузбасский ГАУ, 2024. С. 99–101.

## References

1. The state information resource of accounting (financial) statements. URL: <https://bo.nalog.ru/organizations-card/9082260>. (In Russ.).

2. Information reference of Agroeco Group of Companies. URL: [https://agroeco.ru/wp-content/uploads/2025/02/agroeco\\_informacionnaya\\_spravka\\_o\\_kompanii\\_25\\_02\\_2024.pdf](https://agroeco.ru/wp-content/uploads/2025/02/agroeco_informacionnaya_spravka_o_kompanii_25_02_2024.pdf). (In Russ.).

3. Briefly about Voronezh Oblast. 2024: Statistical Compendium. Voronezh: Voronezhstat; 2024. 88 p. (In Russ.).

4. Kurepina K.L., Uchurova E.O., Bambeeva D.E. et al. Investments in current assets of agricultural enterprises. *Innovations and investments*. 2023;6:24-26. (In Russ.).

5. List of system-forming organizations of Agro-Industrial Complex. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/51e/51eaa8c80ceff7be0fdb499a9fdb75a5.pdf>. (In Russ.).

6. Profitability of goods, products, works, services sold and profitability of assets of organizations by type of economic activity, as a percentage (in 2023). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_55729/295da02404d085de3420ba1b64cace60fbed002](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/295da02404d085de3420ba1b64cace60fbed002). (In Russ.).

7. Ternovykh K.S., Shalaev A.V., Plyakina A.A. Dynamics of development of integrated structures in the regional Agro-Industrial Complex. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(1):99-107. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.99. (In Russ.).

8. Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P., Vorobieva A.M. Current status and development trends of industries of spheres I and III of Russian Agro-Industrial Complex. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(2):126-136. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_2\_126. (In Russ.).

9. Marysheva Yu.V. Economic efficiency of the integrated agroindustrial formations of the Voronezh region. In: Modern technologies in the field of agricultural production and education: Proceedings of the XV International Research-to-Practice Conference in Foreign Languages (Kemerovo, October 24, 2024). Kemerovo: Kuzbass State Agrarian University Publishers; 2024:99-101.

## Информация об авторе

Ю.В. Марышева – аспирант кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [serik-yuliya@yandex.ru](mailto:serik-yuliya@yandex.ru).

## Information about the author

Yu.V. Marysheva, Postgraduate Student, the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [serik-yuliya@yandex.ru](mailto:serik-yuliya@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 10.03.2025; одобрена после рецензирования 15.04.2025; принята к публикации 20.04.2025.

The article was submitted 10.03.2025; approved after reviewing 15.04.2025; accepted for publication 20.04.2025.

© Марышева Ю.В., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 334.7

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_169

EDN: NTVSDH

**Анализ деятельности субъектов малого  
аграрного бизнеса в Республике Татарстан**

Лилия Валериковна Михайлова<sup>1✉</sup>, Айрат Расимович Валиев<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

<sup>1</sup> lilmikhajlova@yandex.ru✉

**Аннотация.** Малые формы хозяйствования уже давно показали свою значимость и функциональность в решении многих социально-экономических проблем на селе, связанных с достижением показателей продовольственной безопасности страны, повышением занятости населения и снижением безработицы, обеспечением сельского и городского населения качественной продукцией, повышением качества жизни сельских жителей и др. Представлен анализ деятельности субъектов малого агробизнеса на примере Республики Татарстан. Выявлено, что малыми формами хозяйствования в регионе производится почти половина сельскохозяйственной продукции, и по прогнозу данный показатель будет увеличиваться. Республика Татарстан является одним из передовых регионов в стране по производству сельскохозяйственной продукции, а более стремительный рост происходит именно в малых формах хозяйствования. Даже в неблагоприятные по природно-климатическим условиям годы потерь в производстве сельскохозяйственной продукции меньше у малых предприятий по сравнению с крупными, что связано с более ответственным отношением к труду в небольших хозяйствах, когда зачастую руководитель и работник хозяйства являются одним и тем же лицом. Приведены основные мероприятия, направленные на дальнейшее развитие субъектов малого аграрного бизнеса с целью повышения их экономической эффективности. В качестве одного из вариантов решения вопросов финансового обеспечения небольших хозяйств предложено дальнейшее функционирование субъектов малого агробизнеса в системе сельскохозяйственной кооперации, так как государственная поддержка потребительских кооперативов в разы превышает объемы, выделяемые обособленным хозяйствам. Показана необходимость государственного вмешательства в решение таких задач, как расширение каналов сбыта продукции малых хозяйств, обеспечение производств высококвалифицированными кадрами, а также актуализация требований и критериев распределения государственной поддержки малым формам хозяйствования.

**Ключевые слова:** субъекты малого агробизнеса, малые формы хозяйствования, хозяйства населения, крестьянские (фермерские) хозяйства, продукция сельского хозяйства, сельское население, сельскохозяйственный потребительский кооператив

**Финансирование:** работа выполнена при поддержке гранта Академии наук Республики Татарстан (соглашение №144/2024 – ПД от 16.12.2024 г.) молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан.

**Для цитирования:** Михайлова Л.В., Валиев А.Р. Анализ деятельности субъектов малого аграрного бизнеса в Республике Татарстан // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 169–177. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_169-177](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_169-177).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Analysis of the activities of small agricultural  
businesses in the Republic of Tatarstan**

Liliya V. Mikhaylova<sup>1✉</sup>, Ayrat R. Valiev<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

<sup>1</sup> lilmikhajlova@yandex.ru✉

**Abstract.** Small business forms have long shown their importance and functionality in solving many socio-economic problems in rural areas related to achieving the country's food security indicators, increasing employment and reducing unemployment, providing rural and urban populations with quality products, improving the quality of life of rural residents, etc. An analysis of the activities of small agribusiness entities using the example of the Republic of Tatarstan is presented. It has been revealed that almost half of agricultural products are produced

in the region by small forms of farming, and according to the forecast, this indicator will be increasing. The Republic of Tatarstan is one of the leading regions in the country in the production of agricultural products, and it is small business entities that are experiencing more rapid growth. Even in unfavorable years due to natural and climatic conditions, losses in agricultural production are lower for small enterprises compared with large ones, which is associated with a more responsible attitude to work in small farms, when often the head and the farm worker acts as the same person. The main measures aimed at further development of small agricultural business entities in order to increase their economic efficiency are presented. The further management of small agribusiness entities in the agricultural cooperative system is proposed as one of the options for solving financial support issues for small farms, since state support for consumer co-operatives is several times higher than the amount allocated to separately functioning farms. The necessity of government intervention in solving such tasks as expanding sales channels for small farms, providing production facilities with highly qualified personnel, as well as updating the requirements and criteria for distributing state support to small businesses is shown.

**Key words:** small agribusiness entities, small forms of management, households of the population, peasant household farming unit, agricultural products, rural population, agricultural consumer co-operative

**Funding:** the research was supported by the Tatarstan Academy of Sciences (Agreement No. 144/2024 – PD of December 16, 2024) due to special purpose grant to young candidates of sciences (postdoctoral research fellows) for defense of doctoral dissertation, for performance of research and development, and fulfillment of the work obligations in research and educational organizations of the Republic of Tatarstan.

**For citation:** Mikhaylova L.V., Valiev A.R. Analysis of the activities of small agricultural businesses in the Republic of Tatarstan. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):169-177. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_169-177](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_169-177).

Ключевую роль малые формы хозяйствования играют в сельском хозяйстве России (по данным Росстата, малые формы хозяйствования ежегодно производят 56,5% всего объема сельхозпродукции), при этом развитие МФХ является важным условием поступательного развития агропромышленного комплекса, который на сегодня признан точкой роста всей национальной экономики.

Малые формы хозяйствования наравне с крупными агрохолдингами являются активными игроками на рынке товаров и услуг, однако их роль в большей степени связана с решением социальных задач на селе, комплексном развитии сельских территорий, улучшением инфраструктурных объектов. В достижении показателей продовольственной безопасности региона и страны, экспортного потенциала важна роль более крупных сельскохозяйственных организаций [6]. В связи с чем можно констатировать, что задачи, выполняемые разными категориями хозяйств, отличаются, но все они важны для устойчивого развития государства в целом.

Динамика изменения индексов производства продукции сельского хозяйства в Республике Татарстан в разрезе основных категорий хозяйств приведена в таблице 1.

Таблица 1. Индексы производства продукции сельского хозяйства в Республике Татарстан, %

| Показатели   | Годы  |       |      |       |      |
|--|-------|-------|------|-------|------|
|  | 2019  | 2020  | 2021 | 2022  | 2023 |
| Хозяйства всех категорий   | 110,1 | 106,2 | 92,9 | 129,3 | 91,2 |
| Сельскохозяйственные организации                                     | 115,0 | 106,6 | 94,6 | 143,2 | 88,9 |
| Хозяйства населения  | 100,2 | 103,7 | 93,3 | 105,7 | 98,6 |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели | 133,1 | 114,7 | 83,7 | 150,7 | 82,7 |

Источник: составлено авторами по данным [14].

Анализ индексов производства продукции сельского хозяйства в регионе по данным за 2023 г. позволяет отметить, что по всем категориям хозяйств значения этих показателей ниже 100%, что говорит о снижении темпов развития всех хозяйств [7]. Производство сельскохозяйственной продукции в регионе к 2023 г. снизилось на 8,8% по сравнению с прошлым годом, что объясняется в первую очередь неблагоприятными погодными условиями в Приволжском федеральном округе, а также ухудшением конъюнктуры рынка. В то же время наименьший спад в производстве продукции сельского хозяйства отмечен в

хозяйствах населения – лишь на 1,4%, что подтверждает выдвинутую гипотезу о наименьшем влиянии глобальных изменений на деятельность малых предприятий.

По результатам анализа индекса производства сельскохозяйственной продукции в 2022 г. можно утверждать, что по всем категориям хозяйств индексы имеют значение выше 100%, при этом наибольший скачок произошел у крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей – на 50,7%, у сельскохозяйственных организаций – на 43,2%. Наименьший скачок прослеживается у хозяйств населения (5,7%), что привело к суммарному росту производства сельскохозяйственной продукции в регионе на 29,3%.

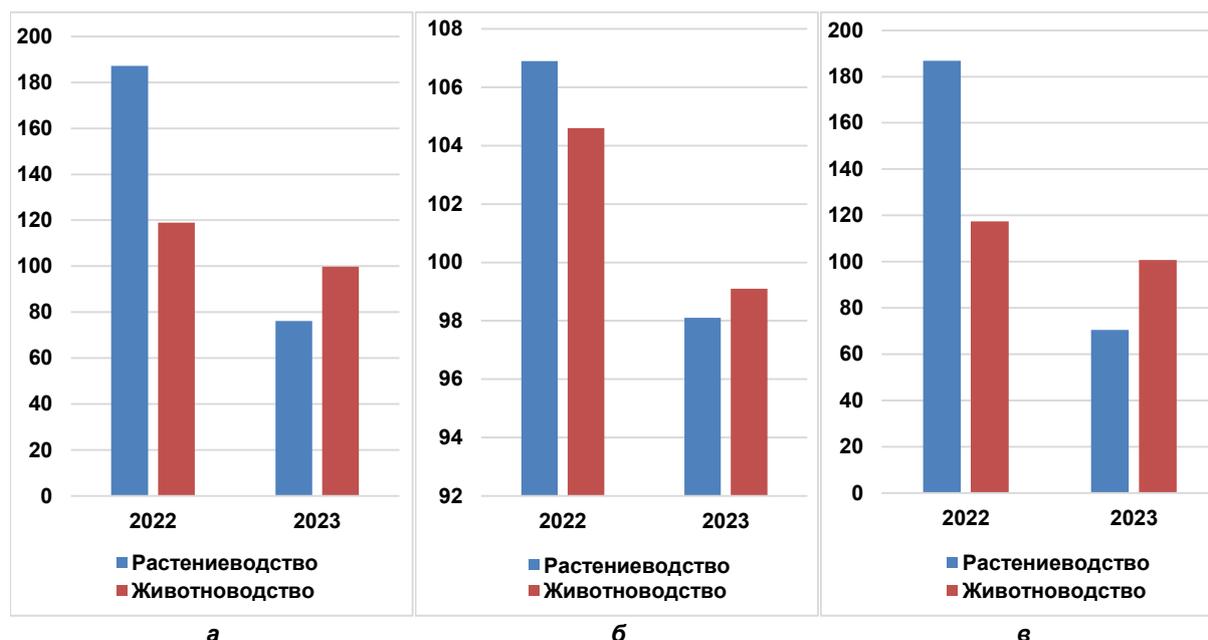


Рис. 1. Индексы производства продукции в основных отраслях сельского хозяйства в Республике Татарстан по категориям хозяйств, %: а – сельскохозяйственные организации; б – хозяйства населения; в – крестьянские (фермерские) хозяйства

Источник: составлено авторами по данным [14].

Анализ индекса производства продукции по основным отраслям растениеводства и животноводства в Республике Татарстан по всем категориям хозяйств подтверждает, что в отчетном году спад произошел именно из-за неблагоприятных погодных условий. В то же время наименьшую зависимость от внешних условий в производстве продукции показывают хозяйства населения, в них наблюдаются изменения по отраслям примерно на одинаковом уровне.

Малые формы хозяйствования специализируются в основном на производстве уникальных товаров, спрос на которые характеризуется небольшими количествами [1]. Концентрация производства основных видов продуктов, таких как зерно, молоко или мясо КРС, происходит в крупных предприятиях. Данное положение объясняется разной ресурсной обеспеченностью хозяйств [4]. Во-первых, наличие больших земельных площадей целесообразно использовать для производства стратегически важных продуктов, таких как зерно, подсолнечник, рапс. Во-вторых, в малых предприятиях обеспеченность сельскохозяйственной техникой невысокая, в связи с чем в них упор делается на производство культур, не требующих высокого уровня механизации выполняемых операций.

Отдельно следует отметить, что в 2022 г. в Республике Татарстан наибольшие темпы роста производства зерна отмечены именно у хозяйств населения (330,4% к уровню 2021 г.), в то время как у сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств данный показатель составлял соответственно 222,4 и 218,2%,

что говорит о потенциале малых форм хозяйствования и в производстве основных видов продукции. В производстве сахарной свеклы также наибольший скачок к 2022 г. наблюдался у хозяйств населения – до 243,7%. Вместе с тем, несмотря на неблагоприятные климатические условия, крестьянским (фермерским) хозяйствам в 2023 г. удалось повысить объем производства продукции на 35,5% по сравнению с прошлым годом. Это говорит о том, что фермеры более приспособлены к внешним условиям хозяйствования, функционируют, учитывая риски и угрозы и применяя свои управленческие качества на практике. К 2023 г. сельскохозяйственные организации нарастили объемы производства картофеля на 16,2% по сравнению с прошлым годом. Однако годом ранее наибольший темп роста объема производства картофеля наблюдался у крестьянских (фермерских) хозяйств (183,6%) [14].

Что касается продукции животноводства, то здесь резких колебаний по отдельным категориям хозяйств не наблюдается: из года в год развитие основных отраслей происходит умеренными темпами во всех категориях хозяйств.

Сельское хозяйство, обеспечивая население страны продуктами питания, является драйвером в достижении показателей продовольственной безопасности страны [2]. К 2030 г. перед аграрными субъектами страны поставлена задача достижения устойчивого среднегодового роста производства в отрасли на уровне 3%, и в этом аспекте наряду с крупными холдингами важна роль и субъектов малого агробизнеса, так как практически половина произведенной региональной продукции сельского хозяйства приходится на малые формы хозяйствования и, соответственно, для более равномерного социально-экономического развития, а также выполнения возложенных на отдельные категории хозяйств задач важно достичь данного стратегического показателя практически по всем категориям хозяйств.

Основываясь на данных производства продукции сельского хозяйства региона по категориям хозяйств составили диаграмму, на которой линии тренда показывают, на сколько в среднем за год будет увеличиваться производство продукции в Республике Татарстан до 2030 г. (рис. 2). Так, например, производство региональной продукции сельского хозяйства ежегодно будет расти в среднем на 12,25 млрд руб., или на 5,8%, а в малых формах хозяйствования – на 2,12 млрд руб., или на 1,8%.

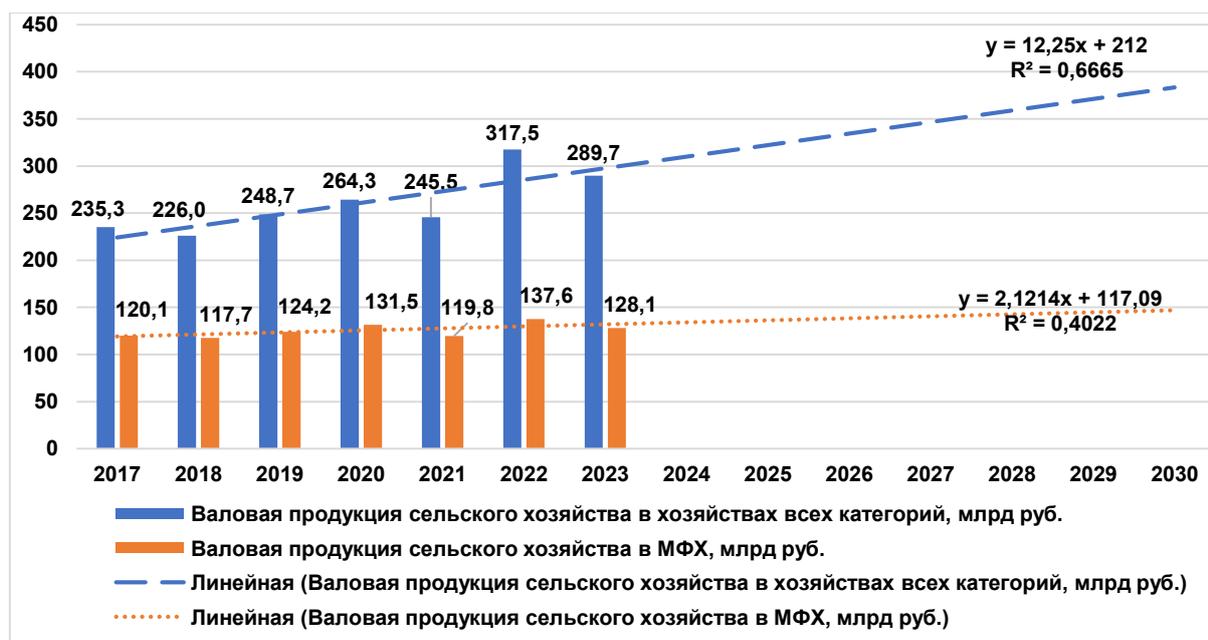


Рис. 2. Динамика производства валовой продукции сельского хозяйства в Республике Татарстан и прогноз до 2030 г.

Исходя из прогнозируемых данных можно предположить, что стратегическую задачу по достижению среднегодового роста производства продукции отрасли на уровне 3% реализовать в малом аграрном бизнесе будет проблематичным. В связи с чем государству необходимо более пристальное внимание обратить именно на данную категорию хозяйств. Для укрепления малого аграрного бизнеса и устойчивого его функционирования предлагается внедрить ряд мер, в числе которых:

- государственная поддержка только тех хозяйств малого аграрного бизнеса, которые показывают эффективность в хозяйственной деятельности;
- государственная поддержка субъектов малого агробизнеса с учетом коэффициента «полезности», связанная с участием конкретного хозяйства в выполнении показателей продовольственной безопасности региона либо экспортной деятельности;
- компенсационные выплаты, включаемые в состав заработной платы, работникам малого агробизнеса на селе с целью сохранения сельского населения.

В первую очередь для дальнейшего развития малого аграрного бизнеса на селе необходимо изучить сохранность сельского населения и именно трудоспособного (табл. 2).

**Таблица 2. Численность сельского населения в Республике Татарстан за 2019–2023 гг.**

| Показатели   | Годы  |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
| Сельское население, тыс. чел.                                  | 922,4 | 925,4 | 926,7 | 929,2 | 930,2 |
| в процентах от общей численности населения                     | 23,2  | 23,2  | 23,2  | 23,2  | 23,2  |
| Из общей численности сельского населения население в возрасте: |       |       |       |       |       |
| - моложе трудоспособного:                                      |       |       |       |       |       |
| тыс. чел.  | 159,4 | 158,6 | 158,6 | 159,4 | 159,4 |
| в процентах  | 17,3  | 17,1  | 17,1  | 17,1  | 17,1  |
| - трудоспособном:  |       |       |       |       |       |
| тыс. чел.  | 499,1 | 511,3 | 508,0 | 521,1 | 515,4 |
| в процентах  | 54,1  | 55,3  | 54,8  | 56,1  | 55,4  |
| Из общей численности сельского населения, тыс. чел.:           |       |       |       |       |       |
| - мужчины  | 450,4 | 452,5 | 453,4 | 455,2 | 455,8 |
| - женщины  | 472,0 | 472,9 | 473,3 | 474,0 | 474,5 |

Источник: составлено авторами по данным [14].

Сельское население от общей численности населения в регионе составляет 23,2%, показатель в динамике по годам стабилен и сохраняется на этом уровне. Учитывая данные таблицы 2, можно предположить, что этот показатель в перспективе может снизиться, так как население в возрасте моложе трудоспособного из общей численности сельского населения составляет лишь 17,1%. Таким образом, государственным органам власти для сохранения трудоспособного сельского населения в регионах необходимо принять комплекс мер [12]. При этом надо понимать, что в современном мире организация практически всех производственных процессов механизирована, автоматизирована и цифровизирована, что требует наличия высококвалифицированных компетентных работников.

Важно также отметить, что из общей численности сельского населения женщины составляют 51%, а в условиях проведения специальной военной операции риск снижения численности мужчин на селе еще больше возрастает, что может негативно отразиться на развитии предпринимательства на селе. Таким образом, одним из проблемных моментов развития аграрного бизнеса выступает снижение численности сельского населения, поэтому государству необходимо проводить целенаправленную работу по сохранению сельского населения, повышению качества жизни на селе и инфраструктурному развитию сельских территорий.

Решение социальных задач на сельских территориях осуществляется посредством развития аграрного бизнеса, которое, в свою очередь, предоставляет больше преимуществ для решения многих социальных задач сельской территории. Например, часть налогов, выплачиваемых субъектами малого агробизнеса, целесообразно направить для инфраструктурного развития сельских территорий данной местности, что будет способствовать увеличению числа сельских предпринимателей, улучшению качества жизни на селе, более равномерному развитию сельских поселений. Таким образом, субъекты малого агробизнеса станут движущей силой предпринимательства на селе, решая при этом многие социальные проблемы сельского населения.

Сельское хозяйство является той отраслью, где результаты хозяйственной деятельности зависят не только от человека или машины, в первую очередь на результаты хозяйственной деятельности влияют природно-климатические условия. Поэтому достичь показателя ежегодного темпа роста производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования, по нашему мнению, можно только при выполнении следующих требований:

- государственное целевое финансирование в необходимом объеме, определяемое региональными властями с участием представителей малого аграрного бизнеса;
- переход на современные технологии, в меньшей степени зависящие от природно-климатических условий;
- бережное отношение работников к труду;
- материальная заинтересованность работника в результатах своего труда;
- активное внедрение на местах элементов цифровизации [8, 13].

Одной из проблем в сельской местности выступает низкий уровень мотивации труда работников, что характерно в первую очередь для малых форм хозяйствования. Это объясняется тем, что прибавочный продукт при сбыте сельскохозяйственной продукции субъектами малого агробизнеса устанавливается на минимальном уровне, как и объемы реализованной продукции, следовательно, что сдерживает рост фонда оплаты труда. В связи с этим государству целесообразно было бы компенсировать за счет бюджетных средств рост заработной платы работников субъектов малого агробизнеса, проживающих в сельской местности и показывающих эффективность в сельскохозяйственном производстве. Также уровень компенсаций можно связать с показателем уровня продовольственной безопасности региона или развитием экспортной деятельности.

Республика Татарстан входит в число лидеров по темпам развития сельского хозяйства в России, в том числе благодаря развитию малых форм хозяйствования. На сегодняшний день в республике насчитывается порядка 401 тыс. хозяйств населения и 2600 крестьянских (фермерских) хозяйств. Огромная работа проводится региональными органами власти по укреплению малого аграрного предпринимательства на селе. Ежегодно Минсельхозом республики составляется рейтинг районов по развитию малых форм хозяйствования, в число лидеров стабильно входят Кукморский, Нурлатский, Алексеевский, Высокогорский районы. Нижние строки рейтинга занимают районы, где сельское хозяйство является не основной отраслью, а также районы, расположенные вблизи крупных городов.

Развитие российского сельского хозяйства происходит экстенсивно, в малых формах хозяйствования в особенности, но такой сценарий не может идти непрерывно, так как ресурсы ограничены [15]. С переходом на новый этап технологического развития сельского хозяйства важно сконцентрироваться на интенсивном развитии МФХ [10]. В небольших хозяйствах нет финансовых средств для стремительного проведения интенсификации производственной деятельности (для закупки дорогостоящего оборудования, современных технологий и повышения квалификации кадров для работы на современном оборудовании). Очевидно, что без государственной поддержки субъектам малого агробизнеса этой цели не достичь.

Государство оказывает поддержку субъектам малого агробизнеса как из федерального бюджета, так и регионального, разрабатывая различные целевые программы. И если рассмотреть объемы выделяемых средств, можно уверенно сказать, что суммы возрастают. Так, например, в 2022 г. на поддержку малых форм хозяйствования в Республике Татарстан было направлено 2,8 млрд руб., что больше на 352 млн руб. по сравнению с 2021 г.

Финансирование малых предприятий происходит с учетом их размеров, государственная поддержка таких производителей осуществляется либо за счет грантов, либо субсидий, выделяемых в небольших объемах. Неудивительно, что для расширенного воспроизводства этих средств не хватает, в этой связи есть необходимость увеличивать государственную поддержку субъектов малого агробизнеса.

Однако среди субъектов малого агробизнеса есть те, кто недобросовестно использует бюджетное финансирование. Другими словами, после истечения обязательств по грантам эти хозяйства закрываются. Многие фермеры-предприниматели объясняют закрытие своего дела убыточностью и невозможностью получения на селе высокой добавленной стоимости. В связи с этим встает вопрос об актуализации требований по распределению государственной поддержки малым формам хозяйствования. По нашему мнению, важнейшими критериями при распределении государственной поддержки хозяйствам-претендентам должны стать: эффективность хозяйствующего субъекта, участие субъекта в решении комплексных проблем на селе, создание рабочих мест и др. С ужесточением требований к претендентам на государственную поддержку целесообразно увеличивать и суммы финансирования в целях более быстрого перехода к интенсивным технологиям, повышения уровня компетентности сотрудников, доведения среднего уровня оплаты труда по хозяйству до среднерегionalных значений, а также возможного участия хозяйств в инфраструктурном развитии сельских местностей.

Еще одним способом получения более значимых сумм государственной поддержки выступает объединение субъектов малого агробизнеса в сельскохозяйственные потребительские кооперативы, бюджетное финансирование которых отличается в разы по сравнению с единолично функционирующими хозяйствами [3]. Так, например, в регионе в 2024 г. 54 кооператива получили субсидии на сумму 252,6 млн руб. в рамках федерального проекта «Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства», в том числе 38 кооперативов – на возмещение понесенных затрат, связанных с закупкой сельскохозяйственной продукции на сумму 199,5 млн руб. С 2022 г. в республике действует программа субсидирования для строительства ферм на территории минимолочных парков, по условиям которой сельскохозяйственные потребительские кооперативы могут возместить до 70% затрат на строительство ферм, но не более 5 млн рублей. За время реализации программы на базе 5 кооперативов для 25 хозяйств населения построены 25 ферм с общим поголовьем 600 коров, кооперативам возмещены затраты на общую сумму 83 млн руб. при собственных инвестициях 35 млн руб.

В настоящее время в республике функционирует 208 кооперативов, объединивших 21 тыс. сельхозтоваропроизводителей, из них 38 ведут деятельность по молочному направлению, по мясному – 35, по овощному – 8. К 2024 г. суммарная выручка сельскохозяйственных потребительских кооперативов достигла 15 млрд руб., годом ранее данный показатель составлял около 13 млрд руб. Таким образом, за последние 5 лет выручка в них увеличилась в 2,5 раза, за год темп прироста по выручке составил 16,3%. Такой высокой денежной выручки удалось добиться, главным образом, за счет рыночных и справедливых цен на произведенную малыми формами хозяйствования продукцию и больших объемов реализации. Повышение денежной выручки хозяйств является резервом роста оплаты труда сельских жителей, в связи с чем в республике организована большая работа по пропаганде объединения субъектов малого агробизнеса в сельскохозяйственные потребительские кооперативы.

Объединение субъектов малого агробизнеса в сельскохозяйственную кооперацию решает множество проблем [11]. Основными целями создания сельскохозяйственных потребительских кооперативов в регионах являются:

- генерирование условий для повышения эффективности сельхозтоваропроизводителей;
- содействие росту доходности малых предприятий посредством сбыта их продукции по более справедливым ценам;
- увеличение доли малых форм хозяйствования в валовом региональном продукте [5, 9].

Развитие аграрного бизнеса является одним из условий для сохранения российских сел и деревень, чему в последнее время придается огромное значение на государственном уровне. В результате принятых государством конкретных мер (например, разработка и внедрение национальных проектов, бюджетное финансирование федеральных программ) наблюдаются положительные сдвиги в развитии малого и среднего предпринимательства на селе.

#### Список источников

1. Агаева Л.К. Формирование долгосрочных планов развития сельских агломераций // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 2(74). С. 113–121. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-113-121.
2. Бурлаков В.Б. Анализ тенденций и рисков функционирования институтов развития сельскохозяйственной потребительской кооперации в условиях новых глобальных вызовов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 4(83). С. 291–299. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_4\_291.
3. Дозорова Т.А., Севастьянова В.М. Эффективность развития кооперативных образований в сельском хозяйстве региона // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 10. С. 103–107. DOI: 10.32651/2110-103.
4. Дозорова Т.А., Тарасова Е.А., Севастьянова В.М. и др. Ресурсный потенциал сельскохозяйственных организаций как конкурентное преимущество эффективного развития сельского хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 4(76). С. 103–110. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-103-110.
5. Малолетко А.Н., Балалова Е.И., Ткач А.В. Сельскохозяйственная кооперация в региональной аграрной экономике // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2022. № 1. С. 12–22. DOI: 10.37984/2076-9288-2022-1-12-22.
6. Минаков А.В., Сафиуллин И.Н., Михайлова Л.В. Развитие сельского хозяйства России и направления повышения его конкурентоспособности на международном рынке // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 2(70). С. 191–198. DOI: 10.12737/2073-0462-2023-191-198.
7. Михайлова Л.В., Мухаметгалиев Ф.Н., Валиев А.Р. Фермерство в Республике Татарстан: их роль в системе аграрного бизнеса и тенденция развития // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 2(74). С. 148–153. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-148-153.
8. Морозова И.А., Сметанина А.И., Сметанин А.С. Программно-целевой подход к управлению устойчивым развитием агробизнеса в контексте цифровой трансформации // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 1. С. 24–30. DOI: 10.32651/241-24.
9. Мухаметгалиев Ф.Н., Авхадиев Ф.Н., Ситдикова Л.Ф. Сельскохозяйственная потребительская кооперация в условиях цифровизации сельской экономики // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 2(66). С. 154–161. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-154-161.
10. Мухаметгалиев Ф.Н., Валиев А.Р., Ситдикова Л.Ф. и др. Основные тренды роста регионального сельского хозяйства: от объемов к устойчивости // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 1(73). С. 117–123. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-117-123.
11. Набиева А.Р. Роль кооперативных организаций в развитии территориальных рынков сельскохозяйственной продукции // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16, № 3(63). С. 147–153. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-147-153.
12. Постнова М.В., Александрова Н.Р., Смирнова Е.А. Занятость и формирование трудового потенциала сельских территорий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 3(70). С. 112–123. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_3\_112.
13. Садырtdинов Р.Р., Низамутдинов М.М. Развитие цифровизации в сельских территориях в постковидный период и его влияние на экономику сельского хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 1(73). С. 124–131. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-124-131.
14. Сельское хозяйство Республики Татарстан: Статистический сборник. Казань: Татарстанстат, 2024. 77 с.

15. Хорольский О.А., Меделяева З.П., Четвертаков И.М. и др. Анализ деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств в современных условиях функционирования АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 4(83). С. 189–197. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_4\_189.

#### References

1. Agaeva L.K. Formation of long-term plans for the development of rural agglomerations. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2024;19(2):113-121. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-113-121. (In Russ.).
2. Burlakov V.B. Analysis of trends and risks in the functioning of development institutions of agricultural consumer cooperation in conditions of new global challenges. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(4):291-299. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_4\_291-299. (In Russ.).
3. Dozorova T.A., Sevastianova V.M. Efficiency of development of cooperative entities in agriculture of the region. *Economics of Agriculture of Russia*. 2021;10:103-107. DOI: 10.32651/2110-103. (In Russ.).
4. Dozorova T.A., Tarasova E.A., Sevastianova V.M. et al. Resource potential of agricultural organizations as a competitive advantage of effective agricultural development. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2024;19(4):103-110. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-103-110. (In Russ.).
5. Maloletko A.N., Balalova E.I., Tkach A.V. Agricultural cooperation in the regional agrarian economy. *Fundamental and Applied Research Studies of the Economics Cooperative Sector*. 2022;1:12-22. DOI: 10.37984/2076-9288-2022-1-12-22. (In Russ.).
6. Minakov A.V., Safiullin I.N., Mikhaylova L.V. Development of agriculture of Russia and directions for increasing its competitiveness in the international market. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2023;18(2):191-198. DOI: 10.12737/2073-0462-2023-191-198. (In Russ.).
7. Mikhaylova L.V., Mukhametgaliev F.N., Valiev A.R. Farming in the Republic of Tatarstan: its role in the agricultural business system and development trends. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2024;19(2):148-153. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-148-153. (In Russ.).
8. Morozova I.A., Smetanina A.I., Smetanin A.S. Program-targeted approach to managing the sustainable development of agribusiness in the context of digital transformation. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024;1:24-30. DOI: 10.32651/241-24. (In Russ.).
9. Mukhametgaliev F.N., Avhadiev F.N., Sitdikova L.F. Agricultural consumer cooperation in the context of digitalization of rural economy. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2022; 17(2):154-161. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-154-161. (In Russ.).
10. Mukhametgaliev F.N., Valiev A.R., Sitdikova L.F. Main trends of regional agriculture growth: from volume to sustainability. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2024;19(1):117-123. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-117-123. (In Russ.).
11. Nabieva A.R. The role of cooperative organizations in the development of regional agricultural markets in the food security system. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2021;16(3):147-153. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-147-153. (In Russ.).
12. Postnova M.V., Aleksandrova N.R., Smirnova E.A. Employment and labor potential formation in rural areas. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(3):112-123. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_3\_112. (In Russ.).
13. Sadyrtidinov R.R., Nizamutdinov M.M. Development of digitalization in rural territories in the post-covid period and its impact on the agricultural economy. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2024;19(1):124-131. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-124-131. (In Russ.).
14. Agriculture of the Republic of Tatarstan: Statistical Compendium. Kazan: Territorial body of Federal State Statistics Service for the Republic of Tatarstan; 2024. 77 p. (In Russ.).
15. Khorolsky O.A., Medelyaeva Z.P., Chetvertakov I.M. et al. Analysis of economic activities of peasant household farming units in present-day conditions of the country's Agro-Industrial Complex functioning. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(4):189-197. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_4\_189-197. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Л.В. Михайлова – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», lilmikhajlova@yandex.ru.

А.Р. Валиев – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, первый проректор ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ayratvaliev@mail.ru.

#### Information about the authors

L.V. Mikhaylova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Organization of Production, Kazan State Agrarian University, lilmikhajlova@yandex.ru.

A.R. Valiev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Corresponding Member, Tatarstan Academy of Sciences, First Vice-Rector, Kazan State Agrarian University, ayratvaliev@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 10.04.2025; одобрена после рецензирования 15.05.2025; принята к публикации 20.05.2025.

The article was submitted 10.04.2025; approved after reviewing 15.05.2025; accepted for publication 20.05.2025.

© Михайлова Л.В., Валиев А.Р., 2025

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.122

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_178

EDN: NUQAYA

#### Основные тенденции развития сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса

Анна Эдуардовна Шилова<sup>1✉</sup>, Анастасия Викторовна Балыкина<sup>2</sup>,  
Екатерина Сергеевна Чуркина<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова,  
Кемерово, Россия,

<sup>1</sup> shilova.anna2014@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** На современном этапе экономического развития России большое внимание уделяется функционированию сельского хозяйства как источника продовольственного обеспечения регионов и инструмента обеспечения продовольственной безопасности страны. Уровень развития регионального сельскохозяйственного производства определяет его конкурентоспособность на российском рынке продовольствия. По данным теоретического обзора трудов отечественных ученых выделены особенности развития сельского хозяйства промышленных регионов: дисбаланс в преобладающем финансировании отраслей промышленности, урбанизация населения, нехватка земельных ресурсов. Рассмотрены особенности ведения производственной деятельности через анализ динамики основных показателей производства продукции животноводства и растениеводства на примере Кемеровской области – Кузбасса. Выявлены тенденции развития аграрного производства в анализируемом регионе как положительной направленности (увеличение надоев на одну корову; рост объема производства продукции растениеводства в целом и на душу населения; полная самообеспеченность по яйцу), так и отрицательной (сокращение поголовья КРС, овец и коз; уменьшение количества пчелосемей и объемов производства меда; недостаточный уровень самообеспечения молоком и мясом). В качестве мероприятий, способствующих развитию сельского хозяйства в регионе, предложены следующие: создание и развитие высокотехнологичных животноводческих комплексов; увеличение объемов выращивания овощей закрытого грунта; контроль за применением удобрений в растениеводстве на региональном уровне. В целом отрасль нацелена на достижение продовольственной самообеспеченности Кемеровской области – Кузбасса основными видами продовольствия и сельскохозяйственного сырья, повышение конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Системный подход к решению существующих проблем в сельском хозяйстве в перспективе даст положительный эффект и выведет отрасль региона на качественно новый уровень развития.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, животноводство, растениеводство, тенденции развития, промышленный регион, Кемеровская область – Кузбасс

**Для цитирования:** Шилова А.Э., Балыкина А.В., Чуркина Е.С. Основные тенденции развития сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 178–189. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_178-189](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_178-189).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Main trends in the development of agriculture in Kemerovo Oblast – Kuzbass

Anna E. Shilova <sup>1</sup>, Anastasia V. Balykina <sup>2</sup>, Ekaterina S. Churkina <sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

<sup>1</sup> shilova.anna2014@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** At the present stage of Russia's economic development, much attention is being paid to the functioning of agriculture as a source of food security for the regions and a tool for ensuring the country's food security. The level of development of regional agricultural production determines its competitiveness in the Russian food market. According to a theoretical review of the works of Russian scientists, the features of the development of agriculture in industrial regions are highlighted: an imbalance in the prevailing financing of industries, urbanization of the population, and a shortage of land resources. The features of conducting production activities are considered through the analysis of the dynamics of the main indicators of animal husbandry and crop production by way of example of Kemerovo Oblast – Kuzbass. The trends in the development of agricultural production in the

analyzed region have been identified as positive (an increase in milk yields per cow; an increase in the volume of crop production in general and per capita; complete self-sufficiency in eggs), and negative (reduction in the number of cattle, sheep and goats; reduction in the number of bee colonies and honey production; self-sufficiency rate deficiency in milk and meat). The following measures have been proposed to promote the development of agriculture in the region: creation and development of high-tech livestock complexes; increasing the volume of indoor vegetable cultivation; control over the use of fertilizers in crop production at the regional level. In general, the industry is aimed at achieving food self-sufficiency in Kemerovo Oblast – Kuzbass with basic types of food and agricultural raw material, increasing the competitiveness and investment attractiveness of agricultural producers. A systematic approach to solving existing problems in agriculture will have a positive effect in the future and will bring the region's industry to a qualitatively new level of development.

**Keywords:** agriculture, animal husbandry, crop production, development trends, industrial region, Kemerovo Oblast – Kuzbass

**For citation:** Shilova A.E., Balykina A.V., Churkina E.S. Main trends in the development of agriculture in Kemerovo Oblast – Kuzbass. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):178-189. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_178-189](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_178-189).

**В** современных условиях сельское хозяйство является фундаментальным компонентом АПК. Именно ему принадлежит ведущая роль по продовольственному обеспечению в рамках регионов и обеспечению продовольственной безопасности в масштабе всей страны. Развитие аграрного производства напрямую влияет на уровень жизни сельского населения, воздействуя на социально-экономические процессы, а также инфраструктуру территорий.

Региональные различия в значительной мере определяют особенности развития сельскохозяйственного производства в регионах с различной отраслевой специализацией. В промышленных регионах возможности развития аграрной сферы ограничены, поэтому анализ специфики таких регионов и дальнейшая разработка мер государственной поддержки являются особенно актуальными.

Представлена характеристика ресурсного и экономического потенциала развития сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса. Проведен теоретический обзор трудов отечественных ученых, изучающих особенности развития агропроизводства Кемеровской области – Кузбасса в контексте промышленной специализации региона [9, 11, 12].

На основании анализа статистических данных Кемеровской области – Кузбасса за период 2012–2021 гг. выявлена динамика основных показателей производства продукции животноводства и растениеводства, а также определены основные тенденции развития сельского хозяйства региона.

Кемеровская область – Кузбасс характеризуется высоким экономическим и ресурсным потенциалом. Регион является промышленным и вносит существенный вклад в экономику не только Сибири, но и страны.

Индустриальную ориентацию региона определяют стратегически важные отрасли – угольная промышленность и металлургия. Кроме того, в Кузбассе развиты энергетика, машиностроение, химическая промышленность.

Несмотря на то что сельское хозяйство не является отраслью специализации, его развитие для Кемеровской области – Кузбасса важно в силу необходимости самообеспечения промышленного региона продукцией сельского хозяйства.

Основными нормативно-правовыми документами по развитию АПК Кемеровской области – Кузбасса являются государственная программа Кемеровской области «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2025 годы [5] и «Стратегия развития сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Кемеровской области на период до 2035 года» [7].

Цель стратегии – создание эффективного аграрного сектора, способного обеспечить потребности региона в основных видах продовольствия и сельскохозяйственного сырья, а также привлечение инвестиций, достижение конкурентоспособности выпускаемой продукции, ориентированной на освоение внутреннего, общероссийского и миро-

вого рынка. Ожидается, что к 2035 г. объем поставок валовой сельскохозяйственной продукции, выраженный в сопоставимых ценах, вырастет на 45% относительно объема 2017 г. В результате это должно привести к повышению самообеспеченности области молоком до 90% (в настоящее время этот показатель находится на уровне 62%), мясом до 85% (48%). Также увеличится загрузка производственных мощностей: в мукомольной отрасли – до 90% (62%), в переработке мяса – до 85% (57%), молока – до 88% (56%), в производстве плодоовощной продукции – до 75% (в 2,5 раза).

Особенности развития сельского хозяйства сквозь призму промышленной специализации региона рассматривают многие отечественные ученые.

Так, О.Б. Столбова, Н.Т. Егорова, В.А. Рябов, А.В. Харитонов в своих трудах поднимают проблему отрицательного влияния промышленной направленности экономики Кемеровской области – Кузбасса на развитие сельского хозяйства, причины обострения которой связаны с нехваткой земельных ресурсов, вызванной переделом земель сельскохозяйственного назначения под нужды добывающей промышленности, в частности добычи угля, что, в свою очередь, влечет экологические проблемы агропроизводства Кузбасса [9, 11].

По мнению А.В. Харитонova, промышленная ориентация препятствует развитию сельского хозяйства, вызывая миграцию населения из сел в города, снижение количества квалифицированных кадров на сельских территориях [11]. Последние два десятилетия государство предпринимало усилия по нивелированию социально-экономического расхождения между городским и сельским населением. Однако в настоящее время данная проблема остается неразрешенной. Развитие инфраструктуры сельских территорий значительно уступает городам.

С другой стороны, А.В. Харитонов отмечает дуалистический характер влияния промышленной ориентации на сельское хозяйство, рассматривая высокий показатель урбанизации населения в совокупности с промышленной направленностью развития региональной экономики, что дает импульс развитию сельскохозяйственного производства, которое направлено на обеспечение и поддержание продовольственной безопасности региона [11].

Несмотря на существующие барьеры, генерируемые промышленной специализацией региона, Кемеровская область – Кузбасс активно развивает сельское хозяйство.

Перспективными направлениями развития АПК в Кемеровской области – Кузбассе являются животноводство, растениеводство и производство пищевых продуктов и напитков. По мнению С.А. Шелковникова, Э.М. Лубковой, А.Э. Шиловой, помимо промышленной специализации региона существует ряд особенностей, формирующих дополнительные риски для сельского хозяйства, например природно-климатические, культурно-исторические, трудовые различия и др. От изменений в управлении агропромышленным комплексом на всех уровнях зависит устойчивость развития экономики страны. Промышленные регионы занимают особое место по причине дисбаланса в направлениях повышения эффективности, которые в основном ориентированы на отрасли промышленности и недостаточно концентрируются на АПК, поэтому необходимы изменения в управленческой деятельности и дополнительные меры в финансовой поддержке [12].

Одним из базовых компонентов продовольственной безопасности страны является выращивание зерновых культур, таких как овес, ячмень, гречиха, пшеница.

Ежегодно губернатор Кемеровской области – Кузбасса ставит новые задачи по выполнению плана в выращивании зерновых культур. Так, в 2022 г. перед производителями зерна был поставлен план сбора в размере 1 миллиона тонн. Несмотря на высокую планку, аграрии собрали рекордное количество зерна в размере 1 миллиона 789,9 тыс. т, что подтверждает высокий потенциал сельскохозяйственных предприятий [8]. Основным потребителем зерна является сама область, однако с 2016 г. зерно стало экспортироваться.

В связи с тем, что Кемеровская область – Кузбасс находится в умеренном поясе, климатические условия региона позволяют выращивать различные овощные и плодово-ягодные культуры, а для стабильного развития отраслей интенсивного животноводства – такие кормовые культуры, как кукуруза и ячмень.

Региональные особенности сельскохозяйственного производства необходимо оценить через анализ динамики основных показателей производства продукции животноводства и растениеводства. В структуре производства продукции сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса в хозяйствах всех категорий в 2021 г. на растениеводство приходилось 58,2%, на животноводство – 41,8% [10].

Животноводство – это отрасль, снабжающая население базовыми продуктами питания, и от его состояния зависит обеспеченность населения региона собственным мясом и молоком. Оценим динамику поголовья скота и птицы в хозяйствах всех категориях Кемеровской области – Кузбасса (табл. 1).

**Таблица 1. Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий Кемеровской области – Кузбасса, тыс. гол.**

| Показатель           | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Абсолютное отклонение 2021 к 2012 г., +/- | Темп роста 2021 к 2012 г., % |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|------------------------------|
| Крупный рогатый скот | 177,7   | 170,2   | 168,3   | 168,9   | 169,1   | 156,8   | 146,6   | 144,0   | 140,5   | 126,8   | -50,9                                     | 71,4                         |
| Коровы               | 86,1    | 83,3    | 80,4    | 78,7    | 77,0    | 71,2    | 67,1    | 65,1    | 63,2    | 57,1    | -29                                       | 66,3                         |
| Свиньи               | 446,2   | 404,7   | 346,7   | 381,3   | 379,4   | 341,2   | 327,6   | 166,8   | 271,56  | 370,5   | -75,7                                     | 83,0                         |
| Лошади               | 12,9    | 11,7    | 11,6    | 11,4    | 10,9    | 10,0    | 8,9     | 8,6     | 8,5     | 7,9     | -5  | 61,2                         |
| Козы                 | 13,2    | 12,94   | 14,28   | 14,42   | 16,8    | 18,2    | 13,5    | 13,7    | 12,63   | 12,4    | -0,8                                      | 93,9                         |
| Овцы                 | 61,8    | 63,02   | 66,96   | 71      | 80,1    | 74,6    | 69,6    | 64,8    | 59,61   | 54,9    | -6,9                                      | 88,8                         |
| Кролики              | 63,5    | 69,57   | 70,03   | 73,67   | 53,6    | 50,1    | 49,8    | 52,7    | 62,2    | 60,6    | -2,9                                      | 95,4                         |
| Птица                | 6061,2  | 6872,9  | 7325,8  | 7547,9  | 7598,6  | 7746,8  | 7455,9  | 7536,3  | 7833,7  | 7814,4  | 1753,2                                    | 128,9                        |
| Пчелосемьи, тыс. шт. | 68,7    | 69,7    | 68,6    | 68,7    | 70,2    | 68,4    | 62,2    | 45,9    | 43,2    | 38,4    | -30,3                                     | 55,9                         |

Источник: составлено авторами по данным [2, 10].

Поголовье скота на территории Кемеровской области – Кузбасса в динамике за 10 лет (с 2012 по 2021 г.) снижается по большинству направлений производства, за исключением птицы, поголовье которой выросло на 28,9%. Сокращение поголовья скота свидетельствует о сокращении производства продукции животноводческой отрасли в регионе. Уменьшение поголовья коров на 29 тыс. говорит о возрастании риска снижения самообеспеченности Кемеровской области мясом и молоком. Сокращение поголовья лошадей за исследуемый период составило 38,8%. Причины таких изменений следующие: постоянный рост затрат на ресурсы, слабая техническая оснащённость, кадровый дефицит и прочее. Практически в два раза сократилось количество пчелосемей. Основной причиной гибели пчелосемей считается нарушение аграриями инструкций и правил применения агрохимикатов и пестицидов при обработке полей [3]. Данная негативная тенденция требует разработки мероприятий по сохранению пчелосемей на территории области.

Для оценки производства продукции животноводства рассмотрим основные показатели деятельности отрасли в регионе (табл. 2).

Таблица 2. Показатели производства продукции животноводства в хозяйствах всех категорий Кемеровской области – Кузбасса

| Показатель   | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Абсолютное отклонение 2021 к 2012 г., +/- | Темп роста 2021 к 2012 г., % |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|------------------------------|
| Производство молока, тыс. т                                    | 355,4   | 335,8   | 337,7   | 336,7   | 333,8   | 326,7   | 302,6   | 302,7   | 302,9   | 283,7   | -71,7                                     | 79,8                         |
| Надоено молока на 1 корову, кг                                 | 3889    | 3885    | 4042    | 4126    | 4168    | 4289    | 4340    | 4581    | 4731    | 4764    | 875                                       | 122,5                        |
| Производство скота и птицы на убой в живом весе, всего, тыс. т | 122,9   | 121,1   | 119,4   | 126,1   | 127,1   | 128,1   | 129,4   | 131,7   | 105     | 143,2   | 20,3                                      | 116,5                        |
| в том числе:   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |                              |
| - крупный рогатый скот   | 28,2    | 22,4    | 23      | 22,6    | 21,6    | 24,8    | 23,9    | 21,9    | 21,8    | 23      | -5,2                                      | 81,5                         |
| - лошади   | 1,2     | 1,2     | 0,9     | 0,9     | 0,9     | 1       | 1,2     | 0,9     | 0,9     | 0,9     | -0,3                                      | 75,0                         |
| - овцы и козы  | 1,3     | 1,5     | 1,4     | 1,7     | 1,8     | 2,3     | 2,2     | 1,9     | 1,9     | 1,8     | 0,5                                       | 138,5                        |
| - птица  | 38,6    | 39,2    | 40,2    | 46,1    | 44,4    | 44,9    | 45,3    | 48,2    | 51,2    | 55,2    | 16,6                                      | 143,0                        |
| - свиньи   | 52,9    | 56,1    | 53,1    | 54,2    | 57,8    | 54,6    | 56,5    | 58,4    | 28,8    | 61,8    | 8,9                                       | 116,8                        |
| Производство меда, т   | 1546    | 1490    | 1514    | 1389    | 1331    | 1122    | 1132    | 1041    | 1084    | 959     | -587                                      | 62,0                         |

Источник: составлено авторами по данным [2, 10].

Из приведенных в таблице 2 данных можно сделать вывод, что несмотря на рост надоев молока на одну корову за исследуемый период на 875 кг (22,5%), общий показатель производства молока в Кемеровской области за десять лет снизился на 20,2%. Это можно объяснить сокращением поголовья коров на 33,7%. Однако необходимо отметить, что темпы сокращения поголовья скота и объемы производства молока неравнозначны. В регионе есть потенциал развития молочного скотоводства.

Примером может служить животноводческий комплекс АО «Ваганово», расположенный в Промышленновском районе Кемеровской области – Кузбасса, где годовой надой на одну голову составляет 10,65 т, а среднесуточный надой – 29,2 кг [1]. К сожалению, в сентябре 2023 г. случился пожар в одном из телятников АО «Ваганово», где, по разным источникам, погибло до 400 телят высокопродуктивного скота, что негативным образом может сказаться на дальнейшем развитии предприятия. Для повышения эффективности молочной отрасли и диверсификации отраслевых рисков требуется создание и развитие современных высокотехнологичных предприятий на территории всего региона.

Производство крупного рогатого скота и лошадей на убой в живом весе сокращается, темп роста составил соответственно 81,5 и 75,0%. Динамика по другим видам продукции положительная, что в совокупности дает увеличение показателя производства скота и птицы на убой в живом весе, темп роста составил 116,5% за исследуемый период.

Производство меда в области сократилось на 38%. Данная тенденция объясняется сокращением количества пчелосемей. В Кемеровской области – Кузбассе для предотвращения негативной ситуации создан координационный совет, в состав которого входят представители прокуратуры, органов исполнительной власти и Кузбасского регионального отделения Союза пчеловодов России [3].

Авторами выполнен анализ динамики посевных площадей сельскохозяйственных культур в Кемеровской области – Кузбассе с 2012 по 2021 г. (табл. 3).

Посевные площади сельскохозяйственных культур в динамике снижаются на 5,4% за исследуемый период. При снижении посевных площадей меняется структура по видам

культур. Значительно увеличились площади под выращивание зернобобовых культур – в 2,2 раза. Площади выращивания картофеля и овощебахчевых культур сократились на 34,7%. Ежегодно уменьшалась площадь посевов кормовых культур – за 10 лет на 22,3%, или на 52,74 тыс. га, данная тенденция обусловливается сокращением поголовья животных за исследуемый период, и, как следствие, снижением потребности в кормах.

Таблица 3. Посевные площади сельскохозяйственных культур Кемеровской области – Кузбасса, тыс. га

| Показатель                         | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Абсолютное отклонение 2021 к 2012 г., +/- | Темп роста 2021 к 2012 г., % |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|------------------------------|
| Вся посевная площадь               | 997,3   | 989,9   | 931,3   | 941,3   | 929,6   | 924,7   | 869,6   | 885,3   | 898,6   | 943,0   | -54,2                                     | 94,6                         |
| Зерновые и зернобобовые культуры   | 653,2   | 621,5   | 588,9   | 599,4   | 598,1   | 598,6   | 536,1   | 551,7   | 576,0   | 609,7   | -43,5                                     | 93,3                         |
| Зернобобовые культуры              | 17,5    | 12,7    | 10,2    | 9,6     | 14,2    | 23,1    | 19,0    | 17,3    | 31,8    | 38,9    | 21,4                                      | в 2,2 р.                     |
| Картофель и овощебахчевые культуры | 43,9    | 41,1    | 39,3    | 39,3    | 35,8    | 34,3    | 31,6    | 30,5    | 29,3    | 28,7    | -15,3                                     | 65,3                         |
| Кормовые культуры                  | 236,6   | 246,9   | 230,2   | 238,2   | 226,3   | 230,0   | 217,9   | 206,4   | 199,5   | 183,8   | -52,7                                     | 77,7                         |
| Технические культуры               | 63,6    | 80,4    | 72,9    | 64,4    | 69,4    | 61,9    | 83,9    | 96,7    | 93,9    | 120,9   | 57,3                                      | 190,1                        |

Источник: составлено авторами по данным [2].

В таблице 4 приведена динамика валового сбора сельскохозяйственных культур.

Таблица 4. Валовой сбор сельскохозяйственных культур в Кемеровской области – Кузбассе, тыс. ц

| Показатель                       | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Абсолютное отклонение 2021 к 2012 г., +/- | Темп роста 2021 к 2012 г., % |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|------------------------------|
| Зерновые и зернобобовые культуры | 4888,3  | 9077,6  | 9532,7  | 10190,6 | 9282,5  | 10770,9 | 9963,7  | 11078,3 | 12888,0 | 15507,5 | 10619,2                                   | в 3,2 раза                   |
| Пшеница                          | 2468,4  | 4247,0  | 4509,3  | 5252,0  | 4845,3  | 5398,6  | 5064,8  | 6443,6  | 7835,4  | 9154,3  | 6685,9                                    | в 3,7 раза                   |
| Рожь                             | 231,6   | 371,8   | 276,6   | 387,0   | 359,1   | 402,4   | 331,1   | 317,4   | 323,9   | 465,9   | 234,3                                     | в 2 раза                     |
| Ячмень                           | 1007,7  | 2084,7  | 2221,1  | 2102,8  | 1769,2  | 1983,6  | 2079,8  | 2141,8  | 2303,0  | 2957,5  | 1949,8                                    | в 2,9 раза                   |
| Овес                             | 995,2   | 2084,1  | 2238,1  | 2162,1  | 1820,2  | 2023,6  | 1857,7  | 1588,4  | 1363,1  | 1609,1  | 613,9                                     | 161,7                        |
| Горох                            | 77,9    | 95,2    | 121,0   | 131,2   | 169,3   | 421,5   | 306,0   | 335,5   | 751,4   | 1021,0  | 943,1                                     | в 13 раз                     |
| Рапс                             | 270,5   | 554,0   | 534,1   | 415,6   | 710,1   | 926,7   | 1104,4  | 993,0   | 1530,1  | 2152,4  | 1882,0                                    | в 8 раз                      |
| Картофель                        | 3987,9  | 4800,2  | 4847,4  | 4773,9  | 4568,1  | 4606,6  | 4748,0  | 4255,1  | 4551,4  | 4614,0  | 626,1                                     | 115,7                        |
| Однолетние травы на сено         | 63,6    | 58,1    | 427,4   | 169,2   | 256,1   | 155,8   | 170,2   | 178,2   | 87,2    | 85,8    | 22,3                                      | 135,0                        |

Источник: составлено авторами по данным [2].

При снижении посевных площадей валовый сбор сельскохозяйственных культур в Кемеровской области – Кузбассе растет. Необходимо отметить, что наблюдается рост по всем представленным видам культур, что говорит об интенсивном развитии отрасли в регионе. Применение современной техники, инновационных подходов, правильно подобранных удобрений – все это положительно влияет на урожайность и, как следствие, увеличивает общий валовый сбор продукции растениеводства в регионе. С 2012 по 2021 г. внесение минеральных удобрений сельхозорганизациями в пересчете на 100% питательных веществ на 1 га посева увеличилось с 11,39 до 53,42 кг, т.е. более чем в 4,8 раза.

Валовой сбор картофеля вырос на 15%, несмотря на то, что площадь выращивания картофеля и овощебахчевых культур сократилась за исследуемый период на 34,7%. За счет увеличения посевных площадей и грамотного соблюдения агротехнологии возделывания в 13 раз возрос валовый сбор гороха за исследуемый период.

Для понимания процессов интенсификации производства продукции растениеводства, необходимо оценить динамику урожайности основных возделываемых в области культур (табл. 5).

**Таблица 5. Урожайность сельскохозяйственных культур Кемеровской области – Кузбасса (в расчете на убранную площадь) (значение показателя за год), ц/га**

| Показатель                       | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Абсолютное отклонение 2021 к 2012 г., +/- | Темп роста 2021 к 2012 г., % |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|------------------------------|
| Зерновые и зернобобовые культуры | 9,1     | 14,8    | 16,2    | 17,1    | 15,6    | 18,2    | 18,7    | 20,1    | 22,4    | 25,8    | 16,7                                      | в 2,8 раза                   |
| Пшеница                          | 8,6     | 13,6    | 15,9    | 16,7    | 15,3    | 18,5    | 19,5    | 20,8    | 23,4    | 26,7    | 18,1                                      | в 3,1 раза                   |
| Рожь                             | 15,4    | 21,4    | 19,8    | 22,5    | 19,1    | 19,7    | 23      | 24,7    | 24,8    | 24,2    | 8,8                                       | 157,1                        |
| Ячмень                           | 9,2     | 15,7    | 17,3    | 17,3    | 15,2    | 19      | 19,2    | 20,9    | 22,9    | 27,7    | 18,5                                      | в 3 раза                     |
| Горох                            | 6,9     | 10,8    | 13,1    | 14,7    | 13,6    | 20,6    | 17,6    | 20,1    | 23,8    | 26,8    | 19,9                                      | в 3,9 раза                   |
| Рапс                             | 7,1     | 8,8     | 8,2     | 8,1     | 12,2    | 18,3    | 16      | 14,7    | 22,2    | 22,9    | 15,8                                      | в 3,2 раза                   |
| Картофель                        | 108,2   | 141,6   | 145,3   | 143,3   | 152,1   | 158,7   | 177,3   | 165,2   | 183     | 187     | 78,8                                      | 172,8                        |
| Однолетние травы на сено         | 23,1    | 7,8     | 24,8    | 13,7    | 18,6    | 13,8    | 16,6    | 19,6    | 15,4    | 11,8    | -11,3                                     | 51,1                         |

Источник: составлено авторами по данным [2].

Урожайность зерновых и зернобобовых культур увеличилась за исследуемый период в 2,8 раза, однако наблюдается отставание урожайности зерновых и зернобобовых культур на 0,9 ц/га в 2021 г. от средних показателей по России.

Урожайность однолетних трав на сено снизилась в 2 раза при росте валового сбора однолетних трав на сено на 35%, что оказало влияние на состояние кормовой базы в регионе и привело к сокращению доли сена в рационе кормления сельскохозяйственных животных. Урожайность картофеля, гороха, рапса, ячменя и ржи стабильно растет, превышая среднероссийские показатели (см. рис.).



Урожайность сельскохозяйственных культур в 2021 г., ц/га

Источник: составлено авторами по данным [2].

Для оценки продовольственного обеспечения региона может служить показатель объемов производства продукции на душу населения (табл. 6).

Таблица 6. Производство сельскохозяйственной продукции на душу населения в Кемеровской области – Кузбассе

| Показатель                           | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Абсолютное отклонение 2021 к 2012 г., +/- | Темп роста 2021 к 2012 г., % |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|------------------------------|
| Яйца в скорлупе свежие, шт.          | 291     | 341     | 390     | 414     | 416     | 442     | 426     | 409     | 451     | 466     | 175                                       | 160,1                        |
| Пшеница, кг                          | 90      | 155     | 165     | 193     | 179     | 200     | 189     | 242     | 296     | 350     | 260                                       | в 3,9 раза                   |
| Картофель, кг                        | 145     | 175     | 178     | 175     | 168     | 170     | 177     | 160     | 172     | 176     | 31  | 121,4                        |
| Зерновые и зернобобовые культуры, кг | 178     | 332     | 349     | 374     | 342     | 399     | 371     | 416     | 487     | 592     | 414                                       | в 3,3 раза                   |
| Овощи, кг                            | 61      | 59      | 56      | 55      | 53      | 48      | 46      | 48      | 49      | 40      | -21                                       | 65,6                         |
| Молоко от всех видов животных, кг    | 129     | 123     | 124     | 124     | 123     | 121     | 113     | 114     | 115     | 108     | -21                                       | 83,7                         |
| Скот и птица на убой, кг             | 31      | 31      | 31      | 33      | 33      | 33      | 86      | 35      | 28      | 40      | 9   | 129                          |
| Плоды, ягоды и виноград, кг          | 11      | 9       | 10      | 10      | 11      | 8       | 8       | 7       | 12      | 10      | -1  | 90,9                         |

Источник: составлено авторами по данным [2].

В динамике за исследуемый период снижается производство на душу населения овощей на 21 кг (34,4%), молока на 21 кг (18,3%), плодов, ягод и винограда на 1 кг на человека. По другим представленным видам продукции производство на душу населения растет. При рекомендованных нормах потребления яйца 260 шт. в год на одного человека, в 2021 г. на душу населения было произведено 466 шт., что говорит о полной самообеспеченности и существовании значительного экспортного потенциала. Производство овощей на душу населения в Кемеровской области – Кузбассе в 2021 г. составляет 40 кг при рекомендованной норме потребления 140 кг на человека, аналогичная ситуация наблюдается с мясopодуктами, производство которых составляет 40 кг на душу населения при норме 73 кг [6].

Развитие сельского хозяйства в шестом технологическом укладе сопровождается ростом спроса на специалистов высокой квалификации.

Подготовкой квалифицированных и конкурентоспособных кадров в Кемеровской области – Кузбассе занимаются учебные заведения как высшего, так и среднего образования, а именно: Кузбасский государственный аграрный университет, Агроколледж на базе Кузбасского ГАУ, Прокопьевский аграрный колледж, Кемеровский аграрный техникум.

На базе Кузбасского государственного аграрного университета функционирует центр научно-исследовательских работ. В качестве демонстрации деятельности центра можно привести следующие результаты:

- разработка информационной системы «Мониторинг крупного рогатого скота»;
- разработка комплексных фитобиотиков на основе экстрактов лекарственных растений Сибири. Вышепредставленные разработки были удостоены медалей на выставке «Золотая осень – 2022».

В результате проведенного анализа состояния сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса за последние десять лет были выделены следующие тенденции (табл. 7).

**Таблица 7. Основные тенденции развития сельского хозяйства в Кемеровской области – Кузбассе в период с 2012 по 2021 г.**

| Положительные тренды   | Отрицательные тренды   |
|--|--|
| Животноводство   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличение надоев на одну корову;</li> <li>- рост производства мяса за исключением мяса КРС и лошадей;</li> <li>- полная самообеспеченность пищевым яйцом</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сокращение поголовья скота, особенно КРС;</li> <li>- снижение объемов производства молока, обусловленное сокращением поголовья;</li> <li>- сокращение поголовья овец и коз;</li> <li>- снижение количества пчелосемей и объемов производства меда;</li> <li>- недостаточная самообеспеченность молоком и мясом</li> </ul> |
| Растениеводство  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличение объемов производства продукции растениеводства за счет интенсификации производственных процессов;</li> <li>- рост урожайности сельскохозяйственных культур в динамике по основным видам;</li> <li>- рост производства пшеницы на душу населения</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная самообеспеченность овощами;</li> <li>- сокращение производства овощей на душу населения</li> </ul>  |

**Заключение**

Проведенное исследование позволяет выделить ряд проблем сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса.

1. Отрасль животноводства, особенно молочного скотоводства, обеспечивает регион продукцией только на 50%.

2. Обеспеченность области овощами собственного производства составляет менее 50%.

3. Нерациональный подход к применению удобрений в процессе выращивания сельскохозяйственных культур повлиял на состояние пчеловодства в регионе.

Для решения существующих проблем отраслей сельского хозяйства Кемеровской области – Кузбасса требуется комплексный подход к формированию устойчивого развития сельскохозяйственного производства. Для развития молочного скотоводства и поддержания конкурентоспособности молочной отрасли необходимо создавать животноводческие комплексы роботизированного типа с численностью поголовья от 2000 голов. При этом должное внимание стоит уделять подбору пород высокопродуктивных животных, для чего важно развивать селекционную работу в регионе. Для развития животноводства в области особое внимание следует уделить развитию регионального корموпроизводства, повышению урожайности кормовых культур.

Все это необходимо для снижения зависимости сельхозтоваропроизводителей от заводных кормов и снижения затрат на корм за счет создания полноценной кормовой базы для животных. Требуется реализовывать меры государственной поддержки в рамках уже существующих региональных и федеральных программ развития сельского хозяйства.

Для сохранения пчелосемей необходимо ввести контроль за применением удобрений в растениеводстве на региональном уровне. Требуется обязательное соблюдение Федерального закона от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» [4].

Производство овощей в Кемеровской области – Кузбассе необходимо развивать путем создания предприятий по выращиванию овощей закрытого грунта. Уже действующим предприятиям зачастую требуется переоснащение производства, расширение ассортимента и повышение урожайности овощных культур. Спрос на овощи с каждым годом увеличивается, растет число приверженцев здорового питания, поэтому важно, чтобы собственное производство продукции сельского хозяйства удовлетворяло потребности жителей Кемеровской области – Кузбасса.

Переориентация экономики на самообеспеченность и импортозамещение в первую очередь коснулась отраслей сельского хозяйства. Именно сельское хозяйство в полной мере должно обеспечить продовольствием регионы. Кемеровская область – Кузбасс нуждается в государственной поддержке и привлечении инвестиций для развития сельского хозяйства.

Важное значение имеет развитие кадрового обеспечения сельскохозяйственного производства, поскольку в условиях технологического прорыва отрасль сельского хозяйства нуждается не только в высокотехнологичном оборудовании, но и высококвалифицированных специалистов, которые будут обладать достаточным уровнем профессиональных компетенций для ведения своей трудовой деятельности в новых условиях.

В целом сельскохозяйственная отрасль нацелена на поэтапную реализацию Стратегии развития сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Кемеровской области на период до 2035 года, конечной целью которой является продовольственная самообеспеченность Кемеровской области – Кузбасса основными видами продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Мероприятия Стратегии направлены на повышение конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Системный подход к решению существующих проблем в сельском хозяйстве в перспективе даст положительный эффект и выведет сельское хозяйство региона на качественно новый уровень развития.

#### Список источников

1. АО «Ваганово» [Электронный ресурс] // Официальный сайт. URL: <https://sds-agro.ru/vaganovo#!/tab/377861512-2> (дата обращения: 27.11.2023).
2. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 27.11.2024).
3. Любимов А. Угрожает ли массовая гибель пчел продовольственной безопасности страны? [Электронный ресурс] // Российская газета. 27.04.2023. URL: <https://rg.ru/2023/04/27/reg-sibfo/ugrozaet-li-massovaia-gibel-pchel-prodovolstvennoj-bezopasnosti-strany.html?ysclid=lp8g8ulabi347147273> (дата обращения: 27.11.2024).
4. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами: Федеральный закон от 19.07.1997 № 109-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102048321> (дата обращения: 27.11.2024).
5. Об утверждении государственной программы Кемеровской области – Кузбасса «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий Кузбасса» на 2014–2025 годы: Постановление Коллегии Администрации Кемеровской области – Кузбасса от 25 октября 2013 г. № 464 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/412808064> (дата обращения: 27.11.2024).
6. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/47342.html> (дата обращения: 27.11.2024).
7. Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Кемеровской области на период до 2035 года: Распоряжение Коллегии Администрации Кемеровской области – Кузбасса от 7 марта 2019 г. № 143 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553157214> (дата обращения: 27.11.2024).
8. Сергей Цивилев. Аграрии Кузбасса впервые в истории собрали 1 млн 789,9 тыс. тонн зерна [Электронный ресурс] // Администрация Правительства Кузбасса. 09.11.2022. URL: <https://ako.ru/news/detail/sergey-tsvilev-agrarii-kuzbassa-vpervye-v-istorii-sobrali-1-mln-789-9-tys-tonn-zema> (дата обращения: 27.11.2024).
9. Столбова О.Б., Егорова Н.Т., Рябов В.А. Продовольственные подкомплексы в условиях высокой антропогенной нагрузки индустриального Кузбасса // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2019. № 3. С. 48-55. DOI: 10.24143/2073-5537-2019-3-48-55.
10. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области – Кузбассу [Электронный ресурс]. URL: <http://service.kemerovostat.gks.ru> (дата обращения: 27.11.2024).
11. Харитонов А. В. Специфические особенности развития сельских территорий промышленно развитого региона // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2018. № 2(58). Номер статьи: 5803.
12. Шелковников С.А., Лубкова Э.М., Шилова А.Э. Направления финансирования развития АПК в промышленных регионах (на материалах Кемеровской области) // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 3(60). С. 56–62. DOI: 10.33938/203-56.

**References**

1. AO Vaganovo. Official Website. URL: <https://sds-agro.ru/vaganovo#!/tab/377861512-2>. (In Russ.).
2. Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS). URL: <https://www.fedstat.ru/organizations/>. (In Russ.).
3. Lyubimov A. Does the mass death of bees threaten the country's food security? *Rossiyskaya gazeta*. 27.04.2023. URL: <https://rg.ru/2023/04/27/reg-sibfo/ugrozhaet-li-massovaia-gibel-pchel-prodovolstvennoj-bezopasnosti-strany.html?ysclid=lp8g8ulabi347147273>. (In Russ.).
4. Concerning Sound Management of Pesticides and Agrochemicals: Federal Law No. 109-FZ of 19.07.1997. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102048321>. (In Russ.).
5. On approval of Kemerovo Oblast – Kuzbass State program “State support for Agro-Industrial Complex and sustainable rural development of Kuzbass” for 2014-2025: Resolution of the Board of Administration of Kemerovo Oblast – Kuzbass of October 25, 2013 No. 464. URL: <https://docs.cntd.ru/document/412808064>. (In Russ.).
6. On approval of recommendations on rational standards of food consumption that meet modern requirements of healthy nutrition: Order of the Ministry of Health of Russia of 19.08.2016 No. 614. URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/47342.html>. (In Russ.).
7. On approval of the Strategy for the development of agriculture, food and processing industry of Kemerovo Oblast for the period up to 2035: Decree of the Board of Administration of Kemerovo Oblast – Kuzbass of March 7, 2019 No. 143. URL <https://docs.cntd.ru/document/553157214>. (In Russ.).
8. Sergey Tsivilev. Farmers of Kuzbass collected 1 million 789.9 thousand tons of grain for the first time in history. Administration of the Government of Kuzbass. 09.11.2022. URL: <https://ako.ru/news/detail/sergey-tsivilev-agrarii-kuzbassa-vpervye-v-istorii-sobrali-1-mln-789-9-tys-tonn-zerna>. (In Russ.).
9. Stolbova O.B., Egorova N.T., Ryabov V.A. Food subcomplexes in conditions of high anthropogenic load in industrial Kuzbass. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Economics*. 2019;3:48-55. DOI: 10.24143/2073-5537-2019-3-48-55. (In Russ.).
10. Territorial body of the Federal State Statistics Service for Kemerovo Oblast - Kuzbass. URL: <http://service.kemerovostat.gks.ru>. (In Russ.).
11. Kharitonov A.V. Specific features of development of rural territories of industrially developed region. *Regional Economy and Management: electronic scientific journal*. 2018;2(58):5803. (In Russ.).
12. Shelkovnikov S.A., Lubkova E.M., Shilova A.E. Directions of financing of Agro-Industrial Complex development in industrial regions (the Kemerovo region case study). *Economics, labor, management in agriculture*. 2020;3(60):56-62. DOI: 10.33938/203-56. (In Russ.).

**Информация об авторах**

А.Э. Шилова – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и агробизнеса ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого», [shilova.anna2014@yandex.ru](mailto:shilova.anna2014@yandex.ru).  
А.В. Балыкина – преподаватель экономических дисциплин ГПОУ «Кемеровский профессионально-технический техникум», [ana11245560@yandex.ru](mailto:ana11245560@yandex.ru).  
Е.С. Чуркина – старший преподаватель кафедры менеджмента и агробизнеса ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого», [Ekaterina-bobren@mail.ru](mailto:Ekaterina-bobren@mail.ru).

**Information about the authors**

A.E. Shilova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Agribusiness, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, [shilova.anna2014@yandex.ru](mailto:shilova.anna2014@yandex.ru).  
A.V. Balykina, Lecturer of Economic Disciplines, Kemerovo Vocational and Technical College, [ana11245560@yandex.ru](mailto:ana11245560@yandex.ru).  
E.S. Churkina, Senior Lecturer, the Dept. of Management and Agribusiness, Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, [Ekaterina-bobren@mail.ru](mailto:Ekaterina-bobren@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 16.04.2025; одобрена после рецензирования 06.06.2025; принята к публикации 10.06.2025.

The article was submitted 16.04.2025; approved after reviewing 06.06.2025; accepted for publication 10.06.2025.

© Шилова А.Э., Балыкина А.В., Чуркина Е.С., 2025

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_190

EDN: NZEYEA

**Структура производства и реализации овощей и картофеля в России**

**Андрей Николаевич Сурдин**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> cantaria211@gmail.com<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Выполнен анализ структуры производства и реализации овощей и картофеля в России и ЦФО за период 2019–2023 гг. Прослеживается сокращение производства и реализации продукции хозяйств населения, что, в свою очередь, негативно отражается на общих показателях хозяйств всех категорий. Показатели объемов валового сбора и реализованной продукции сельскохозяйственных организаций имеют положительную тенденцию, но пока еще не могут полностью компенсировать снижение по хозяйствам населения. По ЦФО, кроме перераспределения структуры производства между категориями хозяйств, можно также выделить более выраженное сокращение произведенной продукции по сравнению со среднероссийскими показателями и сохранение тенденции к уменьшению валового сбора в хозяйствах всех категорий на протяжении всего анализируемого периода, что свидетельствует о системных проблемах в отрасли. Товарность производства овощей и картофеля за анализируемый период увеличилась, однако остается на недостаточно высоком уровне. Основными сдерживающими факторами роста товарности выступают слаборазвитая логистическая инфраструктура и дефицит современных хранилищ. Российский рынок свежих овощей представляет собой перспективный сектор пищевой промышленности, однако для дальнейшего развития необходимо решить проблемы, связанные с низкой эффективностью производства. Проведенный анализ свидетельствует о постепенной трансформации структуры овощеводства России в сторону коммерциализации производства. Основной рост обеспечивают сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства, демонстрирующие устойчивую положительную динамику по ключевым показателям. Для устранения системных проблем отрасли, включая технологическое отставание, недостаток современных хранилищ и сезонную зависимость от импорта, необходимы разработка и реализация мер по повышению результативности функционирования рынка овощей, направленных на наращивание производства, совершенствование рыночной инфраструктуры, стимулирование массового спроса, расширение межрегиональных связей.

**Ключевые слова:** овощи, картофель, производство, реализация, импорт, товарность, формы хозяйствования

**Для цитирования:** Сурдин А.Н. Структура производства и реализации овощей и картофеля в России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 190–197. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_190](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_190)–197.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Structure of production and sale of vegetables and potato in Russia**

**Andrei N. Surdin**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> cantaria211@gmail.com<sup>✉</sup>

**Abstract.** The analysis of the structure of production and sale of vegetables and potato in Russia and the Central Federal District for the period 2019–2023 was carried out. There is a decrease in production and sales of household products, which in turn negatively affects the overall performance of farms of all categories. Indicators of the volume of gross harvest and products sold by agricultural organizations have a positive trend, but so far they cannot fully compensate for the decrease in households. According to the Central Federal District, in addition

to the redistribution of the structure of production between categories of farms, a more pronounced reduction in output can also be identified compared with the national average and the continued trend towards a decrease in gross harvest in farms of all categories throughout the analyzed period, which indicates systemic problems in the industry. The marketability of vegetable and potato production has increased over the analyzed period, but remains at an insufficiently high level. The main constraints to marketability growth are the underdeveloped logistics infrastructure and the shortage of modern storage facilities. The Russian market of fresh vegetables is a promising sector of the food industry, but for further development it is necessary to solve problems with low production efficiency. The conducted analysis indicates a gradual transformation of the structure of Russian vegetable growing towards the commercialization of production. The main growth is provided by agricultural organizations and farms, demonstrating steady positive dynamics in key indicators. In order to eliminate the systemic problems of the industry, including technological lag, lack of modern storage facilities and seasonal dependence on imports, it is necessary to develop and implement measures to improve the effectiveness of vegetable market functioning aimed at increasing production, improving market infrastructure, stimulating mass demand, and expanding interregional ties.

**Keywords:** vegetables, potato, production, realization, imports, marketability, forms of management

**For citation:** Surdin A.N. Structure of production and sale of vegetables and potato in Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2): 190-197. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_190-197](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_190-197).

**Р**оссийский рынок свежих овощей в настоящее время переживает период значительных изменений. Рост доходов населения, популярность здорового образа жизни и улучшение экономической ситуации в целом способствуют повышению спроса на свежие овощи. Также причиной увеличившегося потребления овощей в Российской Федерации является оптимизация потребительского поведения населения [4].

Овощи имеют огромное значение в питании россиянина, занимая в его рационе третье место после хлеба и картофеля [10], при этом современный потребитель, становясь все более осведомленным, предъявляет повышенные требования не только к качеству продукции, но и к ее товарному виду, отсутствию химических добавок.

За последние пять лет посевные площади овощей открытого грунта в Российской Федерации увеличились на 4%, при этом валовый сбор вырос на 10%. Видна поступательная динамика как по площадям, так и по урожайности [1]. Следует отметить, что несмотря на высокие значения валового сбора, эти объемы не являются достаточными для удовлетворения всех внутренних потребностей, которые составляют около 2,2 млн т, что примерно соответствует 15 кг/чел. Также существенно отличается уровень самообеспеченности по различным группам овощных культур. Статистические данные свидетельствуют о постепенном сокращении импорта овощей: так, в 2022 г. доля импорта сократилась на 13% по сравнению с 2021 г. И тем не менее в настоящее время сохраняются значительные объемы импорта овощей (около 412 тыс. т, около 0,5 млрд долл. США), что усиливает вероятность возникновения перебоев в поставках и роста цен.

В Российской Федерации государственная поддержка сельхозтоваропроизводителей осуществляется в соответствии с «Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 (с изменениями от 31 марта 2020 г.) [7].

Рассмотрим динамику производства овощей и картофеля в целом в Российской Федерации и в Центральном федеральном округе в частности.

Как следует из данных таблицы 1, валовый сбор продукции в целом по всем формам хозяйствования имеет отрицательную динамику. В 2023 г. по сравнению с 2019 г. производство овощей сократилось на 2605,3 тыс. ц, или на 1,9%, а производство картофеля – на 18325,1 тыс. ц, или на 8,3%.

Таблица 1. Производство овощей и картофеля в Российской Федерации по формам хозяйствования в 2019–2023 гг.

| Виды продукции                      | Годы     |          |          |          |          | 2023 г. к 2019 г. |           |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|-----------|
|                                     | 2019     | 2020     | 2021     | 2022     | 2023     | тыс. ц            | %         |
| Во всех формах хозяйствования       |          |          |          |          |          |                   |           |
| Овощи, тыс. ц                       | 141044,6 | 138639,5 | 130290,2 | 136137,6 | 138439,3 | (2605,3)          | 98,1      |
| Овощи, %                            | 100,0    | 100,0    | 100,0    | 100,0    | 100,0    | –                 | –         |
| Картофель, тыс. ц                   | 220734,7 | 196073,6 | 179587,4 | 188432,3 | 202409,6 | (18325,1)         | 91,7      |
| Картофель, %                        | 100,0    | 100,0    | 100,0    | 100,0    | 100,0    | –                 | –         |
| Сельскохозяйственные организации    |          |          |          |          |          |                   |           |
| Овощи, тыс. ц                       | 39670,0  | 39465,4  | 38280,7  | 42422,6  | 42196,4  | 2526,4            | 106,4     |
| Овощи, %                            | 28,1     | 28,5     | 29,4     | 31,2     | 30,5     | –                 | 2,4 п.п.  |
| Картофель, тыс. ц                   | 46291,4  | 40899,0  | 40624,6  | 43351,0  | 52256,6  | 5965,2            | 112,9     |
| Картофель, %                        | 20,9     | 20,8     | 22,6     | 23,0     | 25,8     | –                 | 4,9 п.п.  |
| Хозяйства населения                 |          |          |          |          |          |                   |           |
| Овощи, тыс. ц                       | 72947,7  | 69475,2  | 64598,4  | 63371,0  | 63196,5  | (9751,2)          | 86,6      |
| Овощи, %                            | 51,7     | 50,1     | 49,6     | 46,5     | 45,6     | –                 | –6,1 п.п. |
| Картофель, тыс. ц                   | 145086,1 | 127962,5 | 113461,7 | 115776,5 | 116160,8 | (28925,3)         | 80,1      |
| Картофель, %                        | 65,7     | 65,3     | 63,2     | 61,4     | 57,4     | –                 | –8,3 п.п. |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства |          |          |          |          |          |                   |           |
| Овощи, тыс. ц                       | 28426,9  | 29698,9  | 27411,2  | 30344,0  | 33046,4  | 4619,5            | 116,2     |
| Овощи, %                            | 20,1     | 21,4     | 21,0     | 22,3     | 23,9     | –                 | 3,8 п.п.  |
| Картофель, тыс. ц                   | 29357,2  | 27212,1  | 25501,2  | 29304,8  | 33992,2  | 4635,0            | 115,8     |
| Картофель, %                        | 13,3     | 13,9     | 14,2     | 15,5     | 16,8     | –                 | 3,5 п.п.  |

Источник: составлено автором по данным Росстата [9].

Рост производства овощей в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах не компенсирует его спад в хозяйствах населения. В исследуемом периоде структура производства овощей и картофеля в России продолжала меняться: доля хозяйств населения сократилась – соответственно на 6,1 и 8,3 п.п. при росте доли сельскохозяйственных организаций (на 2,4 и 4,9 п.п.) и К(Ф)Х (на 3,8 и 3,5 п.п.).

Министерством здравоохранения Российской Федерации приказом № 614 от 19 августа 2016 г. утверждены рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания. Согласно данным рекомендациям, количество употребляемых овощей в пищу должно составлять 140 кг на одного человека в год, в том числе: капусты белокочанной, краснокочанной, цветной и др. – 40 кг, помидоров – 10, огурцов – 10, моркови – 15, свеклы – 18, лука – 10, прочих овощей (перец сладкий, зелень, кабачки, баклажаны и др.) – 20, бахчевых (арбузы, тыква, дыни) – 15 кг [6].

Однако далеко не во всех регионах Российской Федерации соблюдаются рекомендуемые рациональные нормы потребления, что, безусловно, является отрицательным явлением. Одной из главных причин, обуславливающих несоблюдение рекомендуемых норм потребления овощей населением России, является недостаточный уровень обеспеченности продукцией отрасли овощеводства [2]. Также существенную роль играет сезонное повышение цен на овощи и желание потребителей приобретать другие, более дорогостоящие виды продуктов (молокопродукты, мясопродукты, фрукты и др.). Традиционно доля овощей в структуре стоимости питания населения РФ и областей составляет в среднем 9–11% [8].

Крупные рынки сбыта сельскохозяйственной продукции, высокоурожайные черноземы, хорошее транспортное сообщение – это преимущества Центрального федерального округа.

Центральный федеральный округ (ЦФО), обладая высокоплодородными почвами, благоприятными для возделывания различных сельскохозяйственных культур природно-климатическими условиями, хорошим транспортным сообщением, крупными рынками сбыта, занимает второе место в Российской Федерации по производству овощей и первое место по производству картофеля [9], однако производство овощей в целом по РФ и по ЦФО в частности не покрывает фактические запросы населения, поэтому проведем анализ динамики валового сбора за период с 2019 по 2023 г. (табл. 2).

**Таблица 2. Производство овощей и картофеля в Центральном федеральном округе по формам хозяйствования в 2019–2023 гг.**

| Виды продукции                      | Годы    |         |         |         |         | 2023 г. к 2019 г. |       |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|-------|
|                                     | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | тыс. ц            | %     |
| Во всех формах хозяйствования       |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 25949,6 | 25512,8 | 24352,4 | 25047,4 | 24623,2 | (1326,4)          | 94,9  |
| Овощи, %                            | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 71619,2 | 58772,2 | 55365,6 | 56267,0 | 69079,5 | (2539,7)          | 96,4  |
| Картофель, %                        | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | –                 | –     |
| Сельскохозяйственные организации    |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 9298,1  | 10168,2 | 9962,8  | 11132,5 | 10974,4 | 1676,3            | 118,0 |
| Овощи, %                            | 35,8    | 39,8    | 40,9    | 44,4    | 44,6    | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 22287,6 | 19862,2 | 20144,1 | 20320,8 | 27869,5 | 5581,9            | 125,0 |
| Картофель, %                        | 31,1    | 33,8    | 36,4    | 36,1    | 40,3    | –                 | –     |
| Хозяйства населения                 |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 15075,1 | 14004,9 | 13146,4 | 12453,9 | 12169,0 | (2906,1)          | 80,7  |
| Овощи, %                            | 58,1    | 54,9    | 53,9    | 49,7    | 49,4    | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 41001,7 | 31432,6 | 27961,3 | 28533,7 | 30515,4 | (10486,3)         | 74,4  |
| Картофель, %                        | 57,2    | 53,5    | 50,5    | 50,7    | 44,2    | –                 | –     |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 1576,3  | 1339,7  | 1243,2  | 1461,0  | 1479,8  | (96,5)            | 93,9  |
| Овощи, %                            | 6,1     | 5,2     | 5,1     | 5,8     | 6,0     | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 8329,8  | 7477,3  | 7260,2  | 7412,5  | 10694,6 | 2364,8            | 128,4 |
| Картофель, %                        | 11,6    | 12,7    | 13,1    | 13,2    | 15,5    | –                 | –     |

Источник: составлено автором по данным Росстата [9].

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод, что динамика производства овощей и картофеля в ЦФО практически соответствует тенденциям в целом по Российской Федерации.

Валовый сбор в 2023 г. по сравнению с 2019 г. во всех форм хозяйствования уменьшился – на 1326,4 тыс. ц, или на 5,1%, по овощам и на 2539,7 тыс. ц, или на 3,6%, по картофелю. По нашему мнению, сокращение валового сбора как в ЦФО, так и по России, произошло в результате того, что в хозяйствах населения он резко снизился – по овощам на 2906,1 тыс. ц, или на 19,35%, а по картофелю на 10486,3 тыс. ц, или на 25,6%, а увеличение количества произведенной продукции в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах не компенсирует спад в хозяйствах населения.

Отметим также, что в ЦФО наблюдается более выраженное перераспределение структуры производства между категориями хозяйств по сравнению со среднероссийскими показателями, при этом сохраняется тенденция к уменьшению валового сбора в хозяйствах всех категорий на протяжении всего анализируемого периода, что свидетельствует о системных проблемах в исследуемой отрасли.

Наличие современных производственных и перерабатывающих мощностей, развитых логистических центров, специализированных хранилищ является необходимым условием реализации овощей и поддержания оптимального уровня их товарности в своевременных условиях.

Как показали исследования, реализация овощной продукции в России во всех формах хозяйствования имеет разнонаправленную динамику (табл. 3).

**Таблица 3. Объемы реализации овощей и картофеля по формам хозяйствования в Российской Федерации в 2019–2023 гг.**

| Виды продукции                      | Годы    |         |         |         |         | 2023 г. к 2019 г. |       |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|-------|
|                                     | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | тыс. ц            | %     |
| Во всех формах хозяйствования       |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 64251,6 | 65907,6 | 69160,7 | 69111,7 | 73097,7 | 8846,1            | 113,8 |
| Овощи, %                            | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 66685,5 | 65511,2 | 59752,4 | 61725,4 | 65305,0 | (1380,5)          | 97,9  |
| Картофель, %                        | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | –                 | –     |
| Сельскохозяйственные организации    |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 32323,1 | 32984,5 | 36488,9 | 35721,3 | 36642,9 | 4319,8            | 113,4 |
| Овощи, %                            | 50,3    | 50,0    | 52,7    | 51,7    | 50,1    | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 28366,9 | 29236,9 | 26625,7 | 26977,5 | 29319,8 | 952,9             | 103,3 |
| Картофель, %                        | 42,5    | 44,6    | 44,6    | 43,7    | 44,9    | –                 | –     |
| Хозяйства населения                 |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 10495,3 | 10331,2 | 11032,2 | 10548,2 | 10749,8 | 254,5             | 102,4 |
| Овощи, %                            | 16,3    | 15,7    | 15,9    | 15,3    | 14,7    | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 22493,2 | 20360,7 | 18934,6 | 19051,5 | 18881,9 | (3611,3)          | 83,9  |
| Картофель, %                        | 33,7    | 31,1    | 31,7    | 30,9    | 28,9    | –                 | –     |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 21433,2 | 22591,9 | 21639,6 | 22842,2 | 25705,0 | 4271,8            | 119,9 |
| Овощи, %                            | 33,3    | 34,3    | 31,3    | 33,0    | 35,2    | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 15825,4 | 15913,5 | 14192,2 | 15695,5 | 17103,2 | 1277,8            | 108,1 |
| Картофель, %                        | 23,7    | 24,3    | 23,7    | 25,4    | 26,2    | –                 | –     |

Источник: составлено автором по данным Росстата [9].

В 2023 г. объемы реализации овощей в РФ увеличились по сравнению с 2019 г. на 8846,1 тыс. ц, или на 13,8%, а реализация картофеля, напротив, уменьшилась на 1380,5 тыс. ц, или на 2,1%. Это может свидетельствовать и о возможном изменении потребительских предпочтений, и о проблемах в картофелеводческой отрасли.

Уровень товарности в 2023 г. составил 52,8% по овощам и 32,3% по картофелю, что выше значений 2019 г. соответственно на 7,2 и 2,1 п.п.

Данные изменения в уровне товарности произошли за счет роста в сельскохозяйственных организациях, так как хозяйства населения производят овощи и картофель

в основном для личного потребления. Проблема низкой товарности достаточно остро стоит перед производителями отрасли овощеводства, а ее проявление характеризуется слабо развитой логистикой, дороговизной содержания и/или аренды специализированных хранилищ и транспортных средств.

Рассмотрим данные по объемам реализации овощей и картофеля за аналогичный период в Центральном федеральном округе (табл. 4), обладающем благоприятными природными условиями и относительно развитой логистической инфраструктурой.

**Таблица 4. Объемы реализации овощей и картофеля по формам хозяйствования в Центральном федеральном округе в 2019–2023 гг.**

| Виды продукции                      | Годы    |         |         |         |         | 2023 г. к 2019 г. |       |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|-------|
|                                     | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | тыс. ц            | %     |
| Во всех формах хозяйствования       |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 9184,0  | 9865,4  | 10385,1 | 10474,2 | 10839,8 | 1655,8            | 118,0 |
| Овощи, %                            | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 24214,5 | 23126,8 | 20498,7 | 21107,6 | 24906,6 | 692,1             | 102,8 |
| Картофель, %                        | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | 100,0   | –                 | –     |
| Сельскохозяйственные организации    |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 7253,0  | 8138,9  | 8690,3  | 8824,5  | 9202,5  | 1949,5            | 126,9 |
| Овощи, %                            | 78,9    | 82,5    | 83,7    | 84,2    | 84,9    | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 14133,9 | 14433,3 | 12844,7 | 12777,1 | 15316,0 | 1182,1            | 108,4 |
| Картофель, %                        | 58,4    | 62,4    | 62,7    | 60,5    | 61,5    | –                 | –     |
| Хозяйства населения                 |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 968,3   | 921,8   | 861,4   | 841,8   | 838,4   | (129,9)           | 86,6  |
| Овощи, %                            | 10,5    | 9,3     | 8,3     | 8,0     | 7,7     | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 5486,2  | 4434,5  | 4005,5  | 4182,7  | 4593,9  | (892,3)           | 83,7  |
| Картофель, %                        | 22,6    | 19,2    | 19,5    | 19,8    | 18,4    | –                 | –     |
| Крестьянские (фермерские) хозяйства |         |         |         |         |         |                   |       |
| Овощи, тыс. ц                       | 962,7   | 804,6   | 833,4   | 807,9   | 798,9   | (163,8)           | 82,9  |
| Овощи, %                            | 10,6    | 8,1     | 8,0     | 7,7     | 7,4     | –                 | –     |
| Картофель, тыс. ц                   | 4594,5  | 4259,1  | 3648,5  | 4147,7  | 4996,7  | 402,2             | 108,7 |
| Картофель, %                        | 18,9    | 18,4    | 17,8    | 19,7    | 20,1    | –                 | –     |

Источник: составлено автором по данным Росстата [9].

Центральный федеральный округ, исходя из данных таблицы 4, имеет положительную динамику роста количества проданной продукции в течение анализируемого периода.

Так, реализация продукции по всем формам хозяйствования в 2023 г. по сравнению с 2019 г. по овощам увеличилась на 1655,8 тыс. ц, или на 18%, картофеля – на 692,1 тыс. ц, или на 2,8%. В ЦФО реализация 84,9% овощей и 61,5% картофеля приходится на долю специализированных сельскохозяйственных организаций, как правило, близко расположенных к крупным населенным пунктам, т. е. целевым рынкам сбыта.

Уровень товарности по ЦФО в 2023 г. составил 44,0% по овощам и 36,1% по картофелю, что выше, чем в 2019 г. соответственно на 8,6 и 2,3 п.п. Между тем данные показатели ниже среднероссийских из-за доминирования в производстве овощей хозяйств населения (44,2%) и высоких потерь при хранении и реализации продукции.

Большая часть производимой продукции отрасли овощеводства является мало-транспортбельной и скоропортящейся, в связи с чем необходимо развивать логистические центры по ее доставке до потребителя и реализации, а также совершенствовать организацию переработки, создавать оптимальные условия хранения [5]. Дополнительные инвестиции, а также адаптация к изменяющимся экономическим условиям станут ключевыми для обеспечения устойчивого роста и дальнейшего развития отрасли [3].

### **Выводы**

Таким образом, за 2019–2023 гг. прослеживается сокращение производства и реализации продукции хозяйств населения, что, в свою очередь, негативно отражается на общих показателях хозяйств всех категорий. Показатели объемов валового сбора и реализованной продукции сельскохозяйственных организаций имеют положительную тенденцию, но пока еще не могут полностью компенсировать снижение по хозяйствам населения.

По Центральному федеральному округу, кроме, аналогичного общероссийскому, перераспределению структуры производства между категориями хозяйств, можно также выделить более выраженное сокращение произведенной продукции по сравнению со среднероссийскими показателями и сохранение тенденции к уменьшению валового сбора в хозяйствах всех категорий на протяжении всего анализируемого периода, что свидетельствует о системных проблемах в отрасли.

Товарность производства овощей и картофеля за анализируемый период увеличилась, однако остается на недостаточно высоком уровне из-за преобладания натурального производства в хозяйствах населения, где продукция на 80–85% потребляется самими производителями и членами их семей, а излишки (15–20%) реализуются через рынки.

Основными сдерживающими факторами роста товарности выступают слаборазвитая логистическая инфраструктура и дефицит современных хранилищ, что особенно остро проявляется в зимний период.

Российский рынок свежих овощей представляет собой перспективный сектор пищевой промышленности, однако для дальнейшего развития необходимо решить проблемы, связанные с низкой эффективностью производства.

Анализ данных за 2019–2023 гг. свидетельствует о постепенной трансформации структуры овощеводства России в сторону коммерциализации производства. Основной рост обеспечивают сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства, демонстрирующие устойчивую положительную динамику по ключевым показателям.

Для устранения системных проблем отрасли, включая технологическое отставание, недостаток современных хранилищ и сезонную зависимость от импорта, необходимы разработка и реализация мер по повышению результативности развития рынка овощей, направленных на наращивание производства, совершенствование рыночной инфраструктуры, стимулирование массового спроса, расширение межрегиональных связей.

### **Список источников**

1. Болохонов М.А., Ланина А.И., Тишанский И.В. Современное состояние отрасли овощеводства защищенного грунта в России // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: сборник статей IX международной научно-практической конференции (Саратов, 16–18 ноября 2023 г.). Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова. 2023. С. 22–29.

2. Бондарев Н.С., Бондарева Г.С., Хазиева Е.Е. Аналитическое исследование потребления овощей в регионах Российской Федерации // Вестник аграрной науки. 2020. № 3(84). С. 83–92. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.83.

3. Бутов И.С. Рост и перспективы: овощеводство и картофелеводство России в 2023 году // Картофель и овощи. 2023. № 11. С. 3–6. DOI: 10.25630/PAV.2023.61.50.001.

4. Дубовицкий А.А., Климентова Э.А., Неуймин Д.С. Совершенствование рынка овощей защищенного грунта на основе повышения эффективности их производства // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016. № 1(9). С. 86–92.
5. Королькова А.П., Кузнецова Н.А., Иванова М.И. и др. Экономические аспекты развития овощеводства России. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 204 с.
6. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 614 от 19 августа 2016 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_204200/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204200/) (дата обращения: 10.09.2024).
7. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: Постановление Правительства РФ № 717 (с изменениями и дополнениями) от 14 июля 2012 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_133795/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/) (дата обращения: 15.12.2023).
8. Отинова М.Е., Сальникова Е.В. Пространственное развитие рынка овощей Центрального федерального округа // Современная экономика: проблемы и решения. 2023. № 11(167). С. 32–43. DOI: 10.17308/meps/2078-9017/2023/11/32-43.
9. Официальная статистическая информация [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 25.08.2024).
10. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф. и др. Экономика овощеводства: состояние и современность // Овощи России. 2018. № 5(43). С. 63–68. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-5-63-68.

### References

1. Bolokhonov M.A., Lanina A.I., Tishansky I.V. The current state of the protected soil vegetable growing industry in Russia. In: Problems and Prospects of Innovative Development of World Agriculture: Proceedings of the IX International Research-to-Practice Conference (Saratov, November 16-18, 2023). Saratov: Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov. 2023:22-29. (In Russ.).
2. Bondarev N.S., Bondareva G.S., Khazieva E.E. Analytical study of consumption of vegetables in the regions of the Russian Federation. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;3(84):83-92. (In Russ.).
3. Butov I.S. Growth and prospects: vegetable and potato growing in Russia in 2023. *Potato and Vegetables*. 2023;(11):3-6. (In Russ.).
4. Dubovitsky A.A., Klimentova E.A., Neuymin D.S. Development of the greenhouse vegetables market on the basis of improvement in efficiency of their production. *Technologies of the food and processing industry of the Agro-Industrial Complex – healthy food products*. 2016;1(9):86-92. (In Russ.).
5. Korolkova A.P., Kuznetsova N.A., Ivanova M.I. et al. Economic Aspects of Vegetable Growing Development in Russia. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2021. 204 p. (In Russ.).
6. On approval of Recommendations on rational norms of consumption of food products that meet modern requirements of healthy nutrition: Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 614 of August 19, 2016. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_204200/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204200/). (In Russ.).
7. On the State Program of Agricultural Development and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets. Decree of the Government of the Russian Federation No. 717 (as amended) of July 14, 2012. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_133795/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/). (In Russ.).
8. Otinova M.E., Salnikova E.V. Spatial development of the national vegetable market. *Modern Economics: Problems and Solutions*. 2023;11(167):32-43. (In Russ.).
9. Official Statistic Information. Official website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).
10. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Razin A.F. et al. The economy of vegetable growing: the state and the present. *Vegetable crops of Russia*. 2018;5(43):63-68. (In Russ.).

### Информация об авторе

А.Н. Сурдин – аспирант кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ORCID ID: 0009-0004-6234-712X, cantaria211@gmail.com.

### Information about the author

A.N. Surdin, Postgraduate Student, the Dept. of Management and Marketing in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ORCID ID: 0009-0004-6234-712X, cantaria211@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 20.05.2025; одобрена после рецензирования 26.06.2025; принята к публикации 27.06.2025.

The article was submitted 20.05.2025; approved after reviewing 26.06.2025; accepted for publication 27.06.2025.

© Сурдин А.Н., 2025

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.1:332.21:332.3(571.65)

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_198

EDN: OBFFWN

#### Отличительные особенности регионального рынка земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях

Евгений Владимирович Баталкин<sup>1✉</sup>, Александр Владимирович Агибалов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> urvsau@yandex.ru✉

**Аннотация.** Проанализированы ключевые характеристики рынка земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области. Выявлено, что данный рынок обладает рядом специфических особенностей, которые существенно влияют на его функционирование и перспективы развития. Основные характеристики рынка включают в себя: максимальную эффективность использования земельных ресурсов, что свидетельствует о высоком уровне их вовлеченности в хозяйственный оборот; чрезвычайно медленные процессы трансформации категорий земель и изменения их целевого назначения; тесную взаимосвязь с динамикой развития АПК и смежных отраслей экономики; существенный дисбаланс между спросом и предложением. Вероятность резких колебаний рыночной конъюнктуры в краткосрочной и среднесрочной перспективе оценивается как крайне низкая. Это обусловлено тем, что ключевые факторы, влияющие на функционирование рынка (климатические условия, демографическая ситуация, политическая обстановка и производственно-экономические показатели), не демонстрируют тенденций к кардинальным изменениям в обозримом будущем. Выявлена и проанализирована структура участников рынка. Установлено, что наиболее влиятельными игроками являются крупные сельскохозяйственные организации, обладающие концентрированным производством. Их существенные финансовые возможности оказывают значительное воздействие на формирование цен, способствуя их повышению. При этом немаловажную роль играет высокое качество и продуктивная отдача большинства земельных участков, находящихся в их распоряжении. Параллельно существует активный сегмент малого оборота земельных участков, где преобладают сделки с небольшими территориями, которые приобретаются и реализуются физическими лицами для организации личного подсобного хозяйства или реже – фермерских предприятий. Хотя данный сегмент не оказывает существенного влияния на ценовую динамику рынка в целом, он характеризуется значительным количеством совершаемых сделок, что делает его важным с точки зрения общей активности рынка.

**Ключевые слова:** земли сельскохозяйственного назначения, рынок земли, особенности рынка земли, принципы развития земельных отношений, структура участников рынка земли

**Для цитирования:** Баталкин Е.В., Агибалов А.В. Отличительные особенности регионального рынка земель сельскохозяйственного назначения в современных условиях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 198–207. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_198-207](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_198-207).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Characteristic features of regional market of lands used for agricultural purposes under the conditions of today

Evgeniy V. Batalkin<sup>1✉</sup>, Aleksandr V. Agibalov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup> urvsau@yandex.ru✉

**Abstract.** The key characteristics of the agricultural land market in Voronezh Oblast are analyzed. It has been revealed that this market has a number of specific features that significantly affect its functioning and development prospects. The main characteristics of the market include: maximum efficiency in the use of land resources, which indicates a high level of their involvement in economic turnover; extremely slow processes of transformation of land categories and changes in their intended purpose; close relationship with the dynamics of the development of agriculture and related sectors of the economy; significant imbalance between supply and demand. The probability of sharp fluctuations in market conditions in the short and medium term is estimated to

be extremely low. This is due to the fact that the key factors affecting the functioning of the market, i.e. climatic conditions, demographic situation, political situation and production & economic indicators, do not show trends towards drastic changes in the foreseeable future. The structure of market participants has been identified and analyzed. It has been established that the most influential players are large agricultural organizations with concentrated production. Their significant financial capabilities have a significant impact on the formation of prices, contributing to their increase. At the same time, the high quality and productive returns of most of the land plots at their disposal play an important role. In parallel, there is an active segment of small-scale land turnover, where transactions with small territories predominate, which are acquired and implemented by individuals to organize personal subsidiary farms or, less often, farming enterprises. Although this segment does not have a significant impact on the price dynamics of the market as a whole, it is characterized by a significant number of transactions, which makes it important in terms of overall market activity.

**Keywords:** lands used for agricultural purposes, land market, features of the land market, principles of land relations development, structure of land market participants

**For citation:** Batalkin E.V., Agibalov A.V. Characteristic features of regional market of lands used for agricultural purposes under the conditions of today. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(2):198-207. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_198-207](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_198-207).

**З**емля, являясь одним из важнейших производственных ресурсов, имеет решающее значение для успешной деятельности аграрных компаний в цепочках создания готовой продукции из сельскохозяйственного сырья. Обеспечение и безусловное сохранение продовольственной безопасности как страны в целом, так и отдельных региональных территориальных субъектов, входящих в ее состав, задекларированных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации [7], а также другими документами стратегического планирования различных уровней, принятых за последнее десятилетие, являются амбициозными задачами (особенно в связи с обострившейся конфронтацией с «недружественными» странами), которые требуют решений следующих проблем, в том числе в сфере использования земельных ресурсов и управления этим использованием:

1) оптимизации размеров и структуры земельных ресурсов по их видам и предназначению;

2) сохранения и восстановления плодородия земель, развития мелиорации, рекультивации земель, имевших несельскохозяйственное использование, но для которых сохраняются возможности возвращения в сельскохозяйственный оборот;

3) экологизации аграрного производства, замещения химических средств воздействия на культурные растения: минеральных удобрений, средств защиты растений, в частности органическими, биологическими аналогами;

4) защиты и восстановления других видов ресурсов, необходимых для земледелия – в первую очередь поверхностных и грунтовых вод.

Успешное решение этих задач возможно в средне- и долгосрочной перспективе при наличии четкой и ясной, закреплённой нормативно-правовыми документами, но при этом гибкой и отвечающей меняющимся рыночным реалиям системы владения, распоряжения и пользования землей, как и другими объектами собственности. Сочетание отношений собственности и рыночной экономики приводит к формированию рынка земли.

Рынок земли – сложный экономический, а отчасти – еще и политико-правовой феномен, формирование которого не только в России, но и во многих других странах потребовало многих лет и во многих случаях не может на настоящий момент быть признанным полностью завершённым. Будучи одновременно совокупностью сделок и отношений собственности, он, как и любой товарный рынок, регулируется законами спроса и предложения и выступает механизмом ценового регулирования. Однако специфика объекта владения в данном случае налагает на него существенный отпечаток, делая земельный рынок одним из самых нестандартных рынков даже среди ресурсных.

В основе всех ресурсных рынков, таких как земельный, рынок средств производства и рынок труда (сейчас к ним также можно относить рынок научно-технических разработок и рынок информации), именно земля стала объектом для рыночных обменов позже других. Данный факт в первую очередь связан с тем, что земля исторически принадлежала государству и лишь позже стала предметом возможной купли-продажи ввиду развития законодательства.

Следует выделить ряд особенностей земли как специфического ресурса, которые в современных условиях усложняют функционирование ее рынка и предопределяют необходимость вовлечения в классические обменные отношения третьих заинтересованных сторон – в первую очередь государства как держателя политической власти:

1) земля не только является средством производства, но и своего рода «вместилищем» государства и его населения – не существует государств без территории, она выступает одной из четырех естественных характеристик государственности как феномена развития человечества;

2) земля служит и для размещения экономических объектов, которые никаким иным способом ее не используют в своей деятельности;

3) земля может по-разному использоваться в производственно-экономической деятельности, однако во всех этих вариациях земля незаменима как ресурс по своим физическим и экономическим свойствам;

4) земля среди всех производственных ресурсов отличается нулевой мобильностью, то есть никакой участок не может быть перемещен даже на небольшое расстояние ни при каких условиях.

Если говорить о земле как средстве производства в сельском хозяйстве, то и здесь можно выделить ряд особенностей, которые налагают отпечаток на функционирование земельного рынка:

1) земля обладает естественным плодородием, характеристиками, которые привязаны к конкретному участку изначально, и именно с этой точки зрения доступна классификация участков и дифференциация их цены;

2) помимо характеристик собственно почвы, рельефа и подстилающей породы, продуктивность, экономическую полезность, возможности производственного использования и, как следствие, цену участка определяют дополнительные условия, также отличающиеся практически нулевой мобильностью – элементы климата (поступающая солнечная радиация, осадки, роза ветров и др.), флора и фауна, окружающие природные и техногенные объекты;

3) несмотря на факт использования, известны технологические, точнее, агротехнические решения, которые позволяют не ухудшать состояние и продуктивность конкретного участка при извлечении продукта из его производственного использования. То есть, хотя земельные участки в бухгалтерском учете рассматриваются как основные средства, они не подвержены износу в той его форме, которая привычна для искусственно созданных объектов. Объективно земля имеет неограниченный срок службы и способна воспроизводиться самостоятельно, но под влиянием определенных решений собственника, например пожелавшего оставить участок под паром, возможно, даже на несколько лет;

4) приложение труда и капитала может в сочетании с использованием земли не только создавать продукт, но и изменять характеристики самой земли, улучшать ее, повышать плодородие и, как следствие, рыночную цену участка.

Рациональное использование земель, достижению цели которого среди других механизмов способствует земельный рынок, базируется на принципах, которые схематично приведены на рисунке 1.

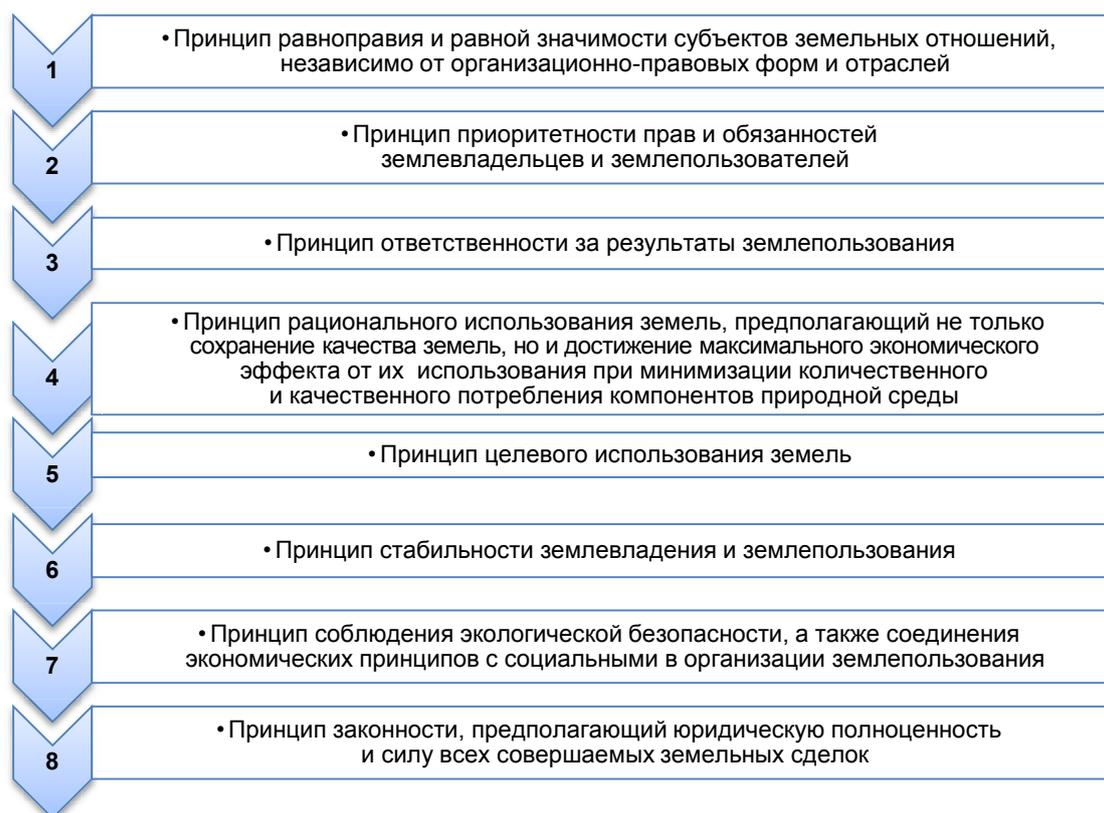


Рис. 1. Принципы развития земельных отношений

Органичная встроенность землепользования в экономическую систему общества и совокупность государственных функций страны предполагает достижение основной цели – полноценного исполнения задач земли как ресурса производства в хозяйстве и обществе, а реализация ее подразумевает использование действенных механизмов землеустройства [4].

Таким образом, хотя земля является природным объектом, для экономико-правового присвоения, распоряжения, оборота, учета земель существуют объективные предпосылки, связанные с соединением природной основы ценности земли с трудом и капиталом, прилагаемыми к конкретным объектам (участкам) с целью повышения их производительности и ценности.

В современном мире земля может не только выступать объектом купли-продажи, но также аренды, дарения, наследования, ипотеки. При этом важно отметить, что можно рассматривать как рынок земли в целом, где оборот осуществляется в отношении любых участков, так и рынок земель сельскохозяйственного назначения как его крупнейший и наиболее значительный сегмент. На этом сегменте осуществляется оборот сельскохозяйственных угодий, представляющих основную ценность и источник извлечения экономической выгоды в сельскохозяйственном производстве. Поэтому рынок земель сельскохозяйственного назначения определяется как «комплекс отношений по поводу движения сельхозугодий от одного пользователя к другому» [6], что отличает его от других сегментов земельного рынка, где совершаются сделки по участкам, предназначенным, например, для создания производственных, социальных или инфраструктурных объектов [3].

Несмотря на законодательное закрепление принципа равноправия участников земельного рынка (рис. 2), трудно спорить с тем, что они с помощью рыночных механизмов и законов стремятся к достижению существенно различающихся целей.

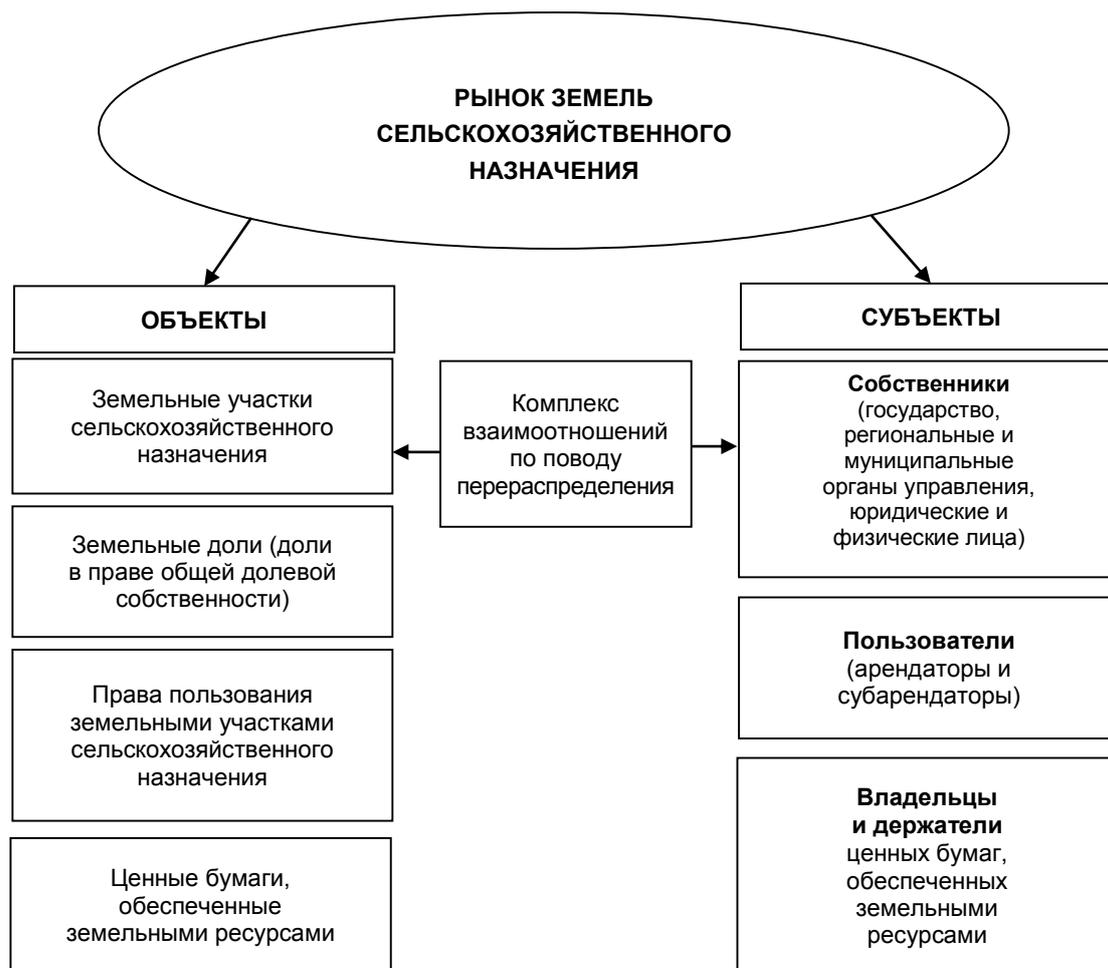


Рис. 2. Участники рынка земель сельскохозяйственного назначения [5]

Рыночные условия и внеэкономическая значимость земли, рассмотренные выше, обуславливают ряд принципов функционирования земельного рынка, таких как платность землепользования, государственная регистрация и гласность сделок с землей, учет интересов участников рынка, при этом специфика земли как производственного ресурса предполагает необходимость следования некоторым другим принципам, среди которых:

- 1) сохранение сельскохозяйственного назначения земель после каждой очередной сделки, недопущение сокращения объемов земельных ресурсов для аграрного производства на национальном и региональном уровнях;
- 2) соблюдение экологических норм и социальных требований в ходе распоряжения и использования сельскохозяйственных земель;
- 3) активное и непрерывное во времени использование земель по назначению;
- 4) реализация всеми собственниками и пользователями всех доступных им способов сохранения и повышения качества земельных участков;
- 5) перераспределение земель в рамках национальной экономической системы, ориентированное на достижение максимального экономического эффекта и уровня эффективности землепользования.

Принимая во внимание эти общие принципы функционирования рынка земель сельскохозяйственного назначения, можно выделить не только чисто экономические цели, но и экологические, и социальные, и политические (рис. 3).

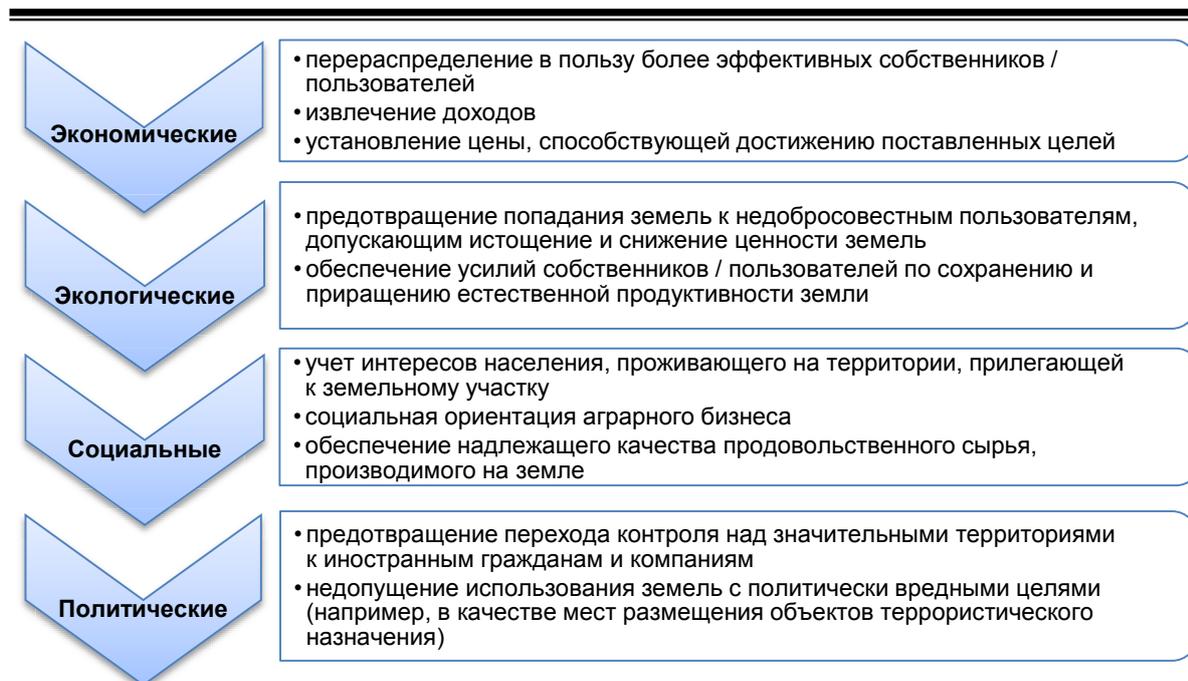


Рис. 3. Группировка целей функционирования рынка земель сельскохозяйственного назначения в РФ

Достижение целей рынка земель сельскохозяйственного назначения обеспечивается за счет сбалансированного применения ряда инструментов:

- оборот (купля-продажа, наследование, дарение и т.п.) земельных участков;
- оборот земельных долей (паев);
- аренда;
- переуступка;
- внесение в уставный капитал;
- залоговые операции;
- оборот ценных бумаг, обеспеченных земельными ресурсами.

Между тем эффективному функционированию рассматриваемого рынка до сих пор мешают факторы и обстоятельства, среди которых можно особо выделить те, что обладают максимальной силой воздействия:

- земельные участки во многих регионах часто меняют собственников и арендаторов, что вносит неопределенность в распределение ответственности за их сохранность и качественное состояние;
- работы по мелиорации и борьбе с эрозией многократно сокращены по сравнению с советским периодом даже на территориях, бесспорно нуждающихся в них, что приводит к снижению продуктивности и ценности земель;
- в структуре инвестиций в сельское хозяйство, в настоящий момент существенных по объему, практически отсутствуют те, что направлялись бы на благоустройство сельскохозяйственных земель, повышение их аграрной и экологической ценности, оптимизацию экономического использования [2].

Преодоление этих и ряда других проблем остается задачей на среднесрочную перспективу как на национальном, так и региональном уровне.

Не менее значимым условием оптимизации функционирования земельного рынка является динамичное и гармоничное развитие смежных отраслей, напрямую не использующих земли сельхозназначения в своей деятельности, но тесно связанных с результатами такого использования (прежде всего это переработка аграрной сырьевой продукции и преобразование ее в продовольствие и иные товары), а также существенно влияющих на возможности и результаты такого использования (сюда можно отнести и производство

средств производства для сельского хозяйства и промыслов, и инфраструктурные отрасли, и сферу инновационных разработок для АПК). Играют свою значительную роль финансово-кредитные институты, государственные структуры, связанные с контролем и учетом оборота земель, государственные и общественные надзорные организации [10].

Использование земельных ресурсов и особенности рынка земли Воронежской области достаточно типичны для регионов Центрального Черноземья, а также схожи с ситуацией в более южных субъектах РФ. Они определяются:

- 1) природно-климатическими и геолого-рельефными характеристиками территории;
- 2) особенностями расселения, плотностью населения и расположения инфраструктурных объектов;
- 3) условиями функционирования и достигнутым уровнем развития сельского хозяйства, а также смежных отраслей.

Общая площадь Воронежской области – 5221,6 тыс. га, при этом площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет около 4175 тыс. га, то есть примерно 80% от общей площади [8]. При этом отметим, что и общая площадь, и доля земель сельскохозяйственного назначения постепенно сокращаются, вследствие чего часть земель сельскохозяйственного назначения переходит в следующие категории:

- земли промышленности и иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда [9].

Существует представление о том, что часть земель сельскохозяйственного назначения переходит в категорию земель населенных пунктов, однако такие случаи, скорее, единичны: последняя категория в Воронежской области также понемногу сокращается. Тем не менее все эти изменения довольно медленные, доля таких земель в среднем составляет 2–3 тыс. га в год, что свидетельствует о политическом курсе государства на максимально возможное сохранение сложившейся структуры земельного фонда по признаку назначения участков.

Состав земель, используемых сельскохозяйственными организациями Воронежской области, в динамике за 5 лет представлен на рисунке 4.

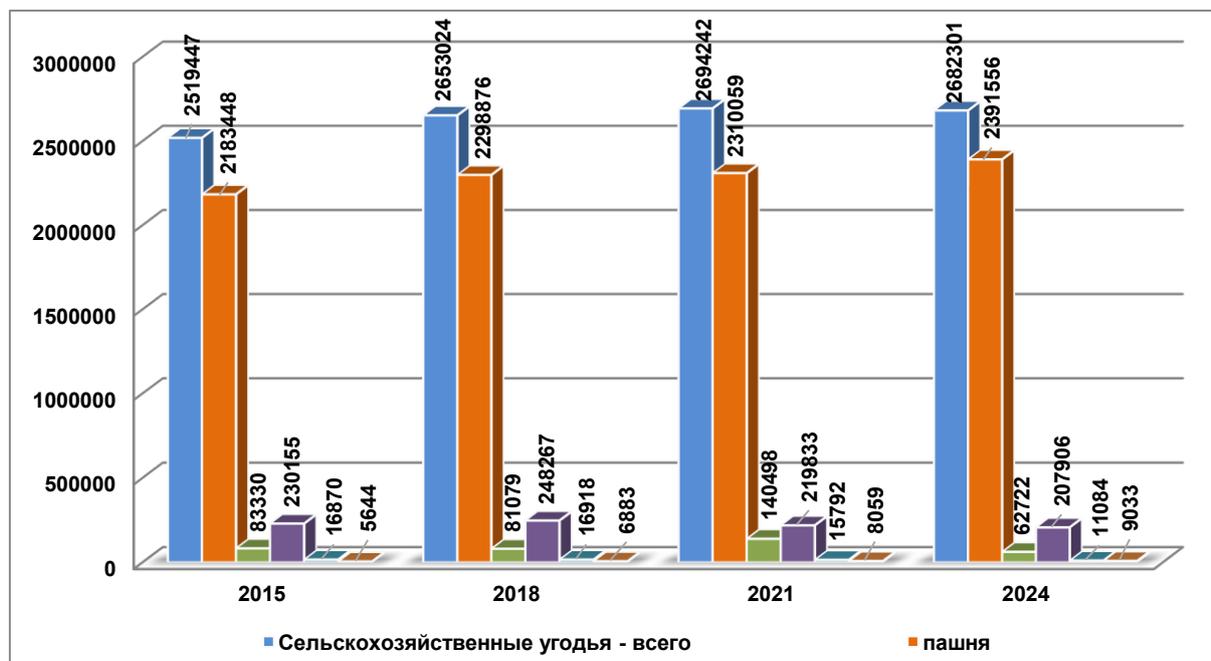


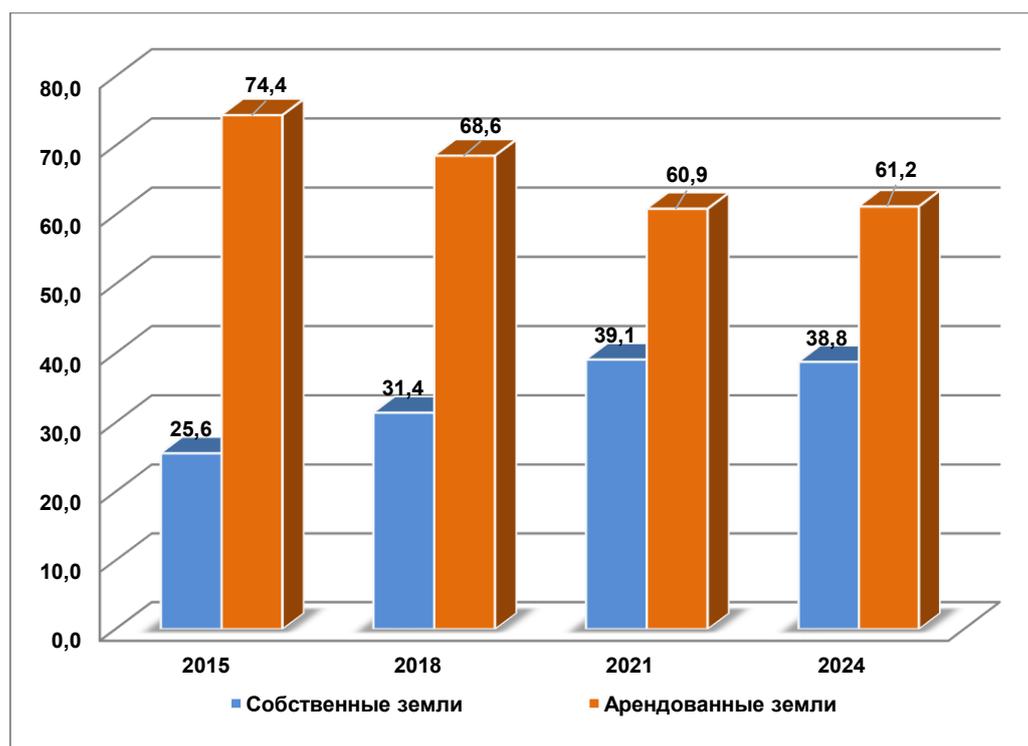
Рис. 4. Динамика размера земель, используемых сельскохозяйственными организациями Воронежской области

Источник: составлено авторами по данным [8].

На долю сельскохозяйственных организаций приходится примерно 65% всего фонда земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области. Речь в данном случае идет не о владении, а о пользовании земельными участками, так как часть рассматриваемых земель принадлежит не тем лицам, кто фактически осуществляет на них производственно-хозяйственную деятельность.

Землями сельскохозяйственного назначения Воронежской области, кроме сельскохозяйственных организаций, пользуются фермерские хозяйства и хозяйства населения (личные подсобные хозяйства), то есть физические лица. Небольшая доля земель используется различными научными и образовательными организациями: научно-исследовательскими институтами, высшими учебными заведениями, колледжами сельскохозяйственного профиля [11]. При этом происходит постепенная концентрация земель в руках крупных пользователей: за 10 лет при некотором сокращении общей площади земель сельскохозяйственного назначения в Воронежской области площадь сельскохозяйственных угодий, используемых аграрными организациями, увеличилась более чем на 6% [1, 8].

Следует отдельно отметить и тот факт, что аграрные предприятия активно выкупают в собственность земли, которые используют (рис. 5). Если площадь используемых организациями земель выросла за 10 лет на 6%, то площадь собственных земель – более чем на 60%.



**Рис. 5. Доли собственных и арендованных земель в пользовании сельскохозяйственных организаций**

Источник: составлено авторами по данным [8].

Отмеченная тенденция согласуется с постепенным увеличением физических объемов производства в крупных компаниях холдингового типа и ростом концентрации в них производства отдельных аграрных отраслей, например скотоводства, при некотором сокращении в последнее десятилетие количества фермерских хозяйств.

### **Заключение**

Таким образом, рынок земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области в рассматриваемом случае отличается:

- высокой степенью использования земель;
- крайне медленным переходом земель из одной категории в другую по своему назначению;
- тесной связью с тенденциями развития сельского хозяйства и смежных отраслей;
- превышением спроса над наличием свободных, временно не используемых либо выставленных на продажу участков;
- широкой ценовой дифференциацией.

С другой стороны, рынок достаточно стабилен и маловероятны резкие колебания его конъюнктуры в кратко- и среднесрочной перспективе, так как ни климатические, ни демографические, ни политические, ни производственно-экономические условия его функционирования в обозримом будущем не смогут продемонстрировать таких кардинальных изменений, которые могли бы на ней сказаться существенным образом.

Наиболее активными игроками рынка земли выступают сельскохозяйственные организации, особенно крупные, с концентрированным производством. Их значительные финансовые возможности влияют на складывающиеся цены в сторону их повышения не в меньшей степени, чем высокое качество и продуктивность большинства имеющихся участков. С другой стороны, наблюдается активный оборот малых и сверхмалых участков, продаваемых и покупаемых физическими лицами и предназначенных для ведения личного подсобного, реже – фермерского хозяйства. Хотя данный сегмент не оказывает существенного влияния на ценовую динамику рынка в целом, он характеризуется значительным количеством совершаемых сделок, что делает его важным с точки зрения общей активности рынка.

---

### **Список источников**

1. Аварский Н.Д., Новоселов Э.А., Валуева И.П., Сидоренко С.В. Крупнейшие владельцы сельскохозяйственной земли в России на 2023 год // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2023. № 9(103). С. 65–74. DOI: 10.33938/239-65.
2. Алтухов А.И. Направления повышения эффективности научных исследований отделения экономики и земельных отношений // АПК: экономика, управление. 2013. № 3. С. 27–40.
3. Барсукова Г.Н., Мальцева В.В. Рынок земель сельскохозяйственного назначения в Краснодарском крае // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 93. С. 89–94. DOI: 10.21515/1999-1703-93-89-94.
4. Калинина Л.А., Поляков С.А. Формирование и функционирование рынка земель сельскохозяйственного назначения в России и ее регионах // АПК: экономика, управление. 2025. № 3. С. 89–96. DOI: 10.33305/253-89.

5. Кустова С.Б. Формирование рынка земель сельскохозяйственного назначения в регионе // Проблемы современной экономики. 2018. № 3(67). С. 249–252.
6. Назаренко В.И., Шмелев Г.И. Земельные отношения и рынок земли. Москва: Памятники исторической мысли, 2005. 284 с.
7. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 [Электронный ресурс]. URL: [legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-21012020-n-20-ob-utverzhenii/](https://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-21012020-n-20-ob-utverzhenii/) (дата обращения: 15.04.2024).
8. Официальная статистическая информация [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 25.08.2024).
9. Рахманова Ю.А., Харитонов А.А. Земельный фонд Воронежской области как объект государственного регулирования // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции (Воронеж, 18–29 марта 2021 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2021. Т. 3. С. 325–330.
10. Трофимова В.И. Экономическое поведение субъектов рынка земель сельскохозяйственного назначения // Управление. 2023. Т. 11, № 4. С. 90–99. DOI: 10.26425/2309-3633-2023-11-4-90-99.
11. Шагайда Н. Формирование рынка земель сельскохозяйственного назначения в России // Отечественные записки. 2004. № 1(16). С. 262–269.

### References

1. Avarskii N.D., Novoselov E.A., Valueva I.P. et al. Russia's largest agricultural landholders in 2023. *Economy, labor, management in agriculture*. 2023;9(103):65-74. DOI: 10.33938/239-65. (In Russ.).
2. Altukhov A.I. Directions for improving the effectiveness of scientific research of the Department of Economics and Land Relations. *AIC: economics, management*. 2013;3:27-40. (In Russ.).
3. Barsukova G.N., Maltseva V.V. Agricultural land market in Krasnodar Territory. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2021;93:89-94. DOI: 10.21515/1999-1703-93-89-94. (In Russ.).
4. Kalinina L.A., Polyakov S.A. Formation and functioning of the agricultural land market in Russia and its regions. *AIC: economics, management*. 2025;3:89-96. DOI: 10.33305/253-89. (In Russ.).
5. Kustova S.B. Formation of the regional market for agricultural lands. *Problems of modern economics*. 2018;3(67):249-252. (In Russ.).
6. Nazarenko V.I., Shmelev G.I. Land relations and land market. Moscow: Pamyatnik Istoricheskoy Mysli Publishers; 2005. 284 p. (In Russ.).
7. On the approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 No. 20. URL: [legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-21012020-n-20-ob-utverzhenii/](https://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-21012020-n-20-ob-utverzhenii/). (In Russ.).
8. Official Statistic Information. Official Website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).
9. Rakhmanova Yu.A., Kharitonov A.A. Land fund of Voronezh Oblast as an object of state regulation. In: *Theory and Practice of Innovative Technologies in Agriculture: Proceedings of the National Research-to-Practice Conference (Voronezh, March 18-29, 2021)*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2021;3:325-330. (In Russ.).
10. Trofimova V.I. Economic behavior of subjects of the agricultural land market. *Management (Russia)*. 2023;11(4):90-99. DOI: 10.26425/2309-3633-2023-11-4-90-99. (In Russ.).
11. Shagaida N. Formation of the agricultural land market in Russia. *Otechestvennye zapiski: the Journal of Russian Thought*. 2004;1(16):262-269. (In Russ.).

### Информация об авторах

Е.В. Баталкин – аспирант кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [urvsau@yandex.ru](mailto:urvsau@yandex.ru).

А.В. Агибалов – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [finance@bf.vsau.ru](mailto:finance@bf.vsau.ru).

### Information about the authors

E.V. Batalkin, Postgraduate Student, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [urvsau@yandex.ru](mailto:urvsau@yandex.ru).

A.V. Agibalov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [finance@bf.vsau.ru](mailto:finance@bf.vsau.ru).

**Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 25.04.2025; принята к публикации 11.05.2025.**

**The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 25.04.2025; accepted for publication 11.05.2025.**

© Баталкин Е.В., Агибалов А.В., 2025

#### 5.2.4. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 336.66

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2025\_2\_208

EDN: OBVDYJ

### Проблемы информационного и методического обеспечения процесса оценки стоимости сельскохозяйственных активов

Виктория Марковна Круглякова<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

<sup>1</sup> vinikat@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Развитие сельского хозяйства в России сопровождается ростом экономической активности в сфере оборота отраслевых активов. В данном контексте применяемое автором понятие «сельскохозяйственные активы» объединяет биологические активы и основные средства, связанные с с.-х. деятельностью. Государственная поддержка с.-х. отрасли, направленная на стимулирование расширения состава и повышения качества земельного фонда, а также формирование современных материальных активов, модернизацию действующих производств в сфере выращивания, хранения и переработки с.-х. продукции, сопровождается увеличением объемов оборота с.-х. активов на открытом рынке. Как следствие, возникает задача разработки единого методического и информационного обеспечения процесса оценки стоимости с.-х. активов как особого типа имущества и имущественных прав. Представлена классификация отраслевых материальных активов, выделены особенности их функционирования и проведен анализ общих и локальных факторов, подлежащих учету в процессе проведения стоимостных исследований с.-х. активов. Разработанный механизм адаптации общепринятых подходов и методов оценки стоимости материальных активов к условиям, характерным для с.-х. отрасли, основывается на двух важнейших составляющих процесса стоимостного исследования – идентификации объекта оценки на дату оценки и обработке аналитических данных о соответствующем сегменте отраслевого рынка с выбором подходов и методов расчета стоимости объекта оценки. Предложенное направление развития системы информационного обеспечения всех этапов оценки предусматривает использование ГИС пространственных данных наряду с традиционными источниками данных официальной статистической отчетности, а также иных публичных источников отраслевой информации. Отмечена необходимость дальнейшего развития системы стандартизации оценочной деятельности в сфере определения стоимости с.-х. активов с учетом многообразия объектов оценки, особенностей их функционирования и факторов, влияющих на результаты оценки.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные активы, оценочная деятельность, ценообразующие факторы, рыночная стоимость, геоинформационные системы, пространственные данные

**Для цитирования:** Круглякова В.М. Проблемы информационного и методического обеспечения процесса оценки стоимости сельскохозяйственных активов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 2(85). С. 208–218. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_2\\_208-218](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_2_208-218).

#### 5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

### Problems of information and methodological support of agricultural assets evaluation procedure

Victoria M. Kruglyakova<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

<sup>1</sup> vinikat@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The development of agriculture in Russia is accompanied by an increase in economic activity in the sphere of turnover of industrial assets. In this context, the concept of “agricultural assets” used by the author combines biological assets and fixed assets related to agricultural activities. State support to the agricultural industry, aimed at stimulating the expansion of the composition and improvement of the quality of the land fund, as well as the formation of modern tangible assets, modernization of existing industries in the field of cultivation, storage and processing of agricultural production, is accompanied by an increase in the turnover of agricultural assets in the open market. Consequently, this raises vital task of developing a unified methodological and informational support of agricultural assets evaluation procedure as a special type of property and property rights. The author considered industrial tangible assets classification; highlighted the features of their functioning; carried out the analysis of general and local factors to be taken into account in the process of agricultural assets evaluation; developed mechanism for adapting generally accepted approaches and methods of tangible assets

evaluation to the conditions common to agricultural industry which is based on two important components of the cost measurement, i.e. on identification of the appraisal object at a valuation date, and on processing analytical data on the relevant segment of the industry market with a choice of approaches and methods for calculating the value of the appraisal object. The proposed direction for the development of the information support system for all stages of the assessment involves the use of GIS spatial data along with traditional sources of official statistical reporting data, as well as other public sources of industry information. It is noted that there is a need for further development of the system of standardization of valuation activities in the field agricultural assets evaluation, taking into account the variety of appraisal objects, the specifics of their functioning and the factors influencing the evaluation results.

**Keywords:** agricultural assets, valuation activities, pricing factors, market value, Geographical Information Systems (GIS), spatial data

**For citation:** Kruglyakova V.M. Problems of information and methodological support of agricultural assets evaluation procedure. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(1):208-218. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2025\\_1\\_208-218](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_1_208-218).

**Р**ост объемов сельскохозяйственного производства в течение последнего десятилетия является значимым трендом экономического развития Российской Федерации. Решение задачи продовольственного обеспечения страны в условиях геополитических изменений и сопутствующих им ограничений в снабжении экономики необходимыми ресурсами является одной из важнейших составляющих национальной безопасности страны.

Государственная поддержка сельского хозяйства предусматривает финансирование развития сельских территорий, создание условий для сохранения продуктивных земельных ресурсов для будущих поколений, стимулирование развития транспортной и энергетической инфраструктуры, а также промышленного комплекса в сфере переработки продукции, в том числе технологического обеспечения производства и строительного комплекса, обеспечивающего возведение и обслуживание капитальных активов, на базе которых реализуются все формы сельскохозяйственной деятельности.

По данным Росстата и Росреестра, за период с 2015 по 2023 г. положительная динамика характерна для всех основных показателей сельского хозяйства. В том числе отмечается значительный рост объемов инвестиций в основной капитал отраслевых организаций, увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции, рост количества организаций, осуществляющих сельскохозяйственную деятельность, развитие земель под выращивание сельскохозяйственных культур и развитие кормовой базы. Также в отрасли значительно выросли объемы ввода в действие производственных мощностей в сфере животноводства, растениеводства, производства кормов, хранения удобрений и продукции, а также переработки сельскохозяйственной продукции [1, 3].

Развитие сельского хозяйства способствует повышению инвестиционной активности и, как следствие, созданию новых и модернизации имеющихся отраслевых активов. В этих условиях процесс обеспечения экономической деятельности хозяйствующих субъектов сопровождается ростом количества сделок с активами, обеспечивающими сельскохозяйственное производство, а также являющимися его результатом. Обоснование стоимости активов для их последующего отчуждения или отражения в отчетности организаций является важной составляющей процесса принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности деятельности хозяйствующих субъектов.

Исходя из специфики сельскохозяйственных активов и особой роли, отведенной в обеспечении продовольственной безопасности страны сельскому хозяйству, процесс стоимостной оценки отраслевых активов требует отдельной формализации в рамках единой методологии стоимостной оценки [15].

Следует отметить, что сельское хозяйство как отрасль характеризуется не только разнообразием активов по их назначению и особенностям функционирования, но и ярко

выраженной сезонностью, зависимостью от климатических условий территорий, доступностью и качеством базовых ресурсов, необходимых для выращивания, хранения и переработки продукции растениеводства и животноводства, а также другими особенностями. Учет этой специфики может быть осуществлен на основе отдельного методического обеспечения исходя из современных форм сбора и анализа данных, позволяющих получить стоимостные показатели активов различного типа, отличающиеся высоким уровнем обоснованности и достоверности. В условиях постоянного роста объемов государственной организационно-правовой и финансовой поддержки сельского хозяйства, усиления контроля за налоговыми выплатами, а также развития законодательства в сфере банкротства, задача развития информационного и методического обеспечения оценки стоимости отраслевых активов, безусловно, является актуальной и требует поиска эффективных решений [3, 15].

Измерение ценности сельскохозяйственных активов, осуществляемое в процессе их стоимостной оценки, основывается на общепринятой в оценочной деятельности методологии определения стоимости активов и прав. Однако методическое и информационное обеспечение процесса оценки таких активов должно предусматривать учет ряда особых параметров, характерных исключительно для деятельности в сфере сельскохозяйственного производства [5].

Принимая во внимание область применения результатов оценки стоимости сельскохозяйственных активов, следует выделить два основных направления стоимостных исследований:

1. *Оценка для целей заключения сделок по отчуждению прав собственности или передаче иного объема прав на актив или комплекс взаимосвязанных активов как совокупности недвижимого и (или) движимого имущества* – область применения результатов такой оценки регулируется Гражданским кодексом Российской Федерации и основывается на том или ином договоре, предусматривающем передачу прав на актив новому владельцу [2]. В этом случае, как правило, при проведении оценки определяется рыночная стоимость актива, а в частном случае также может определяться *инвестиционная, равновесная или ликвидационная стоимость*. Понятие каждого из указанных видов стоимости представлено в законодательстве, регулирующем оценочную деятельность, которое содержит прямое указание на эти виды стоимости и раскрывает их сущность. В том числе к таким нормативным правовым актам следует отнести:

- Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» № 135-ФЗ от 29.07.1998 [11];

- Федеральный стандарт оценки «Виды стоимости (ФСО II)», утвержденный приказом Минэкономразвития РФ № 200 от 14.04.2022 [13].

2. *Оценка для целей финансовой отчетности* – это направление оценки стоимости не предусматривает прямое отчуждение каждого актива или группы активов. Область применения и базовые принципы определения регламентируются Международными стандартами финансовой отчетности (МСФО). При проведении оценки предусматривается применение следующих основных стоимостных понятий, характерных для ведения финансовой отчетности, в том числе: *справедливая, ликвидационная, балансовая, первоначальная стоимости, а также стоимость, специфичная для организации*.

В составе МСФО определения соответствующих показателей стоимости по своей экономической природе созвучны с видами стоимости, прямо предусмотренными национальными (федеральными) стандартами оценки, однако их применение имеет ряд существенных ограничений, привязанных к особенностям деятельности организации, принятой учетной политики, типа актива и текущей рыночной конъюнктуры.

Основные нормативные акты, регулирующие порядок определения справедливой стоимости и иных стоимостей при отражении активов в финансовой отчетности, прежде всего представлены следующими документами:

- Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости» (введен в действие на территории РФ Приказом Минфина России от 18.07.2012 № 106н) [8];

- Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 16 «Основные средства» (введен в действие на территории Российской Федерации приказом Минфина России от 28.12.2015 № 217н) [9];

- Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 41 «Сельское хозяйство» (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Минфина России от 25.11.2011 № 160н) [10].

Необходимо отметить, что вопросам отражения различных видов активов (в том числе относимых к биологическим активам) и обязательств в составе финансовой отчетности организаций, осуществляющих сельскохозяйственную деятельность, уделяется значительное внимание [6, 7]. Также в научных исследованиях достаточно широко изучены методические подходы к оценке стоимости продуктивных сельскохозяйственных угодий [12, 14, 16, 17]. В то же время теме определения стоимости «неземельных» отраслевых активов при заключении различных сделок между субъектами предпринимательской деятельности уделяется значительно меньшее внимание. В опубликованных источниках авторы не рассматривают единую классификацию активов, не выделяют общие и особенные факторы, учет которых в процессе проведения оценки может обеспечить более высокий уровень обоснованности и достоверности показателя стоимости активов в процессе их стоимостной оценки. Отметим, что в данном исследовании мы рассматриваем материальные активы, определяемые в российском законодательстве в составе вещного права, без анализа проблем отражения сельскохозяйственных активов в финансовой отчетности организации в процессе их учета. Вопросы определения стоимости финансовых и нематериальных активов в сфере сельскохозяйственного производства выходят за рамки настоящей работы и требуют отдельного изучения.

Переходя к предмету представленного исследования, прежде всего необходимо рассмотреть структуру сельскохозяйственных активов, которые, по мнению автора, могут быть представлены тремя основными группами:

- 1) земельные ресурсы;
- 2) здания, сооружения и имущественные комплексы;
- 3) движимое имущество.

На рисунке 1 представлена авторская классификация основных сельскохозяйственных активов.

В составе предложенной классификации группировка сельскохозяйственных активов основывается не только на их назначении, но и учитывает особенности правового регулирования оборота активов, технологические и технические характеристики объектов, финансово-экономические условия создания и использования активов, а также их зависимость от внешнеэкономических изменений, определяющих экономические показатели деятельности организаций. Такая группировка позволяет более наглядно представить общие и особенные параметры, характеризующие различные сельскохозяйственные активы при проведении оценки их стоимости.



Рис. 1. Классификация основных сельскохозяйственных активов

Следует отметить, что представленная на рисунке 1 классификация, далее принимаемая нами за основу при определении подходов и методов оценки соответствующих активов, отличается от классификации, вытекающей из положений МСФО. Так, например, в составе МСФО (IAS) 16 рассматриваются биологические активы, относящиеся к плодовым культурам, в то время как положения МСФО (IAS) 41 применяются в отношении биологических активов и сельскохозяйственной продукции, в том числе включающих продукцию плодовых культур. В составе МСФО (IAS) 16 типизация объектов определяется укрупненно в обобщенном виде без детализации и содержит общие методические правила отражения основных средств в отчетности организаций. В свою очередь, в составе МСФО (IAS) 41 предусмотрено отнесение активов к биологическим или сельскохозяйственным именно в части отраслевых активов, представляющих собой продукт на момент его сбора и переработки сразу после сбора. В части сделок на открытом товарном рынке данный тип активов может иметь ценообразование, отличное от используемого в соответствии с положениями МСФО (IAS) 41 по причине различий условий конкретного договора, заключаемого на определенную дату от принятых правил отражения этих активов в составе финансовой отчетности в процессе деятельности организации.

Рассматривая вопросы определения стоимости сельскохозяйственных активов, следует обратить особое внимание на системную основу регулирования процесса стоимостного исследования. На территории Российской Федерации такой нормативной пра-

вовой основой являются федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» № 135-ФЗ от 29.07.1998 и федеральные стандарты оценки (общие и специальные). Указанные нормативные акты, по сути, определяют методологию стоимостной оценки активов как совокупность организационно-методических требований к процессу оценки (включая требования к работе с источниками внешней и внутренней информации) и методическое обеспечение расчета стоимости активов различного типа [4].

В отношении объектов сельскохозяйственного назначения современные правовые основы, определяемые положениями законодательства в области оценочной деятельности, с учетом трех общепринятых подходов к оценке и основных методов оценки материальных активов, позволяют схематично отразить взаимосвязь информационного и методического обеспечения оценочного исследования с учетом отраслевой специфики (рис. 2).

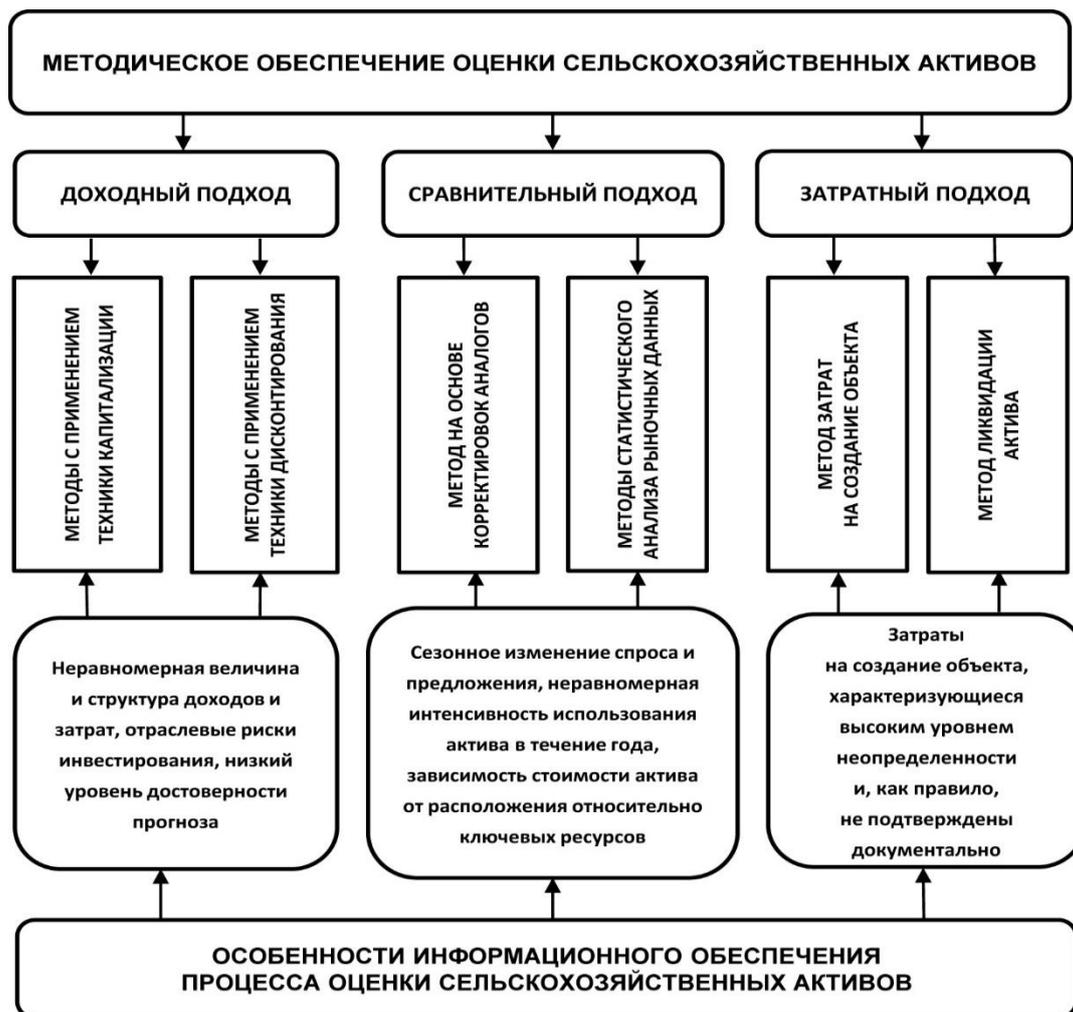


Рис. 2. Состав методического и информационного обеспечения оценки сельскохозяйственных активов

Сельскохозяйственные активы, представленные в составе различных групп (рис. 1), имеют выраженные отличия, влияющие на процесс оценки соответствующего имущества. Данные отличия, с одной стороны, определяют состав информационного обеспечения процесса стоимостной оценки активов, а с другой – составляют основу для интерпретации различных методов оценки в контексте отраслевой специфики. Так, для земельных участков, предназначенных для выращивания сельскохозяйственных культур (за исключением тепличных хозяйств), состав основных отличительных общих и локальных признаков, характеризующих сельскохозяйственный актив, может быть представлен в виде, отраженном на рисунке 3.



Рис. 3. Особенности свойств сельскохозяйственных активов на примере сельхозугодий

При анализе группы объектов, отнесенных к зданиям, сооружениям и комплексам имущества, по мнению автора, следует выделить следующие отраслевые особенности.

1. Объекты растениеводства и животноводства могут быть представлены единичными активами и большими производственными комплексами. Как правило, к данным объектам предъявляются особые технологические требования, определяющие допустимость их эксплуатации (в том числе очистные сооружения, кормовые базы, достаточные энергетические ресурсы – для тепличных хозяйств и другие). Соблюдение или нарушение указанных требований может оказывать значительное влияние на процесс их оценки и итоговую стоимость объекта оценки.

2. Объекты специального и общего назначения объединяют здания и сооружения инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры отраслевых активов, а также производственные объекты по переработке продукции сельского хозяйства – данная группа объектов, как правило, представлена комплексом недвижимого и движимого имущества, обеспечивающего его функционирование. Важным фактором оценки при определении стоимости таких комплексов является неравномерность поставок сырья, возможность гибкого управления складскими запасами и высокая потребность в заемных средствах.

3. Объекты хранения и переработки сельскохозяйственной продукции отличаются сезонной неравномерностью загруженности (например, складов, элеваторов, а также производств по переработке продукции). Для объектов данного типа характерны пиковые нагрузки хранения и производства с последующим снижением доходов и ростом эксплуатационных затрат. Результативность использования данных активов в среднесрочной и краткосрочной перспективе напрямую определяется показателями урожайности и качества выращенной продукции в каждом сезоне, а присущие сельскому хозяйству риски повышают уровень неопределенности прогнозирования доходов от использования активов данного типа.

4. Объекты технического обслуживания, хранения и ремонта техники и транспорта представлены специализированными машинно-транспортными предприятиями, ремонтными мастерскими, объектами дорожного сервиса, гаражами и другими объектами, конструктивные особенности которых не имеют существенных отличий от аналогичных объектов в иных сферах деятельности. Однако, интенсивность эксплуатации

таких активов характеризуется ярко выраженной сезонностью и предусматривают неравномерную загруженность и эксплуатационные расходы на их содержание.

5. *Пруды и другие гидротехнические сооружения* имеют особый режим эксплуатации – при их стоимостной оценке необходимо провести анализ актива на предмет его экологического состояния, учесть уровень зарыбления и качество соответствующей продукции для ее реализации, а также обратить внимание на техническое состояние сооружений и иного технического и технологического обустройства объекта.

В отличие от зданий, сооружений и их комплексов, представленных долгоживущими активами, **движимое имущество** имеет относительно короткий срок использования. В современных условиях при оценке данной группы активов в связи с различными ограничениями поставок отдельных комплектующих для техники, специализированного транспорта и технологического оборудования, семенного фонда, удобрений, средств защиты, кормов и добавок, а также иных составляющих материального обеспечения сельскохозяйственного производства оценка стоимости активов данного вида должна предусматривать возникающие затраты и возможности импортозамещения (в том числе с учетом различных форм государственной поддержки). Отличительной особенностью движимого имущества является постоянное изменение цен и свойств в процессе его использования. А в сельском хозяйстве в качестве дополнительного показателя также должна учитываться сезонная востребованность тех или иных активов для текущих нужд отраслевого производства.

Необходимость учета особенностей сельскохозяйственных активов в процессе их стоимостной оценки находит отражение при использовании различных подходов к оценке. Наиболее значимые составляющие процесса оценки сельскохозяйственных активов выделены автором в следующем составе.

1. *Идентификация объекта оценки на дату оценки* – с учетом сезонного характера эксплуатации объектов текущий осмотр объекта на дату оценки может быть затруднен в связи с погодными условиями, а осмотр объекта не позволяет определить его пригодность к эксплуатации и степень активности использования. Это означает, что оценка таких активов должна иметь документальное подтверждение допустимости использования объекта и уровня его текущей доходности за продолжительный ретроспективный период.

2. *Определение общих и особенных характеристик объекта оценки* – так как для оценки качества землепользования и производственно-хозяйственной деятельности на базе оцениваемого объекта необходимы специальные знания, оценка может предусматривать привлечение отраслевых специалистов.

3. *Внешнее информационное обеспечение процесса оценки* – аналитика рынка в сегментах оцениваемых активов должна отражать исследования не только в разрезе даты оценки, но и за ретроспективный период с годовыми циклами отражения результатов финансово-хозяйственной деятельности, что позволит исключить влияние сезонной неравномерности и цикличности севооборота и кормовой базы.

4. *Финансово-кредитная политика обеспечения деятельности участников отрасли* – финансирование сельскохозяйственного производства традиционно предусматривает привлечение заемных средств с соответствующей сезонной цикличностью. При этом при формировании финансовых моделей в составе доходного подхода следует учитывать не рыночные, а льготные кредитные ставки, формируемые за счет государственной поддержки производителей сельскохозяйственной продукции.

5. *Зонирование и ресурсное обеспечение территорий* – в последние годы выступают в качестве эффективного инструмента повышения стоимости сельскохозяйственных активов, обеспечивая им не только защиту от перевода в иные виды использования земель, но и создавая транспортную и инженерную инфраструктуры, с помощью которых повышается доступность производственных площадок и земель, а также качество их использования.

Учет текущего и перспективного развития территорий должен рассматриваться в качестве значимого ценообразующего фактора при оценке сельскохозяйственных активов.

6. *Политические факторы в границах отдельных территорий* – в условиях геополитических изменений последних лет экономические и политические факторы демонстрируют взаимосвязь и взаимозависимость. Их учет в ретроспективе, а также прогнозируемое использование активов в будущем должно составлять основу расчета стоимости объектов с применением прежде всего методов доходного подхода.

8. *Демографические показатели территорий и социальная политика* – для сельских районов обладают особым значением, так как обеспечивают выполняемые трудовые ресурсы для развития производств или, напротив, ограничивают их развитие.

9. *Другие факторы, учитывающие специализацию объектов*, – взаимосвязь и взаимозависимость различных активов в процессе осуществления сельскохозяйственной деятельности должны отражаться на всех этапах оценки.

Любое несоответствие активов минимальным условиям допустимости их использования снижает уровень достоверности прогнозов экономических показателей деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Таким образом, в процессе оценки стоимости сельскохозяйственных активов на различных этапах оценки – от идентификации объекта оценки до формирования его итоговой стоимости – должен быть обеспечен анализ особых условий функционирования данных активов как отдельной группы отраслевых активов, имеющих общие и особенные характеристики как самих оцениваемых объектов, так и внешних факторов, оказывающих влияние на текущие и перспективные условия применения объектов в отрасли.

Указанные автором особые характеристики сельскохозяйственных активов, подлежащие учету в процессе проведения их оценки, требуют расширения информационного обеспечения на всех ее этапах. Состав применяемой в процессе оценки информации должен соответствовать требованиям федеральных стандартов оценки, в том числе критериям достоверности, надежности, существенности и достаточности [13]. Учет выделенных выше характеристик в контексте конкретных оцениваемых активов позволит обеспечить соблюдение требований к информационному обеспечению процесса оценки сельскохозяйственных активов.

Основная часть характеристик сельскохозяйственных активов, которые автор предлагает включить в состав анализа общих и локальных факторов, влияющих на стоимость активов, предусматривает возможность сбора данных из различных публичных отраслевых информационных источников. Кроме этого, целесообразно обратить внимание на современный источник данных, применение которого в ближайшей перспективе позволит обеспечить системный формат сбора и описания данных об объектах недвижимости (земельных участках различного типа и единых объектах, включающих здания и сооружения отраслевого и общего назначения). Таким источником является Геоинформационная система пространственных данных (ГИС ПД), объединяющая различные информационные слои характеристик территорий и их частей, в том числе с учетом перспективного развития территорий [4]. Применение сведений из ГИС ПД как наиболее полного и структурированного источника данных, по мнению автора, позволит создать единый формат описания объектов и будет способствовать внедрению в процесс оценки стоимости активов инструментов цифровизации. Также необходимо разработать и внедрить в систему нормативного регулирования оценочной деятельности отдельный стандарт, в котором будут сформулированы требования к методическим и информационным составляющим процесса определения стоимости сельскохозяйственных активов с применением современных инструментов сбора и обработки данных.

Представленные автором положения направлены на развитие методического и информационного обеспечения процесса оценки стоимости сельскохозяйственных активов в современных условиях. Понимание отраслевой специфики обсуждаемых активов будет способствовать повышению эффективности финансирования развития и преобразования различных элементов сельскохозяйственной деятельности. Приведенные ценообразующие факторы, а также их анализ, основывающийся на современных возможностях работы с отраслевыми данными, могут способствовать развитию методического обеспечения отражения сельскохозяйственных активов в финансовой отчетности организаций.

---

**Список источников**

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). URL: [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc\\_Nation\\_report\\_2023\(1\).pdf](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc_Nation_report_2023(1).pdf) (дата обращения: 21.02.2025).
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ). Принят Государственной Думой 21 октября 1994 г. Часть первая: Федеральный закон от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ (с изменениями на 31 октября 2024 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102033239> (дата обращения: 24.02.2025).
3. Информационно-аналитические материалы. Сельское хозяйство в России. 2023. Статистический сборник [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S\\_x\\_2023.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S_x_2023.pdf) (дата обращения: 24.02.2025).
4. Круглякова В.М. Взаимосвязь пространственного развития Российской Федерации, территориального планирования и процесса оценки стоимости недвижимости // Имущественные отношения в РФ. 2024. № 11(278). С. 8–13. DOI: 10.24412/2072-4098-2024-11278-8-13.
5. Круглякова В.М. Земли сельскохозяйственного назначения – проблемы идентификации, возможности застройки и ценовые манипуляции // Имущественные отношения в РФ. 2024. № 2(269). С. 36–44. DOI: 10.24412/2072-4098-2024-2269-36-44.
6. Кузнецова О.Н., Шарапиева И.Г. Совершенствование классификации и оценки материально-производственных запасов в сельскохозяйственных организациях // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2021. № 1. С. 3–6. DOI: 10.36718/2500-1825-2021-1-3-19.
7. Кулиш Н.В. Методический инструментарий оценки активов сельскохозяйственных организаций и его влияние на финансовые результаты деятельности // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 51. С. 138–141.
8. Международный стандарт финансовой отчетности МСФО (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости» (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Минфина России от 18.07.2012 № 106н) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_193740/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193740/) (дата обращения: 12.02.2025).
9. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 16 «Основные средства» (введен в действие на территории Российской Федерации приказом Минфина России от 28.12.2015 № 217н) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_193590/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193590/) (дата обращения: 12.02.2025).
10. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 41 «Сельское хозяйство» (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Минфина России от 25.11.2011 № 160н) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_193593/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193593/) (дата обращения 12.02.2025).
11. Об оценочной деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19586/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/) (дата обращения: 09.02.2025).
12. Об утверждении методических рекомендаций по определению рыночной стоимости земельных участков: Распоряжение Министерства имущественных отношений Российской Федерации от 06 марта 2002 г. № 568-р [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_36189/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_36189/) (дата обращения: 11.02.2025).
13. Об утверждении федеральных стандартов оценки и о внесении изменений в некоторые приказы Минэкономразвития России о федеральных стандартах оценки: Приказ Минэкономразвития России от 14 апреля 2022 г. № 200 [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_415358/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/) (дата обращения: 09.02.2025).
14. Сеница Ю.С., Комаров С.И. Оценка земель сельскохозяйственного назначения: российский и зарубежный опыт // Имущественные отношения в РФ. 2020. № 6(225). С. 42–49. DOI: 10.24411/2072-4098-2020-10602.
15. СПОД РОО 04-105-2020. Методические рекомендации по оценке стоимости сельскохозяйственного имущества. // Ассоциация «Русское общество оценщиков». URL: <http://srogo.ru/evaluators/material/> (дата обращения: 21.03.2025).
16. Шевченко О.Ю., Монахов Д.И. Особенности оценки в определении рыночной стоимости земель сельскохозяйственного назначения // Экономика и экология территориальных образований. 2016. № 4(3). С. 54–58. DOI: 10.23947/2413-1474-2017-4-54-58.
17. Шеховцев В.В., Мاستихина О.Ю., Никулин М.В. Анализ ценообразующих факторов, влияющих на стоимость земельных участков сельскохозяйственного назначения предназначенных под пашни // Экономика и предпринимательство. 2023. № 8. С. 250–255. DOI: 10.34925/EIP.2023.157.8.043.

## References

1. State (National) Report on the State and Use of Land in the Russian Federation in 2023. Official Website of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography (Rosreestr). URL: [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc\\_Nation\\_report\\_2023\(1\).pdf](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Doc_Nation_report_2023(1).pdf). (In Russ.).
2. The Civil Code of the Russian Federation. Adopted by the State Duma on October 21, 1994. Part 1: Federal Law No. 51-FZ of November 30, 1994 (as amended on October 31, 2024). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102033239>. (In Russ.).
3. Information and Analytical Documents. Agriculture in Russia. 2023. Statistical Compendium. Official Website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13276>. (In Russ.).
4. Kruglyakova V.M. The relationship between spatial development of the Russian Federation, territorial planning and the process of real estate evaluation. *Property Relations in the Russian Federation*. 2024;11(278):8-13. DOI: 10.24412/2072-4098-2024-11278-8-13. (In Russ.).
5. Kruglyakova V.M. Agricultural lands – identification problems, development opportunities and price manipulations. *Property Relations in the Russian Federation*. 2024;2(269):36-44. DOI: 10.24412/2072-4098-2024-2269-36-44. (In Russ.).
6. Kuznetsova O.N., Sharapieva I.G. Improvement of classification and assessment of material and production stocks in agricultural organizations. *Social & Economic and Humanitarian Journal (Krasnoyarsk State Agrarian University)*. 2021;1:3-6. DOI: 10.36718/2500-1825-2021-1-3-19. (In Russ.).
7. Kulish N.V. Methodical toolkit asset valuation of agricultural organizations and its impact on financial results. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2016;51:138-141. (In Russ.).
8. International Financial Reporting Standard (IFRS) 13 Fair Value Measurement (came into force on the territory of the Russian Federation by the Order No. 217n of the Ministry of Finance of the Russian Federation of December 28, 2015). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_193740/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193740/). (In Russ.).
9. International Accounting Standard (IAS) 16 Property, Plant and Equipment (came into force on the territory of the Russian Federation by the Order No. 217n of the Ministry of Finance of the Russian Federation of December 28, 2015). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_193590/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193590/). (In Russ.).
10. International Accounting Standard (IAS) 41 Agriculture (came into force on the territory of the Russian Federation by the Order No. 160n of the Ministry of Finance of the Russian Federation of November 25, 2011). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_193593/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193593/). (In Russ.).
11. Concerning Valuation Activities in the Russian Federation: Federal Law No. 135-FZ of July 29, 1998. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19586/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/). (In Russ.).
12. On Approval of Methodological Recommendations for Determining the Market Value of Land Plots: Decree No. 568-r of the Ministry of Property Relations of the Russian Federation of March 06, 2002. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_36189/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_36189/). (In Russ.).
13. On Approval of Federal Valuation Standards and on Introduction of Amendments into Certain Orders of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation on Federal Valuation Standards: Order No. 200 of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of April 14, 2022. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_415358/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/). (In Russ.).
14. Sinitsa Yu.S., Komarov S.I. Agricultural lands valuation: Russian and foreign experience. *Property Relations in the Russian Federation*. 2020;6(225):42-49. DOI: 10.24411/2072-4098-2020-10602. (In Russ.).
15. SPOD ROO 04-105-2020. Methodological Recommendations for evaluating agricultural property. Official Website of Russian Society of Appraisers Association. URL: <http://sraroo.ru/evaluators/material/>. (In Russ.).
16. Shevchenko O.Yu., Monakhov D.I. Features of assessment in definition market value of lands of agricultural purpose. *Economy and Ecology of Territorial Formations*. 2016;4:54-58. DOI: 10.23947/2413-1474-2017-4-54-58. (In Russ.).
17. Shekhovtsev V.V., Mastikhina O.Yu., Nikulin M.V. Analysis of price-forming factors affecting the value of agricultural land plot intended for arable land. *Economy. Entrepreneurship*. 2023;8:250-255. DOI: 10.34925/EIP.2023.157.8.043. (In Russ.).

## Информация об авторе

В.М. Круглякова – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», [vinikat@mail.ru](mailto:vinikat@mail.ru).

## Information about the author

V.M. Kruglyakova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Construction Organization and Real Estate Management, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), [vinikat@mail.ru](mailto:vinikat@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 04.04.2025; одобрена после рецензирования 19.06.2025; принята к публикации 26.06.2025.

The article was submitted 04.04.2025; approved after reviewing 19.06.2025; accepted for publication 26.06.2025.

© Круглякова В.М., 2025

**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;
- ключевые слова на русском языке (5–7 слов или словосочетаний).

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 абзачным 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 А4). 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 28.07.2025. Формат 60x84<sup>1/8</sup>  
Бумага офсетная. Объем 27,63 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 60 экз. Заказ № 27477  
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

