

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: ADSRMR

# ВЕСТНИК

Воронежского государственного  
аграрного университета

Теоретический  
и научно-практический  
журнал

*Том 17, 2(81) • 2024*



ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: ADSRMR

# 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 17,  
выпуск 2(81)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2

ВОРОНЕЖ  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – проректор по научной работе  
доктор экономических наук **Л.А. Запорожцева**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА – проректор по учебной работе  
доктор технических наук, профессор **Н.М. Дерканосова**

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, Высшей аттестационной комиссии (ВАК)  
при Министерстве образования и науки Российской Федерации –  
№ 419 по состоянию на 10.06.2024**

**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 плодовоощного института 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, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Илларионов Александр Иванович**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры земледелия, растениеводства 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, растениеводства 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, и. о. заведующего кафедрой земледелия, растениеводства и защиты растений 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 ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

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

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

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

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

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

ISSN 2071-2243

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

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

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2024

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: ADSRMR

# 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 17,  
Issue 2(81)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2

VORONEZH  
Voronezh SAU  
2024

EDITOR-IN-CHIEF – Vice-Rector for Research  
Doctor of Economic Sciences **L.A. Zaporozhtseva**

DEPUTY CHIEF EDITOR – Vice-Rector for Academic Affairs  
Doctor of Engineering Sciences, Professor **N.M. Derkanosova**

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. 419 as of June 10, 2024**

**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, Protection and Quarantine of Plants  
(Agricultural Sciences) (from 13.10.2022);
- 4.1.3.** Agricultural Chemistry, Agronomic Soil Science, Protection and Quarantine of Plants  
(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 Fruit-and-Vegetable Institute 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, Crop Science 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, Crop Science 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, Crop Science 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 Agroecosis, 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, Acting Head of the Department of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, 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.

**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, 2024

# ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Основан в 1998 г.  
Выходит 4 раза в год

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

---

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)	
4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE (AGRICULTURAL SCIENCES)	
<hr/>	
<b>Дедов А.В., Крюков Г.М.</b> Влияние приемов биологизации и основной обработки на накопление и химический состав растительных остатков в пахотном слое почвы при выращивании сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР	
<b>Dedov A.V., Kryukov G.M.</b> Influence of biologization practices and basic soil treatment on the accumulation and chemical composition of plant residues in the surface soil at sugar beet cultivating in the forest-steppe conditions of the Central Chernozem Region .....	12
<b>Шарипова Р.Б., Зотов О.Г.</b> Оценка влияния основных агроклиматических показателей на урожайность зерновых культур в XXI веке (по данным Ульяновской области)	
<b>Sharipova R.B., Zotov O.G.</b> Assessment of the impact of core agro-climatic indicators on grain crop yields in the XXI century (case study of Ulyanovsk Oblast) .....	23
<hr/>	
4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)	
4.1.3. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)	
<hr/>	
<b>Багнавец Н.Л., Григорьева М.В., Осипова А.В.</b> Эффективность применения регулятора роста природного происхождения для проращивания семян различных сельскохозяйственных культур	
<b>Bagnavets N.L., Grigoryeva M.V., Osipova A.V.</b> Efficiency of growth regulator of natural origin application for germinating seeds of various agricultural crops .....	34
<b>Ефремова И.В., Мелькумова Е.А., Клишкин А.Ф.</b> Оценка устойчивости сортового материала и комбинаций скрещивания озимой тритикале к бурой листовой ржавчине в условиях искусственного инфекционного фона	
<b>Efremova I.V., Melkumova E.A., Klimkin A.F.</b> Assessment of the resistance of varietal material and combinations of crossing winter triticales to brown leaf rust in conditions of artificial infectious background .....	44
<hr/>	
4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)	
4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)	
<hr/>	
<b>Тихонова М.А.</b> Сравнительный анализ выращивания бессемянных сортов винограда в условиях резко континентального климата Южного Урала	
<b>Tikhonova M.A.</b> Comparative analysis of seedless grape varieties cultivation in a sharp continental climate of the Southern Urals .....	51

---

---

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)

---

<b>Поливаев О.И., Болотов Д.Б., Лощенко А.В., Химченко А.В., Дерканосова Н.М.</b> Совершенствование систем подвесок сидений операторов сельскохозяйственных тракторов	
<b>Polivaev O.I., Bolotov D.B., Loshchenko A.V., Khimchenko A.V., Derkanosova N.M.</b> Improvement of seat suspension systems for agricultural tractor operators .....	60
<b>Максимов А.В., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Зимина Л.А., Гайфуллин И.Х.</b> Увеличение эффективной мощности двигателя внутреннего сгорания за счет улучшения наполнения цилиндра свежим зарядом	
<b>Maksimov A.V., Shogenov Yu.Kh., Ziganshin B.G., Zimina L.A., Gayfullin I.Kh.</b> Increasing the effective power of the internal combustion engine by improving the filling of the cylinder with a fresh charge .....	68
<b>Ряднов А.И., Тронеv С.В., Шарипов Р.В., Павловский Д.С.</b> Оптимизация параметров системы замены сменных бункеров соргоуборочного комбайна	
<b>Ryadnov A.I., Tronev S.V., Sharipov R.V., Pavlovsky D.S.</b> Parametric optimization of the system for replacing exchangeable tankers of a sorghum harvester .....	79
<b>Васильев В.В., Афоничева Д.Д., Аксенов И.И.</b> Обоснование параметров системы разгрузки цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции	
<b>Vasiliev V.V., Afonicheva D.D., Aksenov I.I.</b> Justification of the parameters of the unloading system of a cylindrical hopper for storing agricultural products .....	90
<b>Сарбалина Б.Д., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю., Колдин М.С.</b> Теоретическое определение скорости скольжения подстилочного овечьего навоза по поверхности ворошителя конической треугольной формы	
<b>Sarbalina B.D., Zavrazhnov A.I., Lantsev V.Yu., Koldin M.S.</b> Theoretical dimensioning of the farmyard sheep manure sliding velocity along the surface of a conical triangular litter lifter .....	100

---

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)

---

<b>Белов А.А.</b> Применение технологии холодной атмосферной плазмы для обработки атмосферных сточных вод с целью повторного использования в сельском хозяйстве	
<b>Belov A.A.</b> Cold atmospheric plasma technology application at atmospheric wastewater treatment for the purpose of their reusing in agriculture .....	107

---

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

---

<b>Воротников И.Л., Девяткина Л.Н., Петров А.Ю., Ситалиев А.Ш.</b> Особенности формирования и развития многоукладной аграрной экономики России	
<b>Vorotnikov I.L., Devyatkina L.N., Petrov A.Yu., Sitaliev A.Sh.</b> Features of the formation and development of a multi-structural agricultural economy in Russia .....	117
<b>Коваленко Ю.Н., Улезько А.В.</b> Методологические аспекты структуризации институциональной среды агропродовольственного комплекса	
<b>Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V.</b> Methodological aspects of structuring the institutional environment of the agrifood complex.....	126

---

---

<b>Кусаинова А.Б.</b> Развитие агропромышленных комплексов государств – членов Евразийского экономического союза как фактор повышения продовольственной безопасности и устойчивости национальных экономик	
<b>Kusainova A.B.</b> Development of agro-industrial complexes of the Eurasian Economic Union member states as a factor in boosting food security and sustainability of national economies .....	136
<b>Меренкова И.Н.</b> Теоретико-методические аспекты мониторинга экономического пространства сельских территорий	
<b>Merenkova I.N.</b> Theoretical and methodological aspects of economic space of rural areas monitoring .....	149
<b>Воротников И.Л., Петров А.Ю., Шмелёв А.П.</b> Организационно-экономические основы формирования и развития цифрового технологического уклада аграрной экономики России	
<b>Vorotnikov I.L., Petrov A.Yu., Shmelev A.P.</b> Organizational and economic foundations for formation and development of digital technological paradigm of the Russian agrarian economy .....	159
<b>Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А., Леонова Н.В.</b> Использование цифровых инструментов и технологий для повышения эффективности деятельности субъектов аграрного сектора ЦФО России	
<b>Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A., Leonova N.V.</b> Using digital tools and technologies to improve the efficiency of the subjects of agrarian sector of the Central Federal District of Russia .....	168
<b>Шишлянников А.В., Медеяева З.П., Куликов И.И.</b> Анализ трансформации механизма государственной поддержки АПК России и практики ее использования	
<b>Shishlyannikov A.V., Medelyaeva Z.P., Kulikov I.I.</b> Analysis of transformation of the mechanism of state support for Russian Agro-Industrial Complex and special aspects of its practical application .....	176
<b>Белолипов Р.П., Коновалова С.Н.</b> Особенности ценообразования на продукцию сельского хозяйства в условиях санкционной экономики	
<b>Belolipov R.P., Konovalova S.N.</b> Peculiarities of pricing of agricultural products in the conditions of the sanctions economy.....	185
<b>Шкварук М.А., Запорожцева Л.А.</b> Особенности конкурентоспособности продукции овощеводства защищенного грунта	
<b>Shkvaruck M.A., Zaporozhtseva L.A.</b> Features of competitiveness of green house vegetable growing production .....	196
<b>Фомин О.С.</b> Оценка факторов дифференциации заработной платы в крупных, средних и мелких сельскохозяйственных предприятиях	
<b>Fomin O.S.</b> Assessment of wage differentiation factors in large, medium and small agricultural enterprises .....	211
<b>Евграфова Л.В.</b> Оценка мультипликативного эффекта диверсификации сельской экономики	
<b>Evgrafova L.V.</b> Assessment of the multiplicative effect of rural economic diversification .....	221

---

## НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

## SCIENTIFIC ACTIVITIES

---

Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I	
Doctoral and candidate science-degree councils formed on the basis of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.....	230
Информация для авторов	
Information for the authors .....	231

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.45:631.153.3:651.95

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_12

EDN: DDHGHF

**Влияние приемов биологизации и основной обработки  
на накопление и химический состав растительных  
остатков в пахотном слое почвы при выращивании  
сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР**

**Анатолий Владимирович Дедов<sup>1✉</sup>, Геннадий Михайлович Крюков<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> dedov050@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных в 2022–2024 гг. в многофакторном стационарном опыте в условиях лесостепи ЦЧР с целью определения эффективности приемов биологизации и основной обработки почвы. Установлено достоверное увеличение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы в севооборотах с занятым и сидеральным парами при использовании приемов биологизации и отвальной обработки соответственно на 1,2–5,6 и 2,1–5,6 т/га по сравнению с контролем. При чизельной обработке отмечено снижение биомассы растительных остатков на фоне занятого и сидерального паров соответственно на 1,1–4,5 и 0,5–2,6 т/га, а при дисковой обработке – на 0,5–3,1 и 0,2–2,5 т/га. Растительные остатки по-разному распределялись в пахотном слое почвы: при отвальной обработке в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см их количество составляло соответственно 31–36%, 31–37% и 31–36%; при чизельной – 38–40%, 33–36% и 25–27%; при дисковой – 36–40%, 34–38% и 25–27%. По значениям соотношения углерода к азоту (С : N) растительные остатки культур севооборота располагались в следующей убывающей последовательности: солома озимой пшеницы, солома ячменя, зеленая масса горчицы сарептской, ботва сахарной свеклы. Смешивание соломы ячменя и озимой пшеницы с горчицей сарептской снижало соотношение С : N соответственно до 55 и 71. В связи с тем что сахарную свеклу выращивали в севообороте, к дате ее посева в пахотный слой почвы поступали растительные остатки предшествующих культур, что оказывало влияние на химический состав. На удобренном фоне всех вариантов основной обработки соотношение С : N варьировало от 132 до 135, на удобренном фоне после отвальной обработки оно изменялось от 84 до 108, после чизельной – от 106 до 129 и после дисковой – от 115 до 133.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, растительные остатки, химический состав биомассы, отвальная обработка, чизелевание, дискование

**Для цитирования:** Дедов А.В., Крюков Г.М. Влияние приемов биологизации и основной обработки на накопление и химический состав растительных остатков в пахотном слое почвы при выращивании сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 12–22. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_12](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_12)–22.

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

Original article

**Influence of biologization practices and basic soil treatment  
on the accumulation and chemical composition of plant  
residues in the surface soil at sugar beet cultivating in the  
forest-steppe conditions of the Central Chernozem Region**

**Anatoliy V. Dedov<sup>1✉</sup>, Gennadiy M. Kryukov**

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

<sup>1</sup> dedov050@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The authors present the results of studies conducted in 2022-2024 in a multifactorial stationary experiment in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region in order to determine the effectiveness of biologization practices and basic soil treatment. There was a significant increase in the biomass

of plant residues in the surface soil layer in crop rotations with sown and green-manured fallows using biologization techniques and mouldboard plowing by 1.2-5.6 and 2.1-5.6 t/ha, respectively, compared with the control. During chiseling, a decrease in the biomass of plant residues was noted against the background of sown and green-manured fallows, respectively, by 1.1-4.5 and 0.5-2.6 t/ha, and during disk ploughing – by 0.5-3.1 and 0.2-2.5 t/ha. Plant residues were distributed differently in the surface soil layer: at mouldboard plowing in 0-10, 10-20 and 20-30 cm soil layers, their amount was 31-36%, 31-37% and 31-36%, respectively; at chiseling it was 38-40%, 33-36% and 25-27%; at disk ploughing it was 36-40%, 34-38% and 25-27%. According to the values of the carbon-nitrogen ratio (C : N), plant residues of crops in crop rotation were located in the following decreasing sequence: winter wheat straw, barley straw, green mass of Chinese mustard, sugar beet topping. Mixing barley straw and winter wheat with Chinese mustard reduced the C : N ratio to 55 and 71, respectively. Due to the fact that sugar beet was grown in crop rotation, by the date of its sowing, plant residues of preceeding crops accumulated in the surface soil layer, thus influencing its chemical composition. On the non-fertilized background of all variants of basic soil treatment, the C : N ratio varied from 132 to 135, on the fertilized background after mouldboard plowing it varied from 84 to 108, after chiseling – from 106 to 129 and after disk ploughing – from 115 to 133.

**Keywords:** sugar beet, plant residues, chemical composition of biomass, mouldboard plowing, soil chiseling, disk ploughing

**For citation:** Dedov A.V., Kryukov G.M. Influence of biologization practices and basic soil treatment on the accumulation and chemical composition of plant residues in the surface soil at sugar beet cultivating in the forest-steppe conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):12-22. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_12-22](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_12-22).

## Введение

Одной из задач современного сельского хозяйства является сохранение бездефицитного баланса гумуса. Чтобы не допустить деградации черноземов, необходимо использовать приемы биологизации (оставление нетоварной части урожая, использование сидерации в основных и промежуточных посевах) как в чистом виде, так и на фоне внесения минеральных удобрений [4–9, 11, 12, 14, 17, 18]. В большей степени это касается севооборотов, насыщенных пропашными культурами в связи с разнообразием применяемых под сахарную свеклу способов основной обработки почвы. Недостаточная изученность вопроса повышения плодородия почвы за счет использования приемов биологизации, минеральных удобрений и способов основной обработки почвы в условиях Воронежской области оставляет его дискуссионным.

Исследования по выявлению комплексного влияния приемов биологизации, способов основной обработки почвы и системы удобрений на плодородие почвы и урожайность сахарной свеклы проводили в многофакторном стационарном опыте кафедры земледелия Воронежского ГАУ – «Определение оптимального сочетания биологических, экологических и техногенных приемов повышения плодородия черноземных почв» (лесостепь ЦЧР).

Закладка опыта и обработка экспериментальных данных осуществлялись по методике Б.А. Доспехова [3]. Размещение вариантов в опыте рендомизированное, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве и во времени. Площадь опытной делянки – 440 м<sup>2</sup>, учетной – 120 м<sup>2</sup>. Возделывание сахарной свеклы осуществлялось в севооборотах: пар (занятый, сидеральный) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень по рекомендованной для лесостепной зоны Воронежской области технологии [16].

В данной статье приведены результаты сравнительного изучения влияния трех следующих факторов на содержание, распределение растительных остатков в пахотном слое почвы и их химический состав.

**Фактор А** – способ обработки почвы:

1. Отвальная обработка (вспашка) на глубину 25–27 см (контроль).
2. Чизельная обработка на глубину 25–27 см.
3. Дисковая обработка на глубину 12–14 см.

**Фактор В** – севооборот:

1. Занятый пар (ЗП) – озимая пшеница (ОП) – сахарная свекла (СС) – ячмень (Я).
2. Сидеральный пар (СП) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень.

**Фактор С** – система удобрений:

1. Занятый пар (ЗП – контроль).
2. ЗП + (NPK)<sub>50</sub> + пожнивной сидерат (Ск) + солома озимой пшеницы (Соп).
3. ЗП + (NPK)<sub>100</sub> + Ск + Соп.
4. ЗП + (NPK)<sub>150</sub> + Ск + Соп.
5. ЗП + (NPK)<sub>200</sub> + Ск + Соп.
6. Сидеральный пар (СП).
7. СП + (NPK)<sub>50</sub> + Ск + Соп.
8. СП + (NPK)<sub>100</sub> + Ск + Соп.
9. СП + (NPK)<sub>150</sub> + Ск + Соп.
10. СП + (NPK)<sub>200</sub> + Ск + Соп.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесиловый, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,0–4,4%. Гидролитическая кислотность – 4 мг-экв/100 г почвы, насыщенность основаниями 85%, рН 5,8–6,3, содержание подвижного фосфора (по Чирикову) и обменного калия (по Масловой) соответственно 6,8–13,0 и 16–28 мг/100 г абсолютно сухой почвы.

Образцы для определения массы корневых остатков отбирали по Н.З. Станкову [10] буром через 10 см до глубины 30 см в 3-кратной повторности. Выделение корневых остатков из почвы проводили методом декантации в воде, сливая всплывшие корни (и другие органические остатки) через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. После отмывки растительные остатки высушивали до абсолютно сухого состояния и взвешивали.

Содержание в растительных остатках углерода определяли по Анстету, общего азота – по методу К.Е. Гинзбург [2].

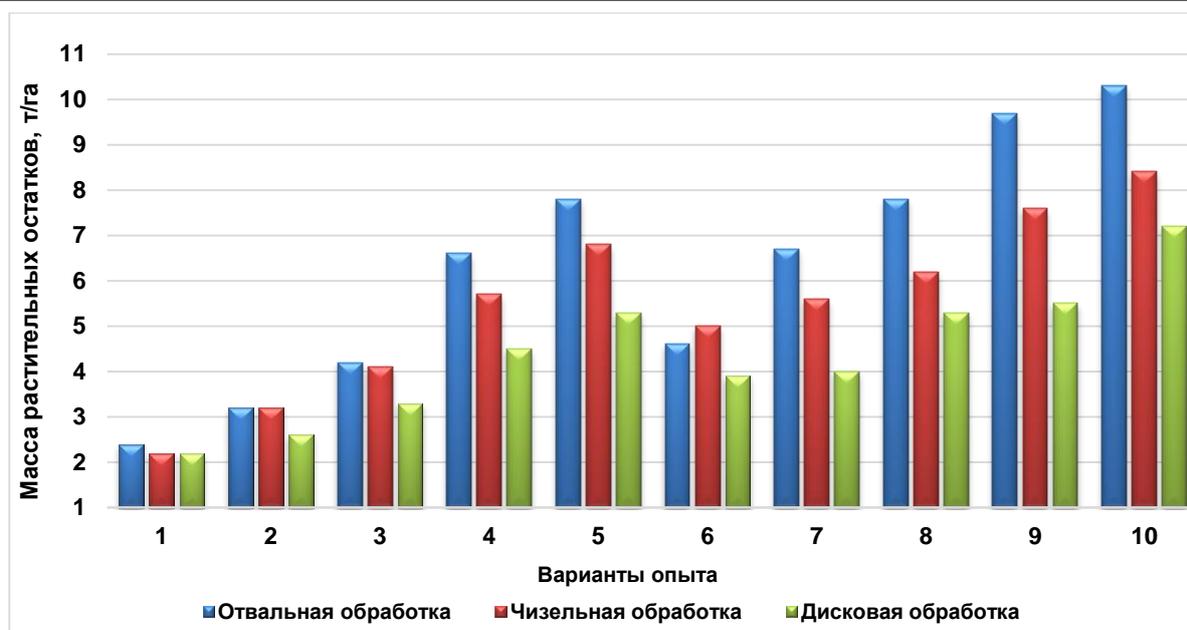
Наиболее важные результаты определений и анализов обрабатывали методом дисперсионного анализа [3].

По величине гидротермического коэффициента годы проведения исследований были различными. Так, 2022 и 2024 гг. были недостаточно увлажненными (ГТК = 1,3–1,0), 2023 г. – влажным (ГТК = 1,6–1,3) [1, 13].

### **Результаты и их обсуждение**

Формирование в почве бездефицитного баланса гумуса в севооборотах с сахарной свеклой во многом определяется количеством и качеством растительных остатков предшествующих выращиваемых сельскохозяйственных культур, что в условиях проведенных опытов зависело от изучаемых способов основной обработки почвы и приемов биологизации (рис. 1).

Исследованиями установлено, что меньшее количество растительных остатков было в пахотном слое почвы при выращивании сахарной свеклы в зернопропашном севообороте на неудобренном фоне (занятый пар – вариант 1) при применении отвальной обработки – 2,6 т/га (контроль). При замене занятого пара на сидеральный отмечено увеличение этого показателя до 4,9 т/га.



**Рис. 1. Масса растительных остатков в пахотном слое почвы под сахарной свеклой при длительном использовании приемов биологизации и различных способов основной обработки почвы в изученных севооборотах, 2022–2024 гг., т/га**

При совместном использовании соломы, пожнивного сидерата и минеральных удобрений в дозе  $(NPK)_{50}$  (вариант 2) в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров накапливалось 3,3 и 7,0 т/га растительных остатков.

Увеличение на этом фоне дозы внесения минеральных удобрений до  $(NPK)_{100}$  (вариант 3) способствовало накоплению в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров 4,4 и 8,0 т/га растительных остатков.

При повышении дозы минеральных удобрений до  $(NPK)_{150}$  под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне внесения соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 4) отмечено повышение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы – соответственно 6,9 и 10,1 т/га.

Внесение под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами  $(NPK)_{200}$  минеральных удобрений на фоне соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 5) способствовало накоплению в пахотном слое почвы соответственно 8,1 и 10,5 т/га растительных остатков.

При замене отвальной обработки на чизельную в пахотном слое почвы под сахарной свеклой в зернопропашном севообороте на неудобренном контроле (занятый пар – вариант 1) накапливалось 2,3 т/га растительных остатков, а в сидеральном – 5,5 т/га.

При совместном использовании соломы, пожнивного сидерата и минеральных удобрений в дозе  $(NPK)_{50}$  (вариант 2) отмечены самые низкие значения накопления растительных остатков: соответственно 3,4 и 6,0 т/га на фоне занятого и сидерального паров.

Увеличение дозы внесения минеральных удобрений до  $(NPK)_{100}$  (вариант 3) способствовало накоплению в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров 4,4 и 6,4 т/га растительных остатков.

При повышении дозы минеральных удобрений до  $(NPK)_{150}$  под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне внесения соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 4) отмечено повышение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы – соответственно 5,7 и 6,4 т/га.

При повышении дозы минеральных удобрений до  $(NPK)_{200}$  под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 5) отмечены следующие значения накопления растительных остатков – соответственно 6,8 и 8,1 т/га.

При замене отвальной обработки на дисковую в пахотном слое почвы под сахарной свеклой в зернопропашном севообороте на неудобренном контроле (занятый пар – вариант 1) накапливалось 2,1 т/га растительных остатков, а в сидеральном – 4,2 т/га.

При совместном использовании соломы, пожнивного сидерата и минеральных удобрений в дозе  $(NPK)_{50}$  (вариант 2) в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров накапливалось 2,6 и 4,4 т/га растительных остатков.

Увеличение на этом фоне дозы внесения минеральных удобрений до  $(NPK)_{100}$  (вариант 3) способствовало накоплению в пахотном слое на фоне занятого и сидерального паров 3,4 и 5,5 т/га растительных остатков.

При повышении дозы минеральных удобрений до  $(NPK)_{150}$  под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне внесения соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 4) отмечено повышение биомассы растительных остатков в пахотном слое почвы – соответственно 4,7 и 5,8 т/га.

При повышении дозы минеральных удобрений до  $(NPK)_{200}$  под сахарную свеклу в севооборотах с занятым и сидеральным парами на фоне соломы, навоза и пожнивного посева (вариант 5) отмечены следующие значения накопления растительных остатков – соответственно 5,2 и 6,7 т/га.

Таким образом, использование приемов биологизации и отвальной обработки на глубину 25–27 см на фоне внесения в различных дозах минеральных удобрений повышало массу растительных остатков в севооборотах с сахарной свеклой по сравнению с контролем в занятом пару на 1,2–5,6 т/га, сидеральном – на 2,1–5,6 т/га.

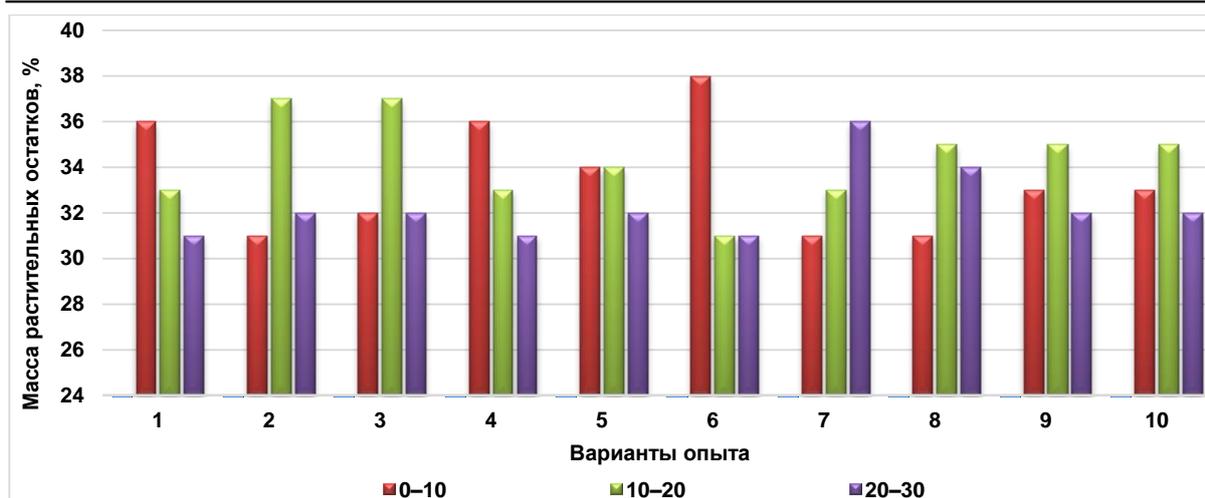
При замене отвальной обработки на чизельную и дисковую отмечено снижение биомассы растительных остатков на фоне занятого пара соответственно на 1,1–4,5 и 0,5–3,1 т/га, сидерального – на 0,5–2,6 и 0,2–2,5 т/га.

Кроме изучения зависимости накопления растительных остатков в почве под сахарной свеклой от приемов биологизации и способов основной обработки, определенный интерес вызывал и такой аспект, как распределение растительных остатков в пахотном слое почвы [15].

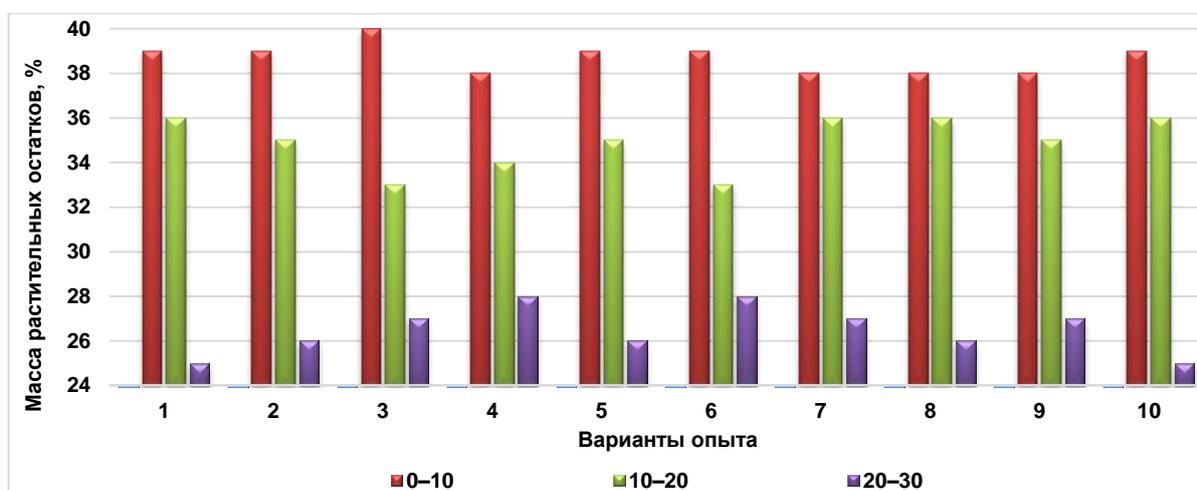
Исследования показали, что растительные остатки по-разному распределялись в пахотном слое почвы:

- при отвальной обработке в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см их количество составляло соответственно 31–36%, 31–37% и 31–36%;
- при чизельной – 38–40%, 33–36% и 25–27%;
- при дисковой – 36–40%, 34–38% и 25–27% (рис. 2).

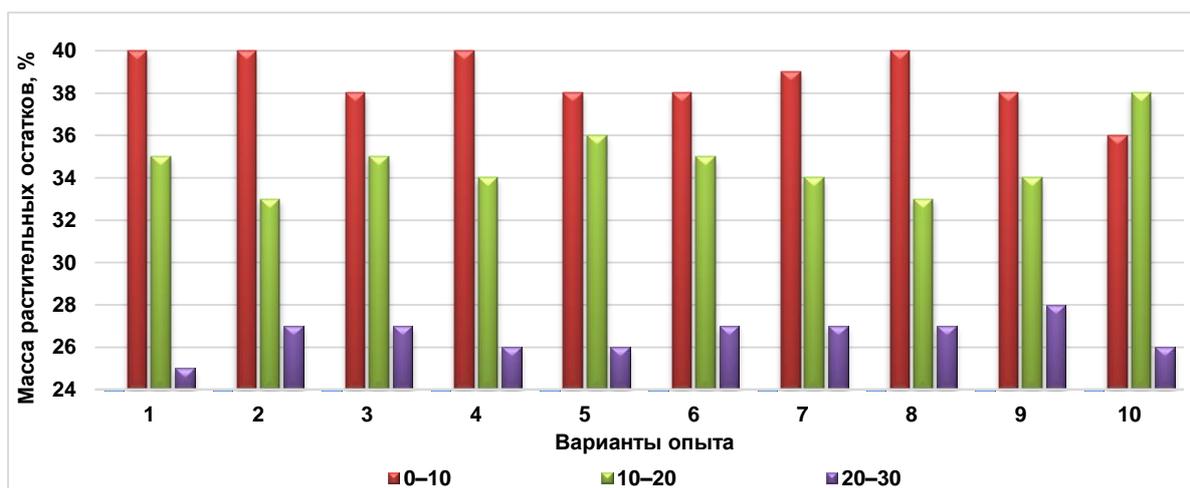
На основе полученных данных можно сделать вывод, что различные способы основной обработки на фоне внесения минеральных удобрений в различных дозах оказывали влияние на распределение массы растительных остатков в почве при выращивании сахарной свеклы в севооборотах: при отвальной обработке они равномерно распределялись по всему пахотному слою, а при чизельной и дисковой обработках их было больше в слоях 0–10 и 10–20 см.



а



б



в

Рис. 2. Содержание растительных остатков (%) по слоям почвы в 2022–2024 гг. под сахарной свеклой на фоне различных приемов биологизации и способов основной обработки: а – отвальная; б – чизельная; в – дисковая

Проведенные исследования показали (табл. 1), что растительные остатки в чистом виде и их смеси различались между собой по содержанию углерода, азота, фосфора, калия, а также соотношению углерода и азота (C : N).

Таблица 1. Содержание углерода, азота, фосфора, калия (%), соотношение углерода к азоту в растительных остатках, среднее за 2022–2024 гг.

Вид остатков (культура, смесь культур)	Химический состав растительных остатков культур севооборота, %				Соотношение С : N
	С	N	P	K	
1. Солома ячменя (Ся)	48	0,55	0,27	1,10	87
2. Горчица сарептская (ГС <sub>п</sub> )	35	0,81	0,22	1,20	43
3. Солома озимой пшеницы (С <sub>оз</sub> )	46	0,49	0,15	0,99	94
4. Ботва сахарной свеклы	30	1,22	0,48	2,94	25
5. Ся + ГС <sub>п</sub>	40	0,73	0,25	1,05	55
6. С <sub>оз</sub> + ГС <sub>п</sub>	42	0,59	0,23	1,10	71
НСР <sub>05</sub>	2,1	0,12	0,02	0,05	–

Растительные остатки культур по содержанию углерода можно расположить в следующем убывающем порядке: солома ячменя, солома озимой пшеницы, горчица сарептская, ботва сахарной свеклы.

При добавлении к соломе ячменя и озимой пшеницы зеленой массы горчицы сарептской содержание углерода снижается соответственно на 8 и 4%.

Больше всего азота содержали остатки ботвы сахарной свеклы и горчицы сарептской. В биомассе зерновых культур и их смесей азота было от 0,49 до 0,73%.

По содержанию фосфора остатки культур севооборота (за исключением соломы озимой пшеницы, ботвы сахарной свеклы, где содержание этого элемента доходило до 0,15 и 0,48%) практически не отличались.

Растительные остатки культур по содержанию калия можно расположить в следующем убывающем порядке:

- ботва сахарной свеклы;
- горчица сарептская;
- солома ячменя;
- солома озимой пшеницы.

Многие ученые для оценки скорости разложения растительных остатков используют такие показатели, как содержание в них углерода и азота, а также их соотношение (С : N). Установлено, что скорость разложения растительных остатков достигает своего максимума при соотношении С : N ниже 25.

Проведенные исследования показали, что растительные остатки культур севооборотов различаются по соотношению углерода и азота. В остатках ботвы сахарной свеклы С : N составляло 25. Благодаря такому узкому соотношению эти остатки способны к быстрой минерализации. На остальных вариантах опыта данное соотношение варьировало от 43 до 87, поэтому эти остатки медленно разлагались. Ускоренные темпы разложения отмечены на вариантах использования смесей соломы озимой пшеницы и соломы ячменя с горчицей сарептской при соотношениях С : N, равных соответственно 71 и 55.

Таким образом, по соотношению С : N, а следовательно и по большей скорости разложения, остатки культур можно расположить в следующем убывающем порядке: солома озимой пшеницы, солома ячменя, зеленая масса горчицы сарептской, ботва сахарной свеклы. При смешивании соломы ячменя и озимой пшеницы с горчицей сарептской отмечено уменьшение величины соотношения С : N.

При ежегодном поступлении в пахотный слой почвы при выращивании сахарной свеклы растительных остатков от приемов биологизации важно знать их химический состав, который влияет на скорость их разложения (табл. 2).

Таблица 2. Содержание углерода (С), азота (N), фосфора (P), калия (K) и соотношение С : N в растительных остатках в почве под сахарной свеклой в зависимости от способов основной обработки, удобрений, слоя почвы, %

Варианты опыта (В)	Углерод, %			Азот, %			Фосфор, %			Калий, %			С : N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Занятый пар (ЗП) – контроль	42,4	42,2	42,3	0,32	0,32	0,31	0,16	0,16	0,16	0,86	0,86	0,86	133	132	135
2. ЗП + (NPK) <sub>50</sub> + Ск + Соп	43,2	42,9	42,7	0,32	0,31	0,31	0,15	0,15	0,15	0,86	0,86	0,86	135	138	138
3. ЗП + (NPK) <sub>100</sub> + Ск + Соп	43,8	43,5	43,2	0,43	0,34	0,32	0,18	0,17	0,17	0,90	0,87	0,87	102	128	133
4. ЗП+(NPK) <sub>150</sub> + Ск + Соп	46,2	45,7	44,1	0,49	0,43	0,34	0,19	0,18	0,18	0,92	0,88	0,88	94	106	130
5. ЗП + (NPK) <sub>200</sub> + Ск + Соп	47,1	46,8	45,5	0,56	0,43	0,37	0,20	0,19	0,19	0,93	0,91	0,91	84	109	123
6. Сидеральный пар (СП)	44,1	43,9	43,2	0,41	0,34	0,33	0,17	0,17	0,17	0,88	0,87	0,87	108	129	131
7. СП + (NPK) <sub>50</sub> + Ск + Соп	46,2	44,7	43,4	0,43	0,35	0,34	0,17	0,17	0,17	0,92	0,92	0,92	107	128	128
8. СП + (NPK) <sub>100</sub> + Ск + Соп	47,4	45,9	44,9	0,53	0,43	0,39	0,18	0,17	0,17	0,93	0,92	0,92	89	107	115
9. СП + (NPK) <sub>150</sub> + Ск + Соп	49,1	48,4	45,0	0,56	0,41	0,36	0,20	0,19	0,19	0,93	0,90	0,90	88	118	126
10. СП + (NPK) <sub>200</sub> + Ск + Соп	49,9	49,0	48,2	0,56	0,44	0,41	0,22	0,20	0,20	0,94	0,91	0,91	89	111	117
НСР <sub>05</sub>	1,41			0,03			0,02			0,04			–		

Примечание: 1, 2 и 3 – способы основной обработки: соответственно отвальная, чизельная, дисковая.

Исследования показали, что содержание углерода на фоне отвальной обработки варьировало от 42,4 до 49,9%, чизельной – от 42,2 до 49,0%, дисковой – от 42,3 до 48,2%.

Содержание азота на фоне отвальной обработки варьировало от 0,32 до 0,56%, чизельной – от 0,31 до 0,44%, дисковой – от 0,31 до 0,41%.

Содержание азота на фоне отвальной обработки варьировало от 0,32 до 0,56%, чизельной – от 0,31 до 0,44%, дисковой – от 0,31 до 0,41%. Отмеченные изменения можно объяснить увеличением темпов деструкции остатков культур севооборотов за счет поступления остатков многолетних бобовых трав, обогащенных азотом.

Соотношение углерода и азота на неудобренных вариантах всех способов основной обработки варьировало от 132 до 135. На удобренных вариантах отвальной обработки оно изменялось от 84 до 108, чизельной – от 106 до 129, дисковой – от 115 до 133.

Таким образом, за счет увеличения содержания азота на удобренных вариантах отвальной вспашки соотношение С : N было уже, что увеличивало темпы разложения растительных остатков в пахотном слое почвы под сахарной свеклой.

По содержанию фосфора и калия различия по обработкам были в пределах ошибки опыта.

### **Заключение**

Приемы биологизации и отвальная обработка на глубину 25–27 см повышали биомассу растительных остатков в пахотном слое почвы под сахарной свеклой по сравнению с контролем – в севообороте с занятым паром на 1,2–5,6 т/га, с сидеральным – на 2,1–5,6 т/га.

На варианте применения чизельной обработки на глубину 25–27 см отмечено снижение накопления растительных остатков на фоне занятого пара на 1,1–4,5 т/га, сидерального – на 0,5–2,6 т/га, а при дисковой обработке на глубину 12–14 см – соответственно на 0,5–3,1 т/га и на 0,2–2,5 т/га.

Растительные остатки по-разному распределялись в пахотном слое почвы:

- при отвальной обработке в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см их количество составляло соответственно 31–36%, 31–37% и 31–36%;
- при чизельной – 38–40%, 33–36% и 25–27%; при дисковой – 36–40%, 34–38% и 25–27%.

По значениям соотношения углерода и азота (С: N) растительные остатки культур севооборота располагались в следующей убывающей последовательности:

- солома озимой пшеницы;
- солома ячменя;
- зеленая масса горчицы сарептской;
- ботва сахарной свеклы.

Смешивание соломы ячменя и озимой пшеницы с горчицей сарептской снижало соотношение С : N соответственно до 55 и 71. На неудобренном фоне всех вариантов основной обработки соотношение С : N варьировало от 132 до 135, на удобренном фоне варианта отвальной обработки оно изменялось от 84 до 108, чизельной – от 106 до 129, дисковой – от 115 до 133.

В связи с тем, что сахарную свеклу выращивали в севообороте, к дате ее посева в пахотный слой почвы поступали растительные остатки предшествующих культур, поэтому отмечены изменения химического состава. Содержание азота на фоне вспашки варьировало от 0,32 до 0,56%, чизельной обработки – от 0,31 до 0,44%, при дисковании – от 0,31 до 0,41%.

Отмеченные изменения можно объяснить увеличением темпов деструкции остатков культур севооборотов за счет поступления остатков многолетних бобовых трав, обогащенных азотом.

---

**Список источников**

1. Агrometeorологические бюллетени по Воронежской области за 2011–2020 годы [Электронный ресурс] // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/> (дата обращения: 28.05.2024).
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: Издательство Московского гос. университета, 1962. 491 с.
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. Лукин С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // Земледелие. 2021. № 1. С. 11–15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103.
5. Минакова О.А. Оценка динамики урожайности культур и продуктивности зерносвекловичного севооборота при краткосрочном и длительном использовании удобрений в ЦЧР // Сахарная свекла. 2023. № 6. С. 19–22. DOI: 10.25802/SB.2023.57.21.005.
6. Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Плодородие выщелоченного чернозема как результат 85-летнего применения удобрений в зерносвекловичном севообороте в условиях ЦЧР // Агрохимия. 2023. № 9. С. 14–21. DOI: 10.31857/S0002188123080070.
7. Пилипенко Н.Г. Влияние длительного применения элементов биологизации на основные показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота на малогумусном малокарбонатном черноземе Забайкалья // Агрохимия. 2022. № 2. С. 3–12. DOI: 10.31857/S0002188122020120.
8. Придворев Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01. Воронеж, 2002. 42 с.
9. Семькин В.А., Картамышев Н.И., Дедов А.В. и др. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России: учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям. Москва: КолосС, 2012. 471 с.
10. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. Москва: Колос, 1964. 280 с.
11. Сорокина И.Б., Кулижский С.П., Пасько О.А. и др. Влияние длительного применения соломы и сидератов на серой лесной почве на продуктивность агроценозов // Агрохимия. 2023. № 9. С. 22–27. DOI: 10.31857/S0002188123090119.
12. Смольский Е.В., Сеченков А.А., Нечаев М.М. Значение почвенно-климатических условий и удобрений в формировании урожая сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2023. № 7. С. 19–22. DOI: 10.25802/SB.2023.11.43.003.
13. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1967. 333 с.
14. Шелганов И.И., Доманов Н.М., Соловиченко В.Д. и др. Длительные стационарные опыты в решении проблем повышения плодородия почв и продуктивности земледелия // Земледелие. 2009. № 7. С. 16–18.
15. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. и др. Сахарная свекла: монография. Минск: ФУАинформ, 2000. 258 с.
16. Hatfield J., Walthall C. Soil Biological Fertility: Foundation for the Next Revolution in Agriculture? // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2015. Vol. 46(6). Pp. 753–762.
17. Nesmeyanova M.A., Korzhov S.I., Dedov A.V. et al. Biological activity of soil and rates of decomposition of plant residues // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences & Technologies. 2020. Vol. 11(14). Article no. 1114.
18. Nesmeyanova M.A., Trofimova T.A., Dedov A.V. Role of allelopathic activity of plants in the regulation of infestation of agrophytocenoses // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6<sup>th</sup> International Conference on Agriproducts Processing and Farming (Voronezh, October 17–18, 2019). Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. Article no. 012023.

**References**

1. Agrometeorological Bulletins for Voronezh Oblast for 2011-2020. Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/>. (In Russ.).
  2. Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soils. Moscow: Moscow State University Publishers; 1962. 491 p. (In Russ.).
- 
-

3. Dospekhov 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; 1985. 351 p. (In Russ.).
4. Lukin S.V. Influence of agriculture biologization on soil fertility and productivity of agrocenoses (Belgorod experience). *Zemledelie*. 2021;1:11-15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103. (In Russ.).
5. Minakova O.A. Assessment of crop yield dynamics and productivity of grain-beet crop rotation with short-term and long-term use of fertilizers in the Central Chernozem Region. *Sugar Beet*. 2023;6:19-22. DOI: 10.25802/SB.2023.57.21.005. (In Russ.).
6. Minakova O.A., Aleksandrova L.V., Podvigina T.N. Fertility of leached chernozem as a result of 85-year application of fertilizers in grain-beet crop rotation under conditions of the Central Chernozem Region. *Agrohimiya*. 2023;9:14-21. DOI: 10.31857/S0002188123080070. (In Russ.).
7. Pilipenko N.G. The effect of long-term use of biologization on the main indicators of soil fertility and crop rotation productivity of thin humus low-carbonate chernozem of Transbaikalia. *Agrohimiya*. 2022;2:3-12. DOI: 10.31857/S0002188122020120. (In Russ.).
8. Pridvoren N.I. Scientific foundation of optimization of the content of organic matter in leached chernozem: Abstract of the Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.01. Voronezh; 2002. 42 p. (In Russ.).
9. Semykin V.A., Kartamyshev N.I., Dedov A.V. et al. Biologization of agriculture in the main agricultural regions of Russia: textbook for students of higher agricultural educational institutions studying in agronomic specialties. Moscow: KolosS Publishers; 2012. 471 p. (In Russ.).
10. Stankov N.Z. The root system of field crops. Moscow: Kolos Publishers; 1964. 280 p. (In Russ.).
11. Sorokina I.B., Kulizhskiy S.P., Pasko O.A. et al. Effect of long-term use of straw and green manure cropping on gray forest soil on the productivity of agrocenoses. *Agrohimiya*. 2023;9:22-27. DOI: 10.31857/S0002188123090119. (In Russ.).
12. Smolsky E.V., Sechenkov A.A., Nechaev M.M. Importance of soil and climatic conditions and fertilizers in the formation of sugar beet harvest. *Sugar Beet*. 2023;7:19-22. DOI: 10.25802/SB.2023.11.43.003. (In Russ.).
13. Shashko D.I. Agro-climatic zoning of the USSR. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House; 1967. 333 p. (In Russ.).
14. Shelganov I.I., Domanov N.M., Solovichenko V.D. et al. Long-term experiments for solution of soil fertility and agriculture productivity increase. *Zemledelie*. 2009;7:16-18. (In Russ.).
15. Shpaar D., Draeger D., Zakharenko A. et al. Sugar beet: monograph. Minsk: FUAinform Publishers; 2000. 258 p. (In Russ.).
16. Hatfield J., Walthall C. Soil Biological Fertility: Foundation for the Next Revolution in Agriculture? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2015;46(6):753–762.
17. Nesmeyanova M.A., Korzhov S.I., Dedov A.V. et al. Biological activity of soil and rates of decomposition of plant residues. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences & Technologies*. 2020;11(14):1114.
18. Nesmeyanova M.A., Trofimova T.A., Dedov A.V. Role of allelopathic activity of plants in the regulation of infestation of agrophytocenoses. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6<sup>th</sup> International Conference on Agriproducts Processing and Farming (Voronezh, October 17–18, 2019). Voronezh: Institute of Physics Publishing; 2020:012023.

#### Информация об авторах

А.В. Дедов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», dedov050@mail.ru.

Г.М. Крюков – аспирант кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», gena.kryukov.1998@bk.ru.

#### Information about the authors

A.V. Dedov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, dedov050@mail.ru.

G.M. Kryukov, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, gena.kryukov.1998@bk.ru.

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 26.04.2024; принята к публикации 28.04.2024.

The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 26.04.2024; accepted for publication 28.04.2024.

© Дедов А.В., Крюков Г.М., 2024

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631, 551.582, 551.583

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_23

EDN: DEAOIM

**Оценка влияния основных агроклиматических показателей на урожайность зерновых культур в XXI веке (по данным Ульяновской области)****Разида Бариевна Шарипова<sup>1✉</sup>, Олег Геннадьевич Зотов<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Ульяновск, Россия<sup>2</sup> Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова, Ульяновск, Россия<sup>1</sup> rezedasharipova63@mail.ru✉

**Аннотация.** Представлены результаты комплексного исследования региональной изменчивости климата и ее влияния на урожайность зерновых в современных условиях глобального потепления. Изучена динамика основных агроклиматических показателей территории Ульяновской области с 2000 по 2021 г. Для обработки и анализа исходных данных использовались методы сравнения, анализа и обобщения. Изменения агроклиматических показателей изучаемого региона оценивались с помощью проверенных статистических методов, корреляционного и трендового анализов. Достоверность результатов оценивалась с помощью F-теста Фишера и T-критерия Стьюдента. Параметры синусоидального, корреляционного, трендового и дискриминантного анализа определяли с помощью методов аппроксимации и анализа с использованием функций разложения ряда Фурье и путем изучения многолетней вариации функций преобразования кривых «период – длина». Выявлено, что среднегодовая температура в XXI в. повысилась на 1,4 °С, суммарная активная температура – на 207,7 °С, количество осадков – на 94,6 мм. В то же время отмечено увеличение количества атмосферных засух, которые неизбежно привели к уменьшению значений ГТК. В целом локальные изменения климата не оказывают негативного воздействия на показатели урожайности сельскохозяйственных культур, так как эти значения являются положительными – 14,6 ц/га при высокой степени достоверности. Рассмотрены и обобщены климатические показатели теплого сезона. Определены даты, в которые среднесуточная температура характеризуется устойчивым переходом через значения 0, +5 и +10 °С, выверена периодичность теплого сезона. Полученные результаты наглядно отображают динамику урожайности зерновых культур с высокой степенью достоверности.

**Ключевые слова:** вегетационный период, климат, тенденция, осадки, температура воздуха, урожайность

**Для цитирования:** Шарипова Р.Б., Зотов О.Г. Оценка влияния основных агроклиматических показателей на урожайность зерновых культур в XXI веке (по данным Ульяновской области) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 23–33. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_23](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_23)–33.

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

Original article

**Assessment of the impact of core agro-climatic indicators on grain crop yields in the XXI century (case study of Ulyanovsk Oblast)****Razida B. Sharipova<sup>1✉</sup>, Oleg G. Zotov<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture, Ulyanovsk, Russia<sup>2</sup> Ulyanovsk State University of Education, Ulyanovsk, Russia<sup>1</sup> rezedasharipova63@mail.ru✉

**Abstract.** The authors present an overall study on the regional climate variability and its impact on grain yields in modern conditions of anthropogenic global warming. The dynamics of the main agro-climatic indicators of the territory of Ulyanovsk Oblast from 1990 to 2021 has been studied. Methods of comparison, analysis and generalization were used for analyzing the initial data. Changes in the agro-climatic indicators of the studied region were assessed using proven statistical methods, correlation and trend analysis. The reliability of the results was assessed using Fisher exact test and Student's T-test. The parameters of sinusoidal, correlation, trend and discriminant analysis were determined with approximation and analysis methods using Fourier series expansion

functions and by studying the long-term variation of the “period – length” curve transformation functions. It was revealed that the average annual temperature in the XXI century increased by 1.4 °C, the total active temperature – by 207.7 °C, the amount of precipitation – by 94.6 mm. At the same time, an increase in the number of atmospheric droughts was noted, which inevitably led to a decrease in the values of the hydrothermal coefficient. In general, local climate changes do not have a negative impact on crop yields, since these values remain positive, i.e. 14.6 c/ha with a high degree of reliability. The presented study analyzes and summarizes the climatic indicators of the warm season. The dates on which the average daily temperature is characterized by a steady transition through the values of 0, +5 and +10 °C have been determined, the frequency of the warm season has been verified. The results obtained clearly show the dynamics of grain yields with high reliability.

**Key words:** growth season, climate, trend, precipitation, air temperature, frost, yield

**For citation:** Sharipova R.B., Zotov O.G. Assessment of the impact of core agroclimatic indicators on grain crop yields in the XXI century (case study of Ulyanovsk Oblast). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):23-33. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_23-33](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_23-33).

## Введение

Данные публикуемых многочисленных исследований свидетельствуют о глобальных изменениях мирового климата, выражающихся в сокращении периодичности возникновения экстремальных погодных явлений и климатических аномалий, оказывающих негативное воздействие на хозяйственную деятельность человека [1, 4, 5, 9, 15, 18].

Число сторонников неотвратимости глобального потепления и последующей перестройки мирового хозяйства постоянно растет. Однако некоторые исследователи, основываясь на теории «циклов Миланковича», утверждают, что настоящее потепление вскоре сменится длительным похолоданием и, следовательно, общепринятая концепция перестройки мирового хозяйства является ошибочной [1, 10, 11, 14, 20]. В связи с вышеизложенным следует отметить, что среди всей группы отраслей народного хозяйства сельское хозяйство наиболее восприимчиво к изменению климата и требует реализации неотложных мер для адаптации к динамично изменяющимся условиям.

Использование метеорологической информации при составлении графиков изменения метеорологических условий на конкретной территории и определении их последующего влияния на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур позволяет научно обосновать направления и перспективы развития растениеводства в целом, оценить перспективы выращивания нетрадиционных культур в регионе.

Анализ динамики агроклиматических показателей позволяет определить оптимальный набор сельскохозяйственных культур, спрогнозировать количество и качество получаемой продукции, провести комплексную оценку сельскохозяйственного потенциала определенной территории [5, 7, 16].

Цель работы – комплексный анализ динамики основных климатических показателей Ульяновской области и оценка их влияния на урожайность зерновых культур за период с 2000 по 2021 г.

В круг задач входил анализ динамики показателей среднегодовой температуры воздуха, суммы активных температур, годовой суммы атмосферных осадков (в том числе за период вегетации), гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), выявление трендов изменения безморозного периода в Ульяновской области и их последующего воздействия на урожайность зерновых культур.

### Методика эксперимента

Характеристика основных климатических показателей основана на сведениях, опубликованных в метеорологических ежегодниках за 1990–2021 гг. [8]. Использовали статистические данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области (Ульяновскстат), результаты исследований развития АПК России в целом и Ульяновской области в частности, материалы министерства агропромышленного

комплекса и развития сельских территорий Ульяновской области [12, 13], а также данные стандартных наблюдений, которые велись специалистами агрометеорологического поста Тимирязевский Ульяновского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расположенного на территории Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства с 1993 по 2023 г.

Обработку и анализ исходных данных проводили с помощью методов сравнения, анализа и синтеза.

Оценку изменений показателей климата региона выполняли с использованием таких традиционных статистических методов, как корреляционный анализ, анализ тенденций (трендов) и др. Достоверность результатов оценивалась с помощью критериев Фишера и Стьюдента [19].

Для определения параметров оптимальной аппроксимации и синусоиды, выбора методов корреляции и дискриминантного анализа, а также для выявления тренда использовалось дискретное преобразование Фурье многолетней вариации функций преобразования кривых «период – длина».

#### **Результаты и их обсуждение**

Ульяновская область образована 19 января 1943 г. и как субъект Российской Федерации входит в состав Приволжского федерального округа.

Территориально Ульяновская область располагается в восточной части Восточно-Европейской равнины и занимает площадь 37,2 тыс. км<sup>2</sup>. Около 75% территории относится к всхолмленному Предволжью, 25% представляет собой равнинную заволжскую часть, естественной границей между которыми является Куйбышевское водохранилище.

Протяженность территории в меридиональном направлении – около 252 км, в широтном – около 291 км. Самый северный населенный пункт области – с. Бекетовка Старомайнского района, самый южный – с. Илюшкино Павловского района, самый западный – с. Первомайское Инзенского района, самый восточный – с. Вороний Куст Новомалыклинского района. Согласно официальным данным географический центр региона – непримечательная точка между селами Спешневка и Стоговка Кузоватовского района. Территория области значительно удалена от морских акваторий. До ближайшего Азовского моря – около 1000 км, а до Баренцева моря – около 1400 км.

Географическое положение определило природно-климатические особенности региона. Основной тип климата – умеренно-континентальный. Область пересекают три природные зоны: европейская тайга с севера и северо-запада, зона степей с юга и юго-востока и зона лесостепи, занимающая около 80% территории.

Такое физико-географическое положение позволяет сделать заключение о довольно благоприятных природно-климатических условиях для ведения сельского хозяйства и выращивания основных сельскохозяйственных культур [2, 3].

#### *Динамика основных факторов климата на территории Ульяновской области*

Сельское хозяйство в целом и отрасль растениеводства в частности имеют ярко выраженный сезонный характер и зональную специализацию, обусловленные особенностями климата территории возделывания сельскохозяйственных культур, вследствие чего многие культурные растения дают урожай только в период активной вегетации [10, 14].

Анализ динамики основных агроклиматических показателей за двадцатидвухлетний период позволяет прогнозировать наступление благоприятных условий для возделывания сельскохозяйственных культур и дать трендовую оценку динамики их урожайности.

**Динамика среднегодовой температуры воздуха.** Изменения климата в последние десятилетия обуславливают повышение значений температурного режима, структурные перестройки в распределении осадков, что приводит к увеличению частоты возникновения всех типов засух, росту их силы и продолжительности в регионе (рис. 1).

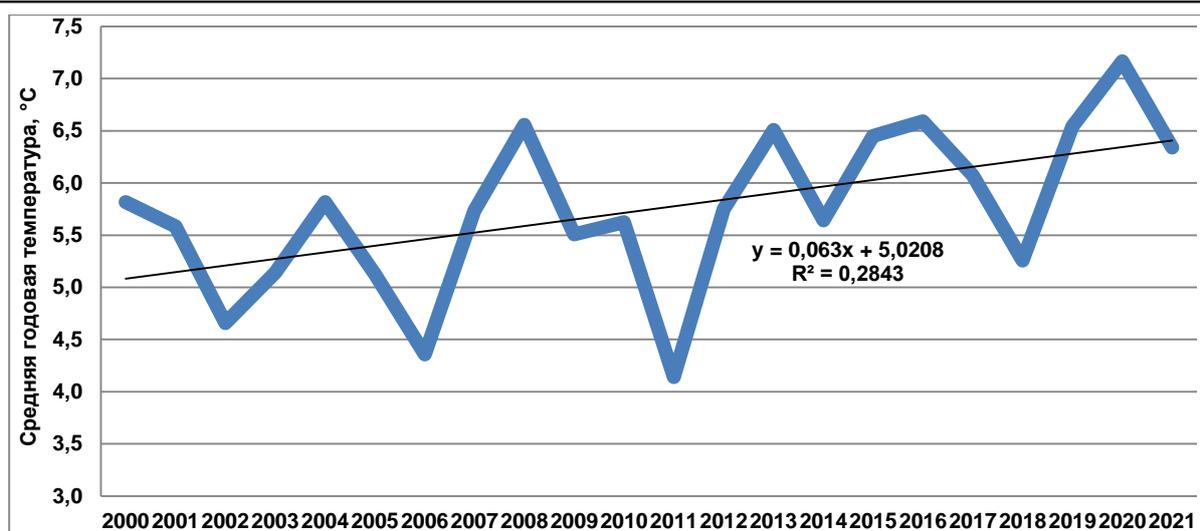


Рис. 1. Динамика средней годовой температуры за 2000–2021 гг. в Ульяновской области

Источник: составлено авторами по данным [8].

Анализ данных рисунка 1 позволяет сделать вывод о повышении в XXI в. среднегодовой температуры воздуха на 1,4 °С при достаточно высокой достоверности ( $R^2 = 0,2843$ ), следствием чего является увеличение частоты засушливых периодов: засухи наблюдались четырнадцать раз, при этом характер засух изменялся год от года (табл. 1).

Таблица 1. Агроклиматические характеристики территории исследования и показатели урожайности зерновых культур

Годы	Сумма осадков за апрель – август	ГТК	Характер засухи	Сумма активных температур, °С	Урожайность зерновых культур, т/га
2000	266	1,4		2386	17,2
2001	178	0,7	Летне-осенняя	2501	17,8
2002	162	0,5	Летняя	2385	16,0
2003	243	1,3		2414	16,9
2004	316	1,5		2557	18,3
2005	254	1,0	Весенняя	2574	17,8
2006	272	1,1		2516	17,3
2007	258	1,2		2668	18,9
2008	183	1,1	Весенняя	2483	17,6
2009	198	0,8	Летне-осенняя	2593	18,0
2010	77	0,3	Устойчивая	3066	21,0
2011	254	0,9		2619	19,1
2012	346	1,0	Весенняя	2722	20,4
2013	268	0,9		2677	20,2
2014	180	0,6	Осенняя	2586	18,9
2015	244	0,7	Весенне-осенняя	2683	19,9
2016	211	0,6	Летняя	2699	20,7
2017	376	1,5		2395	17,8
2018	193	0,4	Весенне-осенняя	2663	19,6
2019	234	0,9	Летняя, осенняя	2457	19,1
2020	338	1,3	Осенняя	2621	18,0
2021	172	0,5	Устойчивая	2785	21,6
<b>Среднее</b>	<b>237</b>	<b>0,9</b>		<b>2582</b>	<b>29,6</b>
<b>Коэффициент корреляции</b>	<b>0,19397</b>	<b>0,4981</b>		<b>0,8352</b>	

Источник: составлено авторами по данным [8].

Доля весенних засух составляет 13,6% в общем объеме за весь период наблюдений (2005, 2008, 2012 гг.).

Летние засухи отмечены в 2002 и 2016 гг., их доля составляла 9%.

Летне-осенние и весенне-осенние засухи зафиксированы в 2001, 2009, 2019 гг. (13,6%) и 2015, 2018 гг. (9%).

Осенние засухи пришлись на 2014 и 2020 гг., а в 2010 и 2021 гг. наблюдались устойчивые засухи.

Наиболее пагубное влияние этих периодов на сельскохозяйственные культуры отмечали в годы весенне-летних и устойчивых засух.

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что общая периодичность наступления засух в Ульяновской области составляет 2–3 года, а устойчивых засух – около 10 лет (табл. 1).

**Динамика среднегодовой суммы осадков.** Годовая сумма осадков является важным показателем, так как включает в себя не только количество осадков за вегетационный период, но и запас воды в снеге или количество выпавших осадков между периодами активной вегетации. Показатели обеспеченности влагой сельскохозяйственных культур – базовый фактор, определяющий величину урожая (рис. 2).

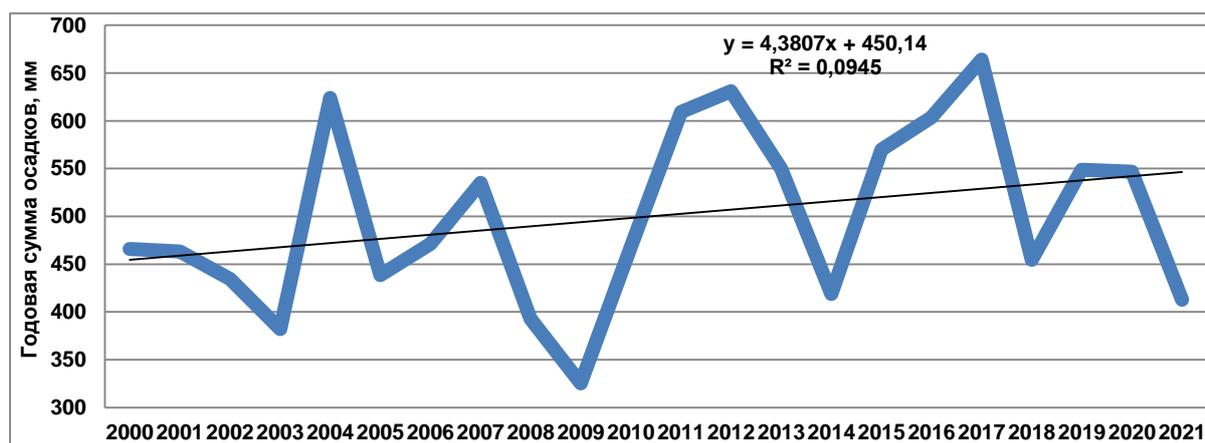


Рис. 2. Динамика годовой суммы атмосферных осадков в Ульяновской области за 2000–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным [8, 12].

Среднегодовое количество осадков в регионе за исследуемые годы составило 490 мм. Максимально значение (664 мм) отмечено в 2017 г., минимальное (324 мм) – в 2009 г. В основном 48,3% выпавших за год осадков (237 мм) приходилось на теплый период, однако показатель 2010 г. резко отличался, так как составлял всего 126 мм (рис. 2, табл. 1). Таким образом, по определенным показателям коэффициента наклона линейного тренда (КНЛТ) среднегодовое количество осадков увеличивалось на 94,6 мм за 22 года.

**Динамика суммы активных температур.** Как отмечалось ранее, сумма активных температур – базовый показатель периода активной вегетации, определяющий совокупную потребность растений в тепле, а для сельскохозяйственной оценки степени увлажнения и засушливости вегетационного периода широкое применение получил индекс ГТК Селянинова [14, 18, 21].

Анализ временного ряда суммы активных температур показал положительную тенденцию (рис. 3).

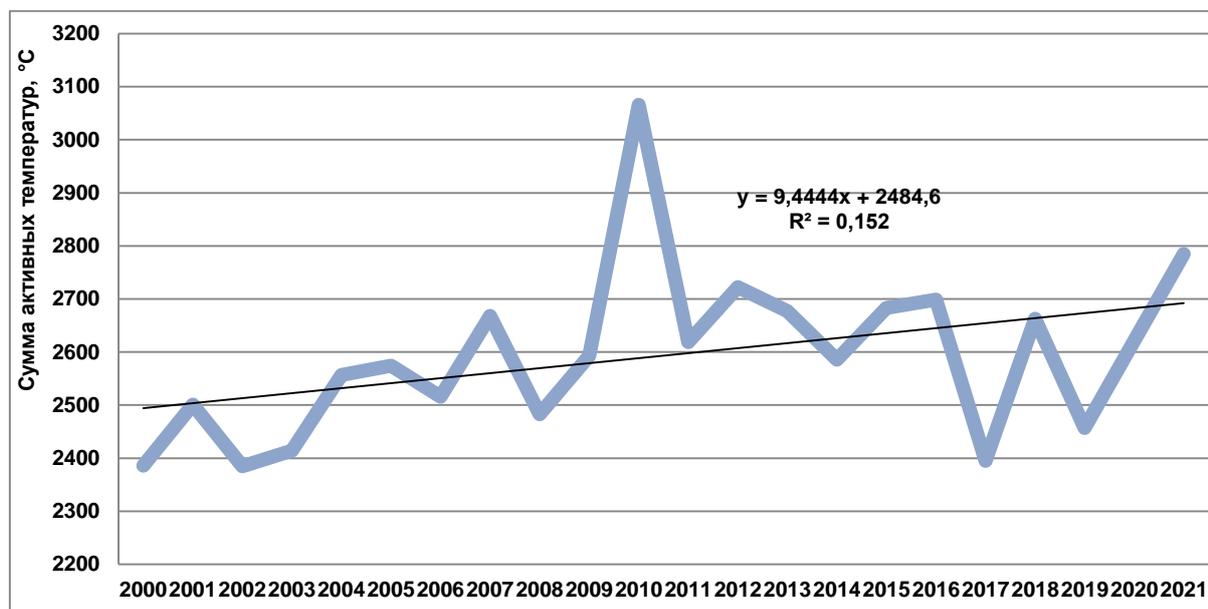


Рис. 3. Динамика суммы активных температур Ульяновской области за 2000–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным [8, 12].

За исследуемый временной отрезок вышеуказанный показатель увеличился на 207,7 °C, что говорит об увеличении общей продолжительности как вегетационного периода, так и периода активной вегетации с температурой более +10 °C. Наблюдается тесная корреляционная связь (0,8352) между урожайностью и суммой активных температур (табл. 1).

Данные обстоятельства позволяют сделать вывод о прогнозируемом увеличении продуктивности теплолюбивых культур, а также необходимом селекционировании традиционных культур к негативным факторам высокой температуры.

**Динамика распределения значений ГТК.** Характер увлажнения территории наиболее полно проявляется в зависимости от особенностей засухи в ходе вегетационного периода, который оценивается в том числе и с помощью гидротермического коэффициента Селянинова.

Гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) характеризует уровень влагообеспеченности или влагодефицитности территории. Увлажнение считается оптимальным, если ГТК = 1–1,5, избыточным при ГТК > 1,6, недостаточным при ГТК < 1 и слабым, если ГТК < 0,5 [16]. Значение гидротермического коэффициента за вегетацию не является критерием хорошего или плохого развития посевов, в большей степени важна равномерность распределения осадков по периодам вегетации, особенно в критические периоды развития сельскохозяйственных культур.

Оценка изменений гидротермического коэффициента свидетельствует о нарастании температуры более быстрыми темпами, чем уровень количества выпавших атмосферных осадков и, как следствие, об увеличении числа засушливых периодов в регионе на 0,33 единицы за последние 22 года. Коэффициент корреляции связи урожайности с ГТК – 0,49818 (табл. 1, рис. 4).

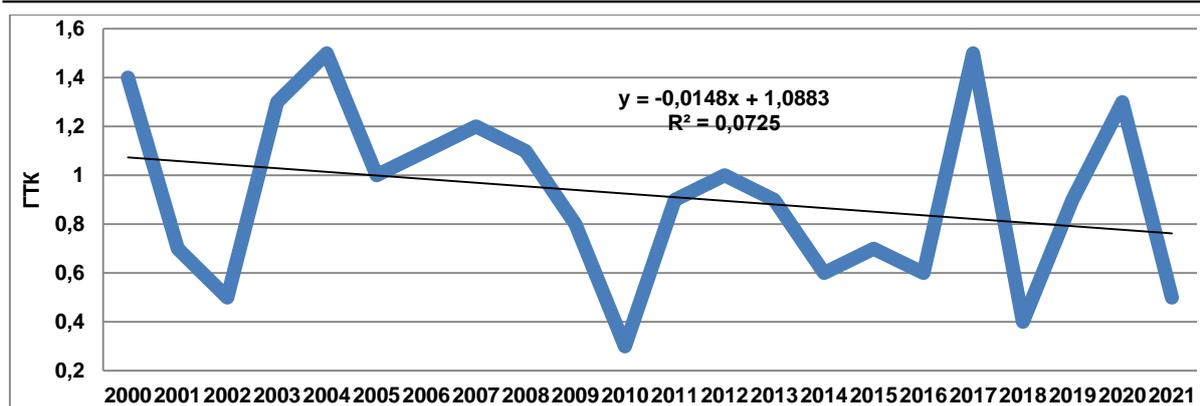


Рис. 4. Динамика распределения гидротермического коэффициента за 2000–2021 гг.

Источник: составлено авторами по данным [8,12].

**Продолжительность вегетационного периода и заморозков.** По данным многочисленных исследований, последние десятилетия характеризуются увеличением продолжительности вегетационного периода [6, 7]. При этом следует отметить, что несмотря на увеличение продолжительности периода вегетации, сокращается продолжительность периодов без заморозков (до 15 дней). В связи с данным обстоятельством возможны негативные последствия для сельскохозяйственных культур из-за воздействия низких температур приземного слоя.

На территории региона весенние заморозки, как правило, начинаются в мае, а заканчиваются в июне (табл. 2). Согласно метеорологическим данным за указанный период дата последнего заморозка варьирует – с 5 по 16 мая, но в западных и северо-западных районах области вероятность заморозков сохраняется до середины июня. Весенние заморозки опасны для зерновых культур и могут быть причиной снижения урожайности на 20–25%.

Таблица 2. Даты наступления последних весенних и первых осенних заморозков и их продолжительность в Ульяновской области

Даты заморозков по сезонам и их продолжительность		Метеорологические станции						
		Инза	Сурское	Ульяновск	Димитровград	Сенгилей	Канадей	Среднее по области
Дата последнего заморозка весной	средняя	16.05	12.05	05.05	08.05	05.05	13.05	10.05
	ранняя	<b>07.04</b> 1995	<b>07.04</b> 1995	<b>06.04</b> 1991	<b>03.04</b> 2001	<b>05.04</b> 1995	<b>01.06</b> 2018	<b>03.04</b> 2001
	поздняя	<b>16.06</b> 2018	<b>12.06</b> 2018	<b>30.05</b> 2002	<b>02.06</b> 2018	<b>25.05</b> 2019	<b>01.06</b> 2018	<b>16.06</b> 2018
Дата первого заморозка осенью	средняя	21.09	25.09	28.09	28.09	04.10	27.09	27.09
	ранняя	<b>25.08</b> 2015	<b>01.09</b> 1997	<b>04.09</b> 1994	<b>04.09</b> 1994	<b>08.09</b> 2010	<b>03.09</b> 2015	<b>25.08</b> 2015
	поздняя	<b>12.10</b> 2016	<b>15.10</b> 2011	<b>15.10</b> 2011	<b>17.10</b> 2011	<b>30.10</b> 1991	<b>30.10</b> 1991	<b>30.10</b> 1991
Продолжительность безморозного периода, дней	средняя	128	135	146	143	153	137	140
	ранняя	<b>94</b> 1997	<b>106</b> 1997	<b>118</b> 1991	<b>113</b> 1993	<b>121</b> 2002	<b>103</b> 2018	<b>94</b> 2018
	поздняя	<b>163</b> 1995	<b>177</b> 1994	<b>183</b> 1990	<b>185</b> 2016	<b>186</b> 2016	<b>184</b> 1991	<b>186</b> 2016

Источник: составлено авторами по данным [8, 12].

Следует отметить весьма различное временное и пространственное распределение осенних заморозков на территории области. Происхождение заморозков, их интенсивность, повторяемость и продолжительность объясняются многими причинами. В их число в первую очередь входят атмосферные процессы, затем – особенности рельефа и микрорельефа, соотношение растительного и почвенного покровов, влияние водных акваторий. Так, вблизи Куйбышевского водохранилища заморозки регистрировали с 28 сентября по 2 октября, на северо-западе региона – в 1-й декаде сентября, в отдельные годы заморозки отмечали и в конце августа – начале сентября.

Длительность безморозного периода сильно варьирует. Средние значения колеблются в пределах 128–153 дней. Максимальное значение зарегистрировано в г. Сенгилей (186 дней), минимальное – в г. Инза (94 дня).

Анализ данных многолетних наблюдений показывает, что весенние и осенние заморозки смещаются на более поздние даты.

### **Влияние агроклиматических ресурсов на урожайность зерновых культур.**

Урожайностью в растениеводстве принято считать количество продукции растениеводства на единицу высеваемой площади. Заморозки оказывают определенное влияние на физиологические процессы и урожайность зерновых культур (особенно опасны поздние весенние). Наши исследования показали, что корреляционная связь между урожайностью и весенними или осенними заморозками незначительна, так как составляет 0,193–0,252.

Это объясняется тем, что весенние заморозки приходятся на период посевных работ и всходов яровых зерновых культур, которые выдерживают температуры до  $-9...-10$  °С [18]. Однако такое значительное понижение очень редко отмечают в Ульяновской области, в основном заморозки не превышают  $-1...-4$  °С и не представляют угрозы для растений (рис. 5).

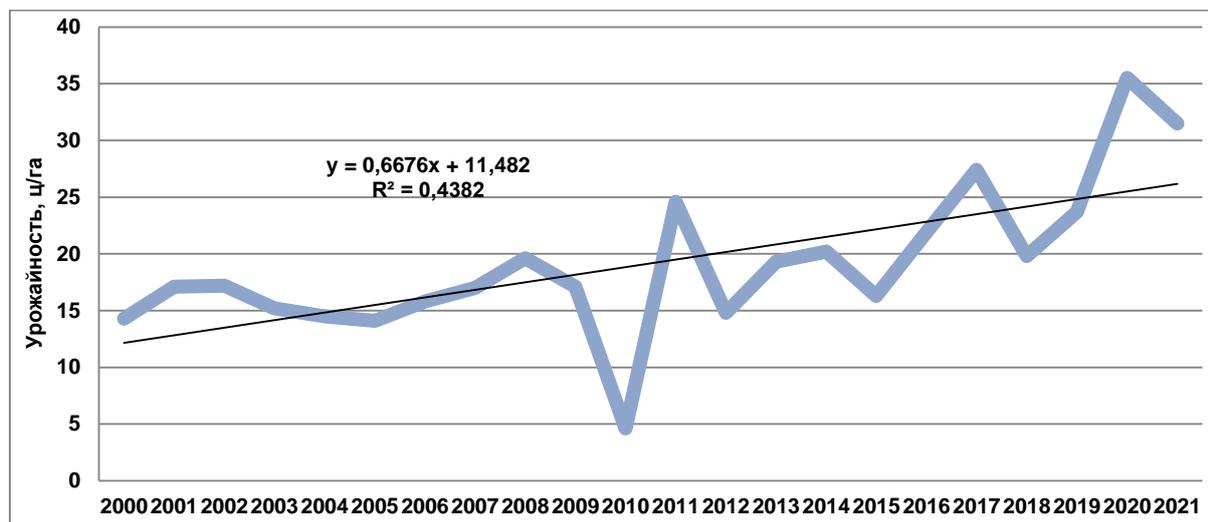


Рис. 5. Изменение средней урожайности зерновых культур в Ульяновской области за 2000–2021 г.

Источник: составлено авторами по данным [8, 12, 13].

Динамика урожайности зерновых культур (рис. 5) за период с 2000 по 2021 г. положительная – 14,6 ц/га за двадцать два года наблюдений при высокой степени достоверности – 0,4382. В целом, согласно представленным данным, устойчиво стабильные урожаи регистрировали с 2000 по 2009 г.

**Заключение**

Результаты анализа агроклиматических показателей наглядно демонстрируют общую тенденцию ускорения климатических ритмов в XXI в.

В Ульяновской области наблюдается интенсивное изменение климата:

- средняя годовая температура воздуха повысилась на 1,4 °С;

- сумма активных температур выросла на 207,7°С;

- количество атмосферных осадков увеличилось на 94,6 мм;

- участились атмосферные засухи, которые привели к изменению значений ГТК в сторону уменьшения на 0,33 единицы.

В общем можно отметить, что за анализируемый период изменения климата в Ульяновской области были благоприятными для получения стабильных урожаев, что подтверждается положительным значением тренда урожайности зерновых культур – 14,6 ц/га при достаточно высокой достоверности.

Повышение температуры воздуха достаточно для полного обеспечения теплом не только зерновых культур, но и более теплолюбивых раннеспелых гибридов кукурузы на зерно, зернового сорго, сорго-суданковых гибридов.

Создание и внедрение сортов растений, устойчивых к изменениям климата, например к засухам или высоким температурам, является ключевым элементом стратегий адаптации современного сельского хозяйства.

---

**Список источников**

1. Володин Е.М. Вероятные изменения климата в XXI веке на территории России по данным модели климата INM-CM5-0 // Метеорология и гидрология. 2022. № 5. С. 5–13. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-5-5-13.

2. Гладкий Ю.Н., Чистобаев А.И. Регионоведение: учебник для студентов вузов. Москва: Гардарики, 2000. 382 с.

3. Дедков А.П., Корчагин В.В., Дистанов У.Г. и др. Природные условия Ульяновской области. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1978. 328 с.

4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год [Электронный ресурс] // Гидрометцентр России. О погоде – из первых рук. URL: <https://meteoinfo.ru/> (дата обращения: 12.12.2023).

5. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год [Электронный ресурс] // Гидрометцентр России. URL: [http://downloads.igce.ru/reports/Doklad\\_o\\_klimate\\_RF\\_2022\\_s\\_podpisiyu\\_compressed\\_with\\_cover.pdf](http://downloads.igce.ru/reports/Doklad_o_klimate_RF_2022_s_podpisiyu_compressed_with_cover.pdf) (дата обращения: 12.12.2023).

6. Кононенко О.В. Климатическая обусловленность радиационных и скрытых заморозков // Материалы научной сессии по итогам 2012 года Агрофизического института (Санкт-Петербург, 02–03 апреля 2013 г.). Санкт-Петербург: Изд-во ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», 2013. С. 105–110.

7. Лысенко С.А., Логинов В.Ф., Зайко П.О. Влияние изменений климата на биопродуктивность наземных экосистем в белорусско-украинском Полесье // Метеорология и гидрология. 2022. № 1. С. 59–71. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-1-59-71.

8. Метеорологические ежегодники с 2000 по 2021 гг. Метеорологические наблюдения – Ульяновская область [Электронный ресурс] // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Официальный сайт. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/> (дата обращения: 12.12.2023).

9. Мохов И.И., Семенов В.А. Погодно-климатические аномалии в российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата // *Метеорология и гидрология*, 2016. № 2 С. 16–28.
10. Мустафина А.Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в Республике Татарстан // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*. 2019. № 2(372). С. 144–153.
11. Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 № 812 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310260009> (дата обращения: 12.12.2023).
12. Официальная статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области (Ульяновскстат). URL: <https://73.rosstat.gov.ru/statistic> (дата обращения: 14.09.2023).
13. Официальная статистика Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 14.09.2023).
14. Павлова В.Н., Варчева С.Е. Оценки степени уязвимости территории и климатического риска крупных неурожая зерновых культур в зерносеющих регионах России // *Метеорология и гидрология*. 2017. № 8. С. 39–49.
15. Переведенцев Ю.П., Важнова Н.А., Наумов Э.П. и др. Современные тенденции изменения климата в Приволжском федеральном округе // *Георесурсы*. 2012, № 6(48). С. 19–24.
16. Романовская А.А. Оценка приоритетности территориальных единиц России с целью адаптации к климатическим угрозам // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 2. С. 53–61. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-2-53-61.
17. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Особенности дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через +5 и 0 °С осенью на Европейской территории России и юго-западной части Западной Сибири // *Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации*. 2013. Вып. 350. С. 228–241.
18. Сиротенко О.Д. Методы оценки изменений климата для сельского хозяйства и землепользования: методическое пособие. Москва: Росгидромет, 2007. 78 с.
19. Уланова Е.С., Забелин В.Н. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. 206 с.
20. Хлебникова Е.И., Рудакова Ю.Л., Салль И.А. и др. Изменение показателей экстремальности термического режима в XXI в.: ансамблевые оценки для территории России // *Метеорология и гидрология*. 2019. № 3. С. 11–23.
21. Чуян О.Г., Глазунов Г.П., Караулова Л.Н. и др. Оценка роли климатических, почвенных и агротехнических факторов в формировании ресурсов продуктивности агроландшафтов Центрального Черноземья // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 6. С. 79–87. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-6-79-87.

## References

1. Volodin E.M. Possible climate change in Russia in the 21<sup>st</sup> century based on the INM-CM5-0 climate model. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022;5:5-13. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-5-5-13. (In Russ.).
2. Gladkiy Yu.N., Chistobaev A.I. Regional studies: textbook for university students. Moscow: Gardariki Publishers; 2000. 382 p. (In Russ.).
3. Dedkov A.P., Korchagin V.V., Distanov U.G. et al. Natural conditions of Ulyanovsk Oblast. Kazan: Kazan State University Publishers; 1978. 328 p. (In Russ.).
4. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2019. Hydrometeorological Center of Russia. First-hand Information on the weather. URL: <https://meteoinfo.ru/>. (In Russ.).
5. Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2022. Hydrometeorological Center of Russia. URL: [http://downloads.igce.ru/reports/Doklad\\_o\\_klimate\\_RF\\_2022\\_s\\_podpisiyu\\_compressed\\_with\\_cover.pdf](http://downloads.igce.ru/reports/Doklad_o_klimate_RF_2022_s_podpisiyu_compressed_with_cover.pdf). (In Russ.).
6. Kononenko O.V. Climatic conditionality of radiation and hidden frosts. Proceedings of the Research Session on the Results of 2012 of the Agrophysical Institute (St. Petersburg, April 02-03, 2013). St. Petersburg: Agrophysical Research Institute Publishers; 2013:105-110. (In Russ.).
7. Lysenko S.A., Loginov V.F., Zaiko P.O. Climate change impacts on bioproductivity of terrestrial ecosystems in the Belarusian-Ukrainian Polesie region. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2022;47(1):41-49. DOI: 10.3103/S1068373922010058. (In Russ.).
8. Meteorological Yearbooks from 2000 to 2021. Meteorological observations of Ulyanovsk Oblast. Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet). Official website. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/>. (In Russ.).

9. Mokhov I.I., Semenov V.A. Weather and climatic anomalies in Russian regions related to global climate change. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2016;41(2):84-92. DOI: 10.3103/S1068373916020023. (In Russ.).
10. Mustafina A.B. The main features of the influence of weather conditions on the productivity of grain crops in the Republic of Tatarstan. *Hydrometeorological Research and Forecasting*. 2019;2(372):144-153. (In Russ.).
11. On approval of Climate Doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 812 dated 26.10.2023. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310260009>. (In Russ.).
12. Official statistics. Official website of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for Ulyanovsk Oblast (Ulyanovskstat). URL: <https://73.rosstat.gov.ru/statistic>. (In Russ.).
13. Official Statistics of the Russian Federation. Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>. (In Russ.).
14. Pavlova V.N., Varcheva S.E. Estimating the level of territory vulnerability and climate-related risk of significant grain crop failure in grain-producing regions of Russia. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2017;42(8):510-517. DOI: 10.3103/S1068373917080040. (In Russ.).
15. Perevedentsev Yu.P., Vazhnova N.A., Naumov E.P. et al. Modern trends in climate changing in the Volga Federal District (Russia). *Georesources*. 2012;6(48):19-24. (In Russ.).
16. Romanovskaya A.A. Assessment of the priority of territorial units of Russia in order to adapt to climate threats. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022;2:53-61. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-2-53-61. (In Russ.).
17. Sadokov V.P., Kozeltseva V.F., Kuznetsova N.N. Features of the dates of the steady transition of the average daily air temperature through +5 and 0 °C in autumn in the European territory of Russia and the south-western part of Western Siberia. Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation. 2013;350:228-241. (In Russ.).
18. Sirotenko O.D. Methods of assessing climate change for agriculture and land use: methodological guide. Moscow: Roshydromet Publishers; 2007. 78 p. (In Russ.).
19. Ulanova E.S., Zabelin V.N. Methods of correlation and regression analysis in agrometeorology. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1990. 206 p. (In Russ.).
20. Khlebnikova E.I., Rudakova Y.L., Sall I.A. et al. Changes in indicators of temperature extremes in the XXI century: ensemble projections for the territory of Russia. *Russian Meteorology and Hydrology (Meteorologiya i gidrologiya)*. 2019;44(3):159-168. (In Russ.).
21. Chuyan O.G., Glazunov G.P., Karaulova L.N. et al. Assessing the role of climatic, soil and agrotechnical factors in the formation of landscape productivity resources in the Central Chernozem region. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2022;6:79-87. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-6-79-87. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

Р.Б. Шарипова – кандидат географических наук, ст. научный сотрудник отдела земледелия, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, [rezedasharipova63@mail.ru](mailto:rezedasharipova63@mail.ru).

О.Г. Зотов – кандидат биологических наук, доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова», [zotoff23@mail.ru](mailto:zotoff23@mail.ru).

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

R.B. Sharipova, Candidate of Geographical Sciences, Senior Research Associate, Department of Farming Agriculture, Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute named after N.S. Nemtsev – Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, [rezedasharipova63@mail.ru](mailto:rezedasharipova63@mail.ru).

O.G. Zotov, Candidate of Biological Sciences, Docent, the Dept. of Geography and Ecology, Ulyanovsk State University of Education, [zotoff23@mail.ru](mailto:zotoff23@mail.ru).

**Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 26.04.2024; принята к публикации 30.04.2024.**

**The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 26.04.2024; accepted for publication 30.04.2024.**

© Шарипова Р.Б., Зотов О.Г., 2024

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

Научная статья

УДК 631.811

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_34

EDN: DIGHUR

### Эффективность применения регулятора роста природного происхождения для проращивания семян различных сельскохозяйственных культур

Наталья Леонидовна Багнавец<sup>1✉</sup>, Марина Викторовна Григорьева<sup>2</sup>,  
Алла Вячеславовна Осипова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,  
Москва, Россия

<sup>1</sup> nbagnavec@yandex.ru✉

**Аннотация.** Одним из перспективных направлений развития растениеводства является повышение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества получаемой продукции за счет применения регуляторов роста растений природного происхождения. При грамотном применении этих веществ в современных агротехнологиях, например технологии точного земледелия, можно достичь высоких результатов при относительно небольших затратах. Представлено описание и примерный химический состав регулятора роста природного происхождения Рафитур, полученного из проростков клубней картофеля в результате последовательности утвержденных технологических операций. В условиях лабораторного опыта было проведено поэтапное испытание препарата для выявления его эффективности при проращивании семян различных сельскохозяйственных культур, широко применяемых на территории Российской Федерации. Приводятся результаты скрининговых испытаний при проращивании семян льна, риса и томата. Семена обрабатывали растворами препарата Рафитур различной концентрации и определяли такие показатели, как энергия прорастания, всхожесть, длина корешка и длина проростка. Опыт проводили в течение 14 дней, в трехкратной повторности по всем культурам. Семена выдерживали в течение определенного времени в растворах с различными концентрациями препарата. Исходным раствором для последующего разбавления служил раствор препарата с концентрацией 1 г/л. В качестве контроля был принят вариант проращивания семян с использованием чистой воды. В ходе поэтапного эксперимента было подтверждено стимулирующее действие препарата на всех испытываемых культурах, определены оптимальные концентрации для максимальной всхожести, энергии прорастания семян и развития проростков. Показана эффективность применения препарата природного происхождения Рафитур в сверхмалых концентрациях для предпосевной обработки семян льна, риса и томата.

**Ключевые слова:** стимуляторы роста растений, всхожесть, энергия прорастания, органическое сельское хозяйство, предпосевная обработка семян

**Для цитирования:** Багнавец Н.Л., Григорьева М.В., Осипова А.В. Эффективность применения регулятора роста природного происхождения для проращивания семян различных сельскохозяйственных культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 34–43. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_34-43](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_34-43).

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

Original article

### Efficiency of growth regulator of natural origin application for germinating seeds of various agricultural crops

Natalya L. Bagnavets<sup>1✉</sup>, Marina V. Grigoryeva<sup>2</sup>, Alla V. Osipova<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> nbagnavec@yandex.ru✉

**Abstract.** One of the promising areas of crop production development is to increase crop yields and improve the quality of products through the use of plant growth regulators of natural origin. With the proper use of these substances and modern agricultural technologies, for example, precision farming technology, high results can be achieved at relatively low cost. The description and approximate chemical composition of the Rafitur growth regulator of natural origin obtained from potato tuber seedlings as a result of a sequence of certain technological operations are presented. In the conditions of laboratory experiment, a step-by-step test of the preparation was carried out to determine its effectiveness in germinating seeds of various crops widely used in the territory of the

Russian Federation. The results of screening tests for the germination of flax, rice and tomato seeds are presented. The seeds were treated with solutions of the Rafitur preparation of various concentrations, and biometric parameters such as seed germination, seed vigor, root length and seedling length were determined. The experiment was carried out for 14 days, in threefold repetition with seeds of all cultures. The seeds were kept for a certain time in solutions with different concentrations of the growth regulator. The initial solution for subsequent dilution was a solution of the preparation with a concentration of 1 g/l. As a control, the option of germination of seeds using water was adopted. During a step-by-step experiment, the stimulating effect of the growth regulator was confirmed on all test cultures. The optimal concentrations for maximum seed germination, seed vigor and seedling development have been determined. The effectiveness of the use of the Rafitur growth regulator of natural origin in ultra-low concentrations for the pre-sowing treatment of flax, rice and tomato seeds has been shown.

**Keywords:** plant growth stimulants, seed germination, seed vigor, organic agriculture, pre-sowing seed treatment  
**For citation:** Bagnavets N.L., Grigoryeva M.V., Osipova A.V. Efficiency of growth regulator of natural origin application for germinating seeds of various agricultural crops. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):34-43. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_34-43](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_34-43).

**В**ведение  
Массовое использование в последние десятилетия минеральных удобрений, химических средств защиты растений, защитно-стимулирующих комплексов различного состава привело к губительным последствиям для биоценозов. Проявлением этого является загрязнение почв, водных ресурсов, накопление вредных веществ в растениях в процессе вегетации. Единственная реальная альтернатива использованию традиционных синтетических средств в сельскохозяйственном производстве – поиск эффективных функциональных аналогов, имеющих природное происхождение [5, 7].

Одним из направлений развития сельского хозяйства в современных условиях является внедрение системы органического земледелия, предполагающей использование вместо химически синтезированных гербицидов, стимуляторов роста и минеральных удобрений веществ природного происхождения с теми же параметрами влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур. По данным Национального органического союза, органическое сельское хозяйство на сегодняшний день развивается в 179 странах мира. В этом секторе занято более 2 млн производителей. В связи с быстрым развитием этого направления сельского хозяйства в 89 странах разработаны собственные законы, касающиеся производства и оборота органической продукции.

В настоящее время в круг задач сельхозтоваропроизводителей входит не только повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и улучшение качества получаемой продукции, в том числе за счет применения регуляторов роста растений природного происхождения [2, 9]. При грамотном применении этих веществ в современных агротехнологиях, например технологии точного земледелия, можно достичь высоких результатов при относительно небольших затратах.

Следует отметить, что регуляторы роста растений находят применение как в крупных хозяйствах (агрохолдинги) АПК, так и в крестьянских (фермерских) хозяйствах при выращивании различных видов сельскохозяйственной продукции [8]. Они могут быть использованы как для предпосевной обработки семян, так и для обработки вегетирующих растений. Обработка семян способствует повышению энергии прорастания, всхожести семян, устойчивости будущих растений к стрессам и заболеваниям. Обработка вегетирующих растений благоприятно сказывается на резистентности к возможным негативным факторам окружающей среды, а также приводит к увеличению урожайности и получению продукции высокого качества.

В экспериментальной работе был использован растительный регулятор урожайности Рафитур (РФУ). Этот препарат представляет собой растительный экстракт из отходов картофелеводства, то есть из клубней, не реализованных в торговой сети и используемых в качестве посевного материала в следующем календарном периоде.

Готовый препарат Рафитур получают из картофеля в ювенальный период онтогенеза в результате следующих последовательно выполняемых технологических операций: подготовка сырья (переборка и сортировка клубней картофеля), измельчение сырья и экстракционное извлечение водорастворимых веществ, разделение полученного экстракта на две формы – фильтрат и концентрат – с помощью ультрафильтрации. Фильтрат и концентрат отличаются размером входящих в их состав соединений: в фильтрате присутствуют соединения с размером частиц менее 30 кД, а в концентрате – более 30 кД. Завершает технологическую цепочку лиофильная сушка экстракта и фильтрата, в результате которой получают готовую форму препарата Рафитур.

Готовая форма препарата представляет собой порошок светло-коричневого цвета, хорошо растворимый в воде. Растворы нужной концентрации для замачивания семян или обработки вегетирующих растений готовят непосредственно перед использованием.

Методами ИК-спектроскопии, масс-спектротомии, фотокolorиметрии и другими методами инструментального анализа был определен химический состав РФУ по основным макро- и микрокомпонентам (табл. 1).

**Таблица 1. Химический состав регулятора роста природного происхождения по основным компонентам**

Название компонента	Содержание, масс.%
Белок	29,70 ± 2,97
Свободные аминокислоты	5,41 ± 0,12
Моно- и дисахариды	26,10 ± 2,17
Калий	6,75 ± 0,21
Фосфор	1,37 ± 0,07
Микроэлементы:	
Fe	0,017
Zn	0,012
Mn	0,0015

Из данных таблицы 1 видно, что РФУ содержит значительное количество белка, моно- и дисахаридов, свободных аминокислот. Эти вещества оказывают стимулирующее действие на всех фазах развития растения и, безусловно, способствуют активному развитию семян растений. Наличие основных макроэлементов (азота, фосфора, калия) также необходимо для обеспечения проростков всеми необходимыми питательными веществами. Наличие фитогормонов различной природы, с одной стороны, ускоряет запуск метаболических процессов в семенах, а с другой – способствует запуску механизмов, ответственных за устойчивость к различным видам стрессов (засухо-, жаро-, холодостойкость) [6].

Если говорить о влиянии микроэлементов на развитие и рост растений, следует отметить, что железо участвует в двух наиболее важных для растения процессах – фотосинтезе и дыхании. Недостаток железа сказывается на снижении содержания в листьях хлорофилла и подавлении активности фотосистем. Изменения фотосинтеза отражаются на углеводном обмене растений, в частности наблюдается снижение содержания сахаров и крахмала в листьях, что приводит к отставанию в росте. Цинк входит в состав многочисленных ферментов, отвечает за синтез ростовых веществ, например участвует в синтезе ауксина, способствует лучшему прорастанию семян и формированию стрессоустойчивости растения на более поздних стадиях онтогенеза. Марганец является важным микроэлементом, соединениями которого (сульфатом марганца) обра-

батывают семена перед посевом, поскольку он стимулирует белковый обмен, способствует лучшему усвоению фосфора и кальция, синтезу хлорофилла, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам.

Кроме основных компонентов питания, растениям для благополучного развития необходимо наличие таких питательных веществ, как фитогормоны. Мы рассматриваем препарат, полученный из клубней картофеля в начальный и ювенильный период онтогенеза, когда они являются источником питательных веществ и фитогормонов для устойчивого развития проростков [1, 4]. В таблице 2 представлены данные по содержанию фитогормонов в проростках картофеля, из которых видно, что в фазе трехдневных глазков присутствуют гиббереллины, цитокинины, небольшое количество абсцизовой кислоты (АБК). У двухнедельных растений повышается содержание АБК при снижении количества остальных ростостимулирующих фитогормонов.

**Таблица 2. Содержание фитогормонов в проростках картофеля в разные фазы онтогенеза**

Фаза онтогенеза	Содержание фитогормонов, мкг/г сухой массы		
	Гиббереллины	Цитокинины	Абсцизовая кислота
Трехдневные глазки прорастающих клубней	23,95 ± 1,63	2,83 ± 0,20	1,36 ± 0,12
Двухнедельные стебли картофеля (ювенильные растения)	7,20 ± 0,50	0,31 ± 0,03	73,75 ± 5,85

Известно, что цитокинины стимулируют деление клеток (цитокинез), гиббереллины приводят к активизации прорастания семян, а абсцизовая кислота тормозит активный рост и отвечает за стрессоустойчивость растений к изменяющимся условиям развития [3].

Функциональное влияние фитогормонов на растения может иметь характер антагонизма, синергизма или аддитивности. Цитокинины и ауксины являются синергистами при индукции клеточного деления. Однако по отношению к направлениям формирования растения их действие может быть антагонистичным. Например, 3-индолилуксусная кислота (ИУК), один из стимуляторов роста растений из группы ауксинов, активизирует развитие верхушки стебля, но замедляет рост пазушных почек, в то время как увеличение содержания цитокининов в верхушке стебля подавляет действие ИУК, что, в свою очередь, приводит к заметному развитию боковых почек растения.

Однонаправлено с ауксинами действуют гиббереллины, контролируя развитие семян и усиливая рост стебля. Антагонистом гормонам-активаторам роста является абсцизовая кислота (АБК), которая отвечает за перевод растения и его органов в состояние покоя. Кроме того, АБК синтезируется растением в качестве ответа на стресс, что способствует его приспособлению к негативным условиям. Известно, что для выживания в условиях стресса растение тратит больше энергии для запуска антистрессовых программ, что приводит к снижению энергообеспечения процессов продуктивности. В связи с этим в растениеводстве считается актуальным применение фитогормонов, обладающих антистрессовым эффектом. Фитогормоны в очень низких концентрациях могут регулировать протекание метаболических процессов, вызывая при этом способность различных сельскохозяйственных культур противостоять широкому спектру стрессовых воздействий и, что самое главное, поддерживать их высокую продуктивность в условиях стресса.

Как известно, в составе проростков картофеля в различные фазы онтогенеза (табл. 2) присутствуют фитогормоны разной природы. Можно сказать, что подобный состав является сбалансированным для стимулирующего воздействия на семена и вегетирующие растения, а также для повышения устойчивости растений к возможным стрессовым условиям.

Таким образом, благодаря сбалансированному химическому составу экстракта, полученного из проросших клубней картофеля, биорегулятор Рафитур может быть признан функциональным аналогом регуляторов роста растений синтетического происхождения. Кроме того, его использование исключает такие губительные для биоценозов последствия, как химическое загрязнение почв, природных вод, нарушение микрофлоры почв, воды и воздуха и др.

Целью проведенных исследований являлось определение эффективности применения препарата растительного происхождения Рафитур для предпосевной обработки семян различных сельскохозяйственных культур, таких как лен, рис, томат, имеющих большое значение для российского агропромышленного комплекса. Кроме этого, необходимо было определить оптимальные концентрации РФУ, соответствующие максимальным значениям выбранных показателей.

Лабораторные испытания препарата Рафитур проводили с использованием помещений и оборудования кафедры химии РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

В ходе эксперимента определяли такие биометрические показатели, как:

- энергия прорастания семян (энергия прорастания (ЭП) – процент проросших семян растений. Величина ЭП семян является характеристикой, которая показывает способность растений в дальнейшем демонстрировать хорошую выживаемость в экстремальных условиях);

- всхожесть;

- размеры корешка и проростка (стебелька).

#### **Методика эксперимента**

Для исследований были взяты семена следующих культур:

- льна масличного, сорт ЛМ-98;

- риса, сорт Жасмин;

- томата, сорт Белый налив.

Лабораторный опыт по определению эффективных концентраций регулятора роста Рафитур проводили путем замачивания семян в чашках Петри на поверхности фильтровальной бумаги, увлажненной до предела водой. В каждую чашку Петри помещали по 20 семян каждой из трех исследуемых культур. Предварительно семена выдерживали в растворах препарата с концентрациями от  $10^{-10}\%$  (1 г/л) до  $10^{-9}\%$  ( $10^{-8}$  г/л), которые были приготовлены путем последовательного десятикратного разведения раствора с концентрацией 1 г/л.

Время экспозиции семян в растворах регулятора роста с различными концентрациями: для семян льна масличного и томата – 2–3 часа, для семян риса – 24 часа.

Опыт проведен в трехкратной повторности по концентрациям. В качестве контроля выступали чашки Петри, где находились семена, не прошедшие обработку препаратом Рафитур и смачиваемые чистой водой.

Условия проращивания семян: климатическая камера с температурой 25–28 °С и влажностью 85%. Периодически чашки открывали для проветривания, а фильтровальную бумагу смачивали водой.

В ходе скрининговых испытаний действия препарата Рафитур на процесс проращивания семян различных культур определяли:

- энергию прорастания семян – на 3–4-е сутки эксперимента;

- всхожесть семян – на 7–8-е сутки эксперимента;

- длину корешка и длину проростка как показатели интенсивности прорастания семян – на 7, 9, 11 и 13-е сутки.

В таблицах представлены результаты измерений, выполненных на 13-е сутки опыта.

**Результаты и их обсуждение**

*Результаты опыта по проращиванию семян льна масличного ЛМ-98*

На рисунке 1 представлен процесс проращивания семян льна.



**Рис. 1. Проращивание семян льна**

В таблице 3 представлены результаты влияния растительного фиторегулятора урожайности (РФУ) на энергию прорастания и всхожесть семян льна.

**Таблица 3. Энергия прорастания и всхожесть семян льна масличного при обработке препаратом РФУ различной концентрации**

№ п/п	Концентрация препарата РФУ, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
0	Контроль (вода)	44	72
1	10 <sup>-1</sup>	36	67
2	10 <sup>-2</sup>	48	74
3	10 <sup>-3</sup>	46	75
4	10 <sup>-4</sup>	46	75
5	10 <sup>-5</sup>	47	74
6	10 <sup>-6</sup>	48	80
7	10 <sup>-7</sup>	51	80
<b>8</b>	<b>10<sup>-8</sup></b>	<b>53</b>	<b>88</b>
9	10 <sup>-9</sup>	47	80

Отмечено, что применение растительного фиторегулятора урожайности повышает практически при всех концентрациях энергию прорастания и всхожесть семян льна. Интересно, что при концентрации РФУ 10<sup>-1</sup>% наблюдалось некоторое снижение показателей. Однако при применении препарата, концентрация которого начиналась с 10<sup>-2</sup>%, можно отметить повышение показателей относительно контроля. Максимальный эффект наблюдался при концентрации препарата 10<sup>-8</sup>%. В этих условиях энергия прорастания семян была на 20%, а всхожесть – на 22% выше, чем на контроле.

На рисунке 2 представлены результаты измерения длины корешка (κ) и стебелька (с) в процессе скринингового опыта с разными концентрациями препарата. Из представленных на диаграмме размеров корешка и стебелька проростков льна в зависимости от концентрации препарата, безусловно, выделяется вариант 8 – замачивание семян в растворе с концентрацией регулятора роста 10<sup>-8</sup>%. На этом варианте длина корешка составила 50 мм, что на 48,5% превышало контрольное значение (33 мм). Длина стебелька на этом варианте была 53 мм, что на 76,6% превышало контрольный вариант (30 мм). Следует отметить устойчивость развития проростков на всех этапах опыта.

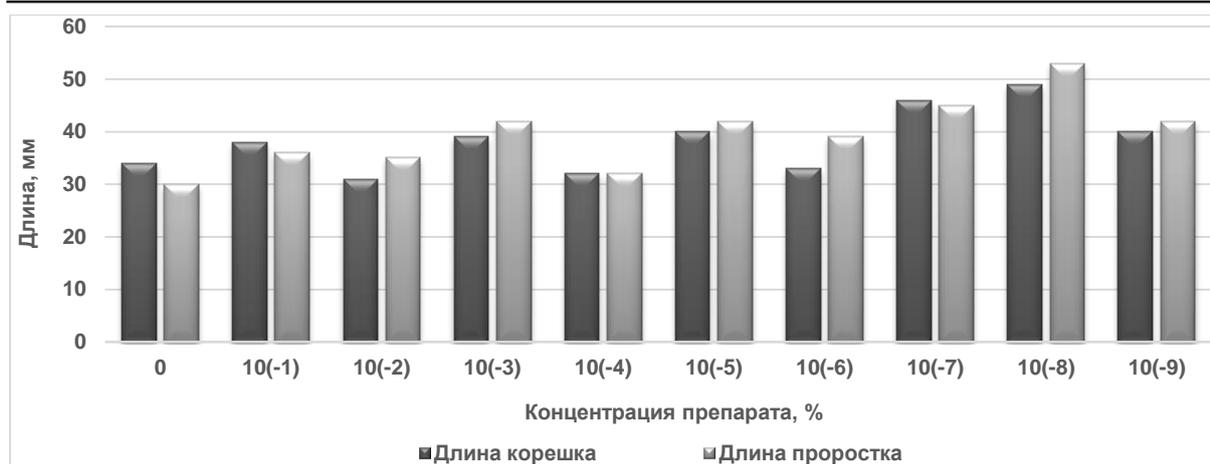


Рис. 2. Результаты проращивания семян льна на фоне их обработки различными концентрациями РФУ, мм

Представленные данные демонстрируют стимулирующее действие препарата Рафитур при проращивании семян льна масличного. Оптимальная концентрация препарата по всем показателям развития составляет  $10^{-8}$  масс. %.

*Результаты опыта по проращиванию семян риса сорта Жасмин*

Скрининговый опыт по проращиванию семян риса проводили по той же схеме, что и по проращиванию семян льна масличного.

Семена риса обрабатывали растворами препарата РФУ также с концентрациями от  $10^{-1}$  до  $10^{-9}$ %. В таблице 4 представлены основные биометрические показатели, энергия прорастания и всхожесть семян риса по результатам опыта.

Таблица 4. Результаты проращивания семян риса на фоне обработки растворами препарата Рафитур с различной концентрацией

№ п/п	Концентрация препарата РФУ, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина корешка, см	Длина ростка, см
0	Контроль (вода)	33	64	3,34	2,94
1	$10^{-1}$	28	57	3,56	2,98
2	$10^{-2}$	35	67	8,31	3,82
3	$10^{-3}$	36	68	9,00	3,92
4	$10^{-4}$	34	68	8,98	3,90
5	$10^{-5}$	35	67	8,67	4,07
6	$10^{-6}$	38	72	8,90	3,84
7	$10^{-7}$	35	72	7,92	3,41
<b>8</b>	<b><math>10^{-8}</math></b>	<b>41</b>	<b>76</b>	<b>9,69</b>	<b>5,25</b>
9	$10^{-9}$	35	73	8,70	3,66

Как и в случае с проращиванием семян льна, наблюдали тормозящее действие на развитие семян препарата Рафитур в концентрации  $10^{-1}$ %. Но уже при применении препарата, концентрация которого начиналась с  $10^{-2}$ %, отмечала его стимулирующее действие. Наибольший стимулирующий эффект наблюдался при обработке семян риса раствором с концентрацией препарата  $10^{-8}$ % (вариант 8). На этом варианте энергия прорастания и всхожесть семян были выше соответственно на 24 и 17% по сравнению с показателями контрольного варианта.

Использование микроколичеств регуляторов роста для выращивания культуры риса – распространенная практика повышения выживаемости, урожайности и стрессоустойчивости растений. В связи с этим использование микроколичеств предлагаемого нами препарата соответствует этой тенденции в рисоводстве.

Анализ полученных результатов как в опыте с семенами льна, так и в опыте с семенами риса показал, что у препарата РФУ имеются два выраженных пика эффективности. Первый пик соответствовал массовой концентрации препарата  $10^{-3}\%$  (вариант 3). При этой концентрации длина корешка составляла 9 см, длина проростка – 3,92 см. Второй пик эффективности отмечен на варианте 8 при использовании препарата концентрацией  $10^{-8}\%$ . На этом варианте длина корешка составляла 9,69 см, длина проростка – 5,25 см при следующих значениях этих показателей на контроле: соответственно 3,34 и 2,94 см. Как следует из представленных результатов, наиболее сильные проростки с более разветвленной корневой системой были сформированы при концентрации препарата  $10^{-8}\%$ .

Для массовой концентрации  $10^{-10}\%$  так же, как и при проращивании семян льна, не наблюдалось выраженного стимулирующего действия. Исходя из этого можно предположить, что более высокие концентрации препарата вызывают, скорее, подавление процесса прорастания семян, нежели его стимулирование.

На рисунке 3 представлены результаты по всем исследуемым показателям для двух пиковых концентраций препарата:  $10^{-3}$  и  $10^{-8}\%$  в сравнении с контролем.

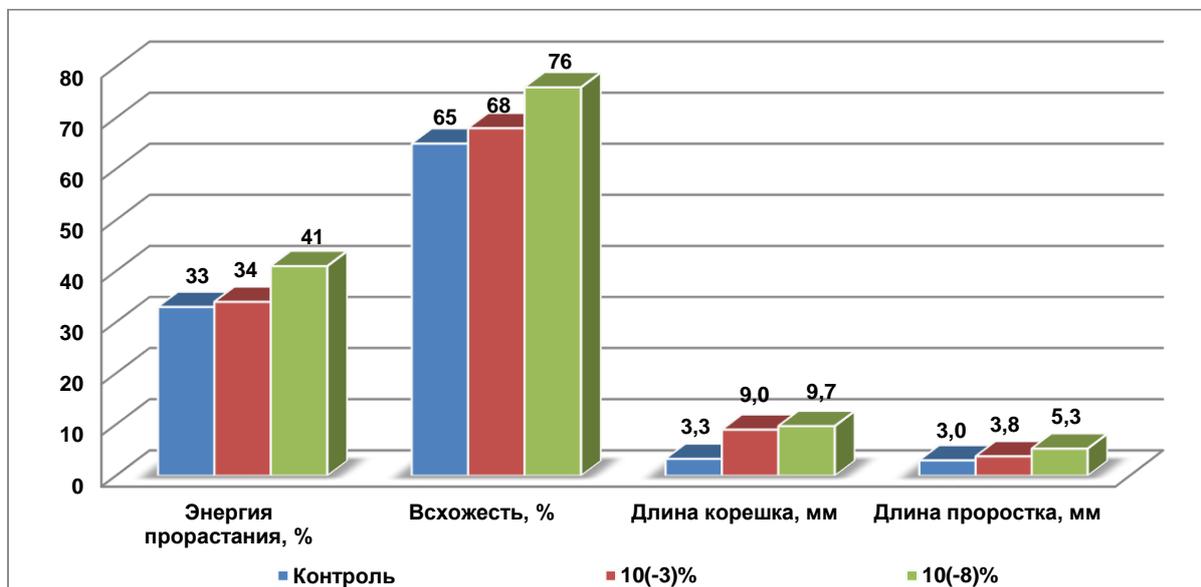


Рис. 3. Результаты скринингового опыта по проращиванию семян риса на фоне обработки препаратом Рафитур

Говоря о положительном воздействии РФУ на ростовые показатели семян риса, можно предположить, что при обработке семян раствором регулятора роста Рафитур благодаря наличию в растворе разнообразных питательных веществ и вследствие изменения проницаемости клеточных мембран, создаются условия для усиления цитокинеза. В клетках формируется тургор, происходит перераспределение водорастворимых метаболитов, что в конечном итоге приводит к активизации деятельности гидролитических ферментов и гормонов. Таким образом, в процессе набухания семян питательные вещества – жиры, белки и полисахариды, находящиеся в эндосперме семян риса, становятся доступными для питания и развития зародыша [3].

#### *Результаты опыта по проращиванию семян томата сорта Белый налив*

Учитывая результаты двух предыдущих опытов по проращиванию семян льна и риса, проводили скрининговые испытания по влиянию регулятора роста Рафитур на прорастание семян томата, используя для замачивания семян растворы препарата с концентрациями  $10^{-3}$  и  $10^{-8}\%$ . Контролем были чашки Петри, семена в которых замачивались в воде.



Рис. 4. Влияние фиторегулятора урожайности на прорастание семян томата сорта Белый налив

Как следует из результатов опыта, приведенных на рисунке 4, применение препарата повышает всхожесть семян томата на 17–18%, а энергию прорастания – на 5–10% по сравнению с контролем.

Средняя длина корешка у проросших обработанных семян на 12,5 и 34,4% превышала показатели контроля при использовании препарата, значения концентрации которого составляли соответственно  $10^{-3}\%$  и  $10^{-8}\%$ .

Длина проростка после обработки семян на 42 и 58% превышала показатели контрольного варианта при использовании препарата, значения концентрации которого составляли соответственно  $10^{-3}\%$  и  $10^{-8}\%$ .

Максимальный эффект по всем показателям отмечен на варианте 8 – применение раствора с концентрацией препарата  $10^{-8}\%$ .

#### Выводы

Показано положительное влияние предпосевной обработки семян трех культур – льна, риса и томата растворами фиторегулятора урожайности Рафитур.

В результате проведенных экспериментов выявлена концентрация препарата, обладающая максимальным стимулирующим эффектом: она составляет  $10^{-8}$  масс. %.

Исследуемый препарат является регулятором роста природного происхождения и не оказывает негативного воздействия на экосистемы [11], следовательно, можно рекомендовать его для применения в системе органического сельского хозяйства.

#### Список источников

1. Аксенова Н.П., Сергеева Л.И., Константинова Т.Н. и др. Регуляция покоя и прорастания клубней картофеля // Физиология растений. 2013. Т. 60, № 3. С. 307–319. DOI: 10.7868/S0015330313030020.
2. Багнавец Н.Л., Белопухов С.Л., Филиппова А.В. Применение препарата РФУ для предпосевной обработки риса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № (4). С. 41–43.
3. Багнавец Н.Л., Шкляр Е.М., Дмитриевская И.И. Оценка эффективности нового препарата Рафитур в условиях лабораторного опыта // Доклады ТСХА. Международная научная конференция, посвященная 175-летию К.А. Тимирязева (Москва, 06–08 декабря 2018 г.). Москва: Изд-во Российского гос. аграрного университета – МСХА им К.А. Тимирязева, 2019. Вып. 291. Ч. IV. С. 600–602.
4. Борзенкова Р.А., Боровкова М.П. Динамика распределения фитогормонов по различным зонам клубней картофеля в связи с ростом и запасанием крахмала // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 1. С. 129–135.

5. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24–28.
6. Елькина Е.А., Шубаков А.А., Оводов Ю.С. Влияние растительных полисахаридов на скорость прорастания семян *Lycopersicon esculentum* М. и *Cucumis sativus* L. // Химия растительного сырья. 2002. № 2. С. 105–109.
7. Ладатко М.А., Мазур Т.Г., Малышева Н.Н. Применение фиторегуляторов – путь к восстановлению всхожести семян риса // Рисоводство. 2005. № 6. С. 101–107.
8. Петриченко В.Н., Логинов С.В., Туркина О.С. Применение регуляторов роста растений на посевах сои // Агрехимический вестник. 2017. № 6. С. 47–49.
9. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрехимия. 2005. № 11. С. 76–86.
10. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.

### References

1. Aksenova N.P., Sergeeva L.I., Konstantinova T.N. et al. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. *Plant Physiology*. 2013;60(3):307-319. DOI: 10.7868/S0015330313030020. (In Russ.).
2. Bagnavets N.L., Belopukhov S.L., Filippova A.V. Application of the vegetative phyto-regulator of yields in pre-sowing rice treatment. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;4:41-43. (In Russ.).
3. Bagnavets N.L., Shklyar E.M., Dmitrevskaya I.I. Evaluation of the effectiveness of the new drug Rafitur in laboratory experiment. Russian Timiryazev State Agrarian University Reports. International Scientific Conference dedicated to the 175<sup>th</sup> anniversary of K.A. Timiryazev (Moscow, December 06-08, 2018). Moscow: Russian Timiryazev State Agrarian University Publishers. 2019;291(4):600-602. (In Russ.).
4. Borzenkova R.A., Borovkova M.P. Developmental patterns of phytohormone content in the cortex and pith of potato tubers as related to their growth and starch content. *Plant Physiology*. 2003;50(1):129-135. (In Russ.).
5. Vakulenko V.V. Growth regulators. *Plant Protection and Quarantine*. 2004;1:24-28. (In Russ.).
6. Elkina E.A., Shubakov A.A., Ovodov Yu.S. Effect of plant polysaccharides on the germination rate of *Lycopersicon esculentum* М. and *Cucumis sativus* L. seeds. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2002;2:105-109. (In Russ.).
7. Ladatko M.A., Mazur T.G., Malysheva N.N. Application of phyto-regulators is the way to restoration of rice seeds germination. *Rice Growing*. 2005;6:101-107. (In Russ.).
8. Petrichenko V.N., Loginov S.V., Turkina O.S. Application of plant growth regulators on soybean crops. *Agrochemical Herald*. 2017;6:47-49. (In Russ.).
9. Prusakova L.D., Malevannaya N.N., Belopukhov S.L. et al. Plant growth regulators with anti-stress and immunoprotecting properties. *Agrohimia*. 2005;11:76-86. (In Russ.).
10. Shakirova F.M. Nonspecific resistance of plants to stress factors and its regulation. Ufa: Gilem Publishers; 2001. 160 p. (In Russ.).

### Информация об авторах

Н.Л. Багнавец – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», nbagnavec@yandex.ru.

М.В. Григорьева – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», marina\_gry@inbox.ru.

А.В. Осипова – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», osipova\_alla\_v@mail.ru.

### Information about the authors

N.L. Bagnavets, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, nbagnavec@yandex.ru.

M.V. Grigoryeva, Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, the Dept. of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, marina\_gry@inbox.ru.

A.V. Osipova, Candidate of Chemical Sciences, Docent, the Dept. of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, osipova\_alla\_v@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 30.04.2024; принята к публикации 10.05.2024.

The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 30.04.2024; accepted for publication 10.05.2024.

© Багнавец Н.Л., Григорьева М.В., Осипова А.В., 2024

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

Научная статья

УДК 633.112.9:632.3 (470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_44

EDN: DJKTXL

**Оценка устойчивости сортового материала и комбинаций скрещивания озимой тритикале к бурой листовой ржавчине в условиях искусственного инфекционного фона**

Ирина Васильевна Ефремова<sup>1</sup>, Елизавета Айрапетовна Мелькумова<sup>2</sup>,  
Анатолий Фёдорович Климкин<sup>3✉</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>3</sup> [aklimkin.73@yandex.ru](mailto:aklimkin.73@yandex.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты исследования, выполненного с целью изучения и выделения устойчивого к бурой листовой ржавчине селекционного материала озимой тритикале в условиях жесткого искусственного инфекционного фона. В плане решения проблемы растительного белка несомненный интерес представляет именно тритикале, способная, при выращивании в равных условиях, накапливать в зерне на 1–2% белка больше, чем пшеница. Так как тритикале является гибридом между пшеницей и рожью и имеет общий патоконкомплекс и с пшеницей, и с рожью, необходим тщательный мониторинг, позволяющий предвидеть доминирующие виды патогенов, в частности возбудителя бурой листовой ржавчины – базидиомицета *Puccinia recondita* Rob. et Desm. Данный возбудитель болезни очень вредоносен, относится к облигатным паразитам с узкой филогенетической специализацией и широким температурным диапазоном заражения – от 3 до 30 °С, что приводит к снижению качества зерна и продуктивности этой ценной культуры более чем на 20%. В настоящее время для защиты тритикале от патоконкомплекса, включая все виды ржавчинных грибов, разрешен к применению на этой культуре один препарат – Альто Супер, КЭ с двухкомпонентным действующим веществом (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола). Широкие перспективы открывает использование устойчивого к бурой листовой ржавчине сортового материала тритикале, что приветствуется и в органическом земледелии. В 2016–2018 гг. проводилась оценка 411 образцов конкурсного и предварительного сортоиспытаний лаборатории селекции тритикале Воронежского федерального аграрного научного центра имени В.В. Докучаева. Отобраны сортообразцы озимой тритикале, отличающиеся разной степенью устойчивости к бурой листовой ржавчине. Среди них выделены иммунные (13), высокоустойчивые (21) и умеренно устойчивые (16), представляющие интерес для дальнейших изысканий. Иммунные формы, отличающиеся хозяйственно ценными признаками, найдут широкое применение в производстве и в дальнейшем будут предложены для госсортоиспытания (ГСИ).

**Ключевые слова:** озимая тритикале, бурая листовая ржавчина, искусственный инфекционный фон, устойчивые сорта, хозяйственно ценные признаки

**Для цитирования:** Ефремова И.В., Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф. Оценка устойчивости сортового материала и комбинаций скрещивания озимой тритикале к бурой листовой ржавчине в условиях искусственного инфекционного фона // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 44–50. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_44-50](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_44-50).

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

Original article

**Assessment of the resistance of varietal material and combinations of crossing winter triticale to brown leaf rust in conditions of artificial infectious background**

Irina V. Efremova<sup>1</sup>, Elizaveta A. Melkumova<sup>2</sup>, Anatoliy F. Klimkin<sup>3✉</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>3</sup> [aklimkin.73@yandex.ru](mailto:aklimkin.73@yandex.ru)

**Abstract.** The authors present the results of investigations carried out to study and isolate the breeding material of winter triticale resistant to brown leaf rust in conditions of a hard artificial infectious background. In terms of solving the problem of vegetable protein, triticale is of undoubted interest, which, when grown under equal conditions, is able to accumulate 1-2% more protein in grain than wheat. Since triticale is a hybrid between wheat and rye and has a common pathocomplex with both wheat and rye, close monitoring is necessary to forecast the

dominant types of pathogens, in particular the causative agent of brown leaf rust – basidiomycete *Puccinia recondita* Rob. et Desm. This pathogen is extremely harmful, belongs to obligate parasites with a narrow phylogenetic specialization and a wide temperature range of infection – from 3 to 30°C, which leads to a decrease in grain quality and productivity of such valuable crop as triticale by more than 20%. Currently, to protect triticale from the pathocomplex including all types of rust fungi one chemical agent is allowed to be used on this culture, i.e. Alto Super, CE with a two-component active ingredient (250 g/l propiconazole + 80 g/l ciproconazole). The use of triticale resistant varietal material to brown leaf rust opens up wide prospects, which is also welcome in organic farming. In 2016-2018, 411 samples of competitive and preliminary variety tests of the Triticale Breeding Laboratory of Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev were evaluated. Varieties of winter triticale with varying degrees of resistance to brown leaf rust were selected. Among them, immune (13), highly resistant (21) and moderately resistant (16) were identified, which are of interest for further research, and immune forms that differ in economic utility characteristics will find wide application in production and will be offered for state crop variety testing in the future.

**Key words:** winter triticale, brown leaf rust, artificial infectious background, resistant varieties, economic utility characteristics

**For citation:** Efremova I.V., Melkumova E.A., Klimkin A.F. Assessment of the resistance of varietal material and combinations of crossing winter triticale to brown leaf rust in conditions of artificial infectious background. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):44-50. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_44-50](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_44-50).

**В**ведение  
Тритикале (*×Triticosecale* Wittm. & A. Camus) представляет собой гибрид между пшеницей и рожью. В этой культуре сочетаются высокая урожайность пшеницы и зимостойкость ржи, а также толерантность к распространенным и вредоносным болезням. Озимая тритикале – пластичная культура зернового направления, которая формирует высокую урожайность зерна (60–90 ц/га и выше в зависимости от региона выращивания), а также используется на зеленый корм животным (показатель урожайности зеленой массы составляет 300 ц/га и выше) [7]. В плане решения проблемы растительного белка, несомненный интерес представляет именно тритикале, способная, при выращивании в равных условиях, накапливать в зерне на 1–2% белка больше, чем пшеница. В научной литературе имеется большое количество экспериментальных данных, свидетельствующих о более высокой питательной ценности зерна тритикале в сравнении с пшеницей, рожью, ячменем и кукурузой [7, 10, 13–17].

Так как тритикале является гибридом между пшеницей и рожью, то для этой культуры характерен общий патоккомплекс с пшеницей и рожью, в связи с чем необходимо проводить тщательный мониторинг, позволяющий предвидеть появление доминирующих видов патогенов, в частности возбудителя бурой листовой ржавчины. Установлено, что возбудителем бурой листовой ржавчины является паразитический базидиальный гриб *Puccinia recondita* Rob. et Desm., который представлен как на пшенице, так и на ржи. Данный возбудитель очень вредоносен, относится к облигатным паразитам с узкой филогенетической специализацией и широким температурным диапазоном заражения – от 3 до 30 °С, при этом оптимум является 15–25 °С. Сложный цикл развития позволяет сохраниться грибу в разной стадии, то есть поражение может происходить без промежуточного растения-хозяина, чаще – летом в урединиостадии, которая является наиболее паразитической. Вредоносность болезни приводит к щуплости зерна, при этом снижается продуктивность культуры более чем на 20% [8]. С использованием устойчивых сортообразцов, а также при применении малотоксичных многокомпонентных фунгицидов широкого спектра действия можно значительно снизить эпифитотию – массовое развитие болезни.

В последнее десятилетие озимая тритикале начинает занимать лидирующее положение среди зерновых культур, что связано с изменением климата в сторону потепления. На это обращают внимание ученые из Центрально-Черноземного и южных регионов России, занимающиеся селекцией этой культуры.

Появление в середине 90-х гг. XX в. на посевах тритикале мучнистой росы, бурой листовой ржавчины и других микозов, проявляющихся в виде налетов, пустул и

пятнистостей на вегетативных органах растений, привело к необходимости поиска источников устойчивости среди селекционного материала. Приводятся сведения, что при развитии бурой листовой ржавчины свыше 60% урожайность озимой тритикале снижалась в зависимости от сроков проявления заболевания и погодных условий, способствующих распространению болезни, на 10–29% [2].

Как отмечали В.Ф. Пересыпкин (1987) и Й. Станчева (2003), на сортах злаковых растений с повышенной реакцией устойчивости к возбудителю вокруг урединий образуются хлоротические ореолы и некротические пятна [3, 5].

Для защиты тритикале от патокомплекса, включая бурую листовую ржавчину, в список пестицидов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, включен всего лишь один препарат – Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола, производитель – ООО «Сингента») с нормой применения препарата 0,4–0,5 л/га. Опрыскивание осуществляли в период вегетации 1–2 раза, в зависимости от степени развития болезни [4].

Однако с экологической точки зрения наиболее безопасным способом защиты тритикале от патогенов является внедрение устойчивых сортов и перспективных форм, что предусмотрено и в органическом земледелии.

Одним из главных способов повышения устойчивости озимой тритикале к болезням является поиск доноров, который предполагает обязательную иммунологическую оценку всего селекционного материала.

#### **Методика эксперимента**

В 2016–2018 гг. на искусственном инфекционном фоне бурой листовой ржавчины изучено 411 образцов конкурсного и предварительного сортоиспытаний лаборатории селекции тритикале Воронежского НИИ сельского хозяйства имени В.В. Докучаева, включая 79 коллекционных и 49 созданных отбором в жестких условиях поражающихся форм из гетерогенных по устойчивости образцов.

Посев инфекционного питомника осуществляли ручной сеялкой РС-20. Делянки однометровые, трехрядковые, повторность двукратная.

Высевали по 20 зерен в рядок, что обеспечивало возможность проводить отборы непоражающихся бурой листовой ржавчиной растений гетерогенных по устойчивости сортообразцов.

Для накопления инфекции высевался восприимчивый к данной болезни сорт Доктрина 110, который служил индикатором инфекции и располагался через каждые 10 номеров (вариантов) опыта.

Для сравнительного изучения вредоносности болезни рядом с сортом-индикатором (Доктрина 110) высевали один иммунный сортообразец Водолей у и два гетерогенных по устойчивости: 93-103t-5, Кентавр × Л-8. Данные образцы высевали в почву рядом расположенного питомника естественного перезаражения и химической защиты в десятикратной повторности.

Инокуляцию растений бурой листовой ржавчиной проводили в начале фазы онтогенеза «выход в трубку» по методике Госкомиссии [6].

В качестве инфекции использовали местную популяцию бурой ржавчины, собранную с кустиющихся растений тритикале сорта Доктрина 110 при весеннем посеве неярковизированными семенами. Инфекционная нагрузка – 2 г жизнеспособных урединиоспор на 100 м<sup>2</sup>. В качестве балласта применяли пищевой крахмал.

Искусственное заражение бурой листовой ржавчиной проводили в безветренное вечернее время суток с предварительным увлажнением почвы. Опрыскивание растений осуществляли нанесением инокулюма на влажные растения с последующим укрытием делянок полиэтиленовой пленкой с экспозицией 12–14 часов с целью поддержания 100% относительной влажности воздуха для проникновения и прорастания урединиоспор.

Оценку устойчивости к бурой листовой ржавчине растений озимой тритикале по сортообразцам проводили в уязвимой фазе растения-хозяина молочно-восковой спелости зерна при максимальном поражении сорта-индикатора Доктрина 110. При этом по шкале Петерсона с соавт. [12] устанавливали степень поражения сортообразцов тритикале (в %), а по шкале Мейнса и Джексона [11] определяли тип реакции растений на внедрение и развитие патогена в баллах. По результатам оценок сортообразцы относили в одну из следующих групп [9]:

- 0 баллов – иммунные, поражение отсутствует – 0%;
- 1 балл – высокоустойчивые, степень поражения 1–15%;
- 2 балла – умеренно устойчивые, степень поражения 16–35%;
- 3 балла – умеренно восприимчивые, степень поражения 36–70%;
- 4 балла – сильно восприимчивые, степень поражения 71–100%.

При анализе расщепления признака на устойчивые/восприимчивые к болезни сортообразцы распределяли в соответствии с балльной оценкой поражения, руководствуясь тем, что при значении 0–2 балла селекционный материал оценивается как устойчивый, а 3–4 – как восприимчивый.

### Результаты и их обсуждение

Из всего изученного селекционного материала лаборатории селекции озимой тритикале выделены иммунные и устойчивые сорта, формы и комбинации скрещиваний, которые не поражались бурой листовой ржавчиной в течение трехлетнего изучения: Водолей у, Блик 81 у, Виктор у, Каприз у, Алтайский 4 × 93-389Т-15 у, Степан × Доктрина 110, а также которые не поражались бурой листовой ржавчиной в течение двухлетнего изучения: Доктрина 110 × Гарнэ, Михась × Доктрина 110, (Алтайский 4 × 93-389Т-15) × (Кентавр × Л-8) у, Хлебороб у, 07-81Т-9, Степан × Зимогор.

**Характеристика устойчивого к бурой листовой ржавчине селекционного материала озимой тритикале (фрагмент)**

Сортообразец	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	Балл поражения	Степень поражения	Балл поражения	Степень поражения	Балл поражения	Степень поражения
1. Доктрина 110 – индикатор	4	100	4	100	4(3)	60–80
2. Водолей у	0	0	0	0	0	0
3. Блик 81 у	0	0	0	0	0	0
4. Виктор у	0	0	0	0	0	0
5. Доктрина 110 × Кастусь*	4	ед.	0	0	0	0
6. (Кентавр × Л-8) × АДМ-4*	1–4	5,0	0	0	0	0
7. Рондо × Гарнэ*	0–4	10,0	1	1–5	1	ед.
8. Алтайский 4 × 93-389Т-15	1	0	1	1	1	ед.
9. Степан × Бард (49)*	0–4	68,4	0,4	6,0	0	0
10. Доктрина 110 × Степан*	0–4	4,0	1–4	5,5	0–4	2,3
11. Кастусь × Ратнэ*	1–4	28,6	1–4	10–20	1–4	5–10
12. Кастусь × Гарнэ*	0–4	4,2	1–4	10–20	1–4	5–15
13. (Алтайский 4 × 93-389Т-15) × (Кентавр × Л-8) инф.*	0–4	27,3	0,4	38,6	0,4	14,0
14. Тарасовская юбилейная × Kitaro*	0,4		0,4	23,1	0,4	11,3
15. [Таловский 1 × {(Новинка 2 × Гк 615)} × Прорыв] × Прорыв*	0,4	44,5	1–4	10–20	1–4	20–30
16. Т-1224 × Водолей*	1–4	8,4	2–4	60–70	2–4	30–40
17. Степан × Дубрава*	0–2	ед.	1–4	30,6	1–4	40–50
18. 93-103т-5*	0–4	7,5	0	0	0–4	17,9
19. Кентавр × Л-8*	1–4	40,2	1–4	70	0–4	50,7

Примечание: у – устойчивый сортообразец; \* – иммунные растения – без видимых признаков поражения патогеном.

Десять образцов проявили высокую устойчивость в течение трехлетнего изучения: Доктрина 110 × Кастусь, (Кентавр × Л-8) × АДМ-4, Алтайский 4 × 93-389Т-15, Рондо × Гарнэ, Степан × Бард, Доктрина 110 × Степан, Михась × 97-48Т-71, Кастусь × Ратнэ, Кастусь × Гарнэ, Тарасовская юбилейная × Kitago; восемь – умеренную: Горка, Доктрина 110 × Михась, Степан × Тарасовская юбилейная, Степан × Л-14 у, Л-14 × (Кентавр × Л-8) у, Рондо × Кастусь, Блик 81 × Союз у, (Кентавр × Л-8) × АДМ-4 у.

Из большого количества коллекционного фонда озимой тритикале выделены сортообразцы, обладающие различным типом резистентности к бурой листовой ржавчине.

В результате проведенных исследований на жестком инфекционном фоне выявлены 13 коллекционных образцов, не поражаемых патогеном: Дон, Аграф, Консул (R по h), Сибирский, Трибун, Алмаз, Легион, Тризуб, Булат, Юбилейная, Валентин 90, Тарасовская юбилейная, Яша. Эти выделенные формы тритикале следует считать иммунными, так как видимых симптомов поражения бурой листовой ржавчиной не обнаружено.

Высокую устойчивость, со степенью поражения от 1 до 10,5% проявил 21 сортообразец: Горка, 93-67т-70, 97-48т-71, Ацтек, АД-206, Гарнэ, Степан, Тулус, Дубрава, Ковчег, Амulet, Велетень, 07-156т-1-5, Корнет, Вокализ, Лотос, Патриот 71, Бард, Михась, Василиса, Устинья.

Умеренная устойчивость, до 28,3% поражения, отмечена у 16 сортообразцов, состоящих из номерных форм и сортового материала: Патриот, 98-199т-12-22, 97-67Т-6П-20, Лидер, Макар, 07-81т-9, Бета, Мамучар, Ти-17, Каприз, Капрал, Разгар, Варвара, Святозар, Сотник, 97-65т-48-24.

Образцы 06-27т3-3, 01-164т-10, Союз (R по h), Князь, Ставропольский 5 проявили умеренную восприимчивость. Остальные 14 форм и сортообразцов обнаружили сильную восприимчивость к патогену: 98-191-22, 93-103-12-19, Сколот, Витязь, Кристалл, Динамо, 03-125-37, Ратнэ, Торчинске, Интерес, Тальва 100, Привада, Никлап, Орлик, из них 8 имели максимальную (как стандарт) степень поражения – 100%.

Следует отметить, что 58% коллекционных образцов по степени поражения расщеплялись на группы, причем некоторые из них расщеплялись на 3, а один – на 4 группы. Так, у 22 высокоустойчивых образцов озимой тритикале произошло расщепление, причем 17 из них оказались иммунными (17 : 5). Применение данного метода позволяет на искусственных инфекционных фонах проводить испытательные отборы не только иммунных к болезни растений тритикале, но также обладающих признаками высокой продуктивности [1]. Среди умеренно устойчивых образцов расщеплялось 14, причем у 4 из них выделены иммунные растения. В группе умеренно восприимчивых образцов расщеплялось 4, и только в одном из них присутствовали непоражаемые формы. Установлено, что даже у сильно восприимчивых образцов из 6 наблюдалось расщепление, причем в четырех обнаружены иммунные растения.

С 2007 г. в естественных условиях проявление болезни отмечалось редко, и в конце периода вегетации культуры вредоносность практически не регистрировалась. На искусственном инфекционном фоне вредоносность бурой ржавчины в 2016 г. по массе 1000 зерен у сорта Доктрина 110, которая являлась индикатором, в сравнении с химической защитой, достигала 23,6%, а при естественном перезаражении – 11,4%. В комбинации скрещивания Кентавр × Л-8 этот показатель составил соответственно 10,4 и 4,7%. В отношении номерного сортообразца 93-103т-5 достоверных различий не обнаружено. В 2017 г. вредоносность на сорте-индикаторе Доктрине 110 на искусственном инфекционном фоне по массе 1000 зерен составила 13,5%, в то время как по гетерогенным образцам тритикале достоверных различий не обнаружено.

Вегетационный период озимой тритикале оказался на неделю длиннее, чем озимой пшеницы, что связано с засухой и отсутствием влаги в виде рос. С 27 мая по 18 июля 2018 г. не получено достоверных различий по степени поражения растений патогеном.

Вследствие этого норма высева семян у тритикале снизилась в 2 раза, что позволило сохраниться листьям нижнего яруса с признаками поражения урединиями патогена. В связи с этим к концу вегетационного периода получены достоверные различия по степени поражения растений бурой листовой ржавчиной, однако по продуктивности такой закономерности не обнаружено.

### Выводы

На основании выполненной оценки устойчивости сортового материала и комбинаций скрещивания озимой тритикале к бурой листовой ржавчине в условиях жесткого искусственного инфекционного фона отобраны сортообразцы, отличающиеся разной степенью устойчивости. Среди них выделены иммунные (13), высокоустойчивые (21) и умеренно устойчивые (16), представляющие интерес для дальнейших селекционно-генетических изысканий. Иммунные формы, отличающиеся хозяйственно-ценными признаками, найдут широкое применение в производстве и будут предложены для гос-сортоиспытания (ГСИ).

### Список источников

1. Ефремова И.В., Дедяев В.Г., Горбунов В.Н. и др. Искусственный инфекционный фон бурой листовой ржавчины в селекции тритикале // Защита и карантин растений. 2015. № 10. С. 14–16.
2. Ефремова И.В., Мелькумова Е.А., Дедяев В.Г. и др. Использование искусственных инфекционных фонов при создании высокоустойчивого селекционного материала озимой тритикале к бурой ржавчине // Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития: матер. международной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии (Воронеж, 17–18 апреля 2014 г.). Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. С. 246–250.
3. Пересыпкин В.Ф. Атлас болезней полевых культур: 2-е изд., испр. и доп. Киев: Урожай, 1987. 142 с.
4. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2016 год: справочное издание // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». Москва: Редакция журнала, 2016. № 4.
5. Станчева И. Атлас болезней сельскохозяйственных культур: в 4 т. Т. 4. Болезни полевых культур; пер. с болгарского. София-Москва: Пенсофт, 2003. 175 с.
6. Степанов К.М., Рашевская В.Ф., Коновалова Н.Е. и др. Методика оценки сортов зерновых культур на устойчивость к ржавчине с применением искусственного заражения. Москва: Рот. бюро МСХ СССР, 1977. 48 с.
7. Федотов В.А., Кадыров С.В., Щедрина Д.И. и др. Растениеводство Центрального Черноземья России: учебник. Воронеж: ООО «Издательство Черноземье», 2019. 605 с.
8. Шкаликов В.А., Белошапкина О.О., Букреев Д.Д. и др. Защита растений от болезней: учебное пособие для студентов вузов. Москва: Колос, 2001. 256 с.
9. Эльчибаев А.А. Шкалы для оценки поражения болезнями (методические рекомендации). Воронеж: ВНИИЗР, 1981. 84 с.
10. Herrera L.A., Gustavsson L.G., Inger A. A systematic review of rye (*Secale cereale* L.) as a source of resistance to pathogens and pests in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Hereditas BioMed Central. 2017. Vol. 154(1). Pp. 1–9. DOI: 10.1186/s41065-017-0033-5.
11. Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in the leaf rust of wheat *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. 1926. Vol. 16(1). Pp. 89–120.
12. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals // Canadian Journal of Research, Section A. 1948. Vol. 26(5). Pp. 496–500. DOI: 10.1139/cjr48c-033.
13. Wedzony M., Zur I., Krzewska M. et al. Doubled Haploids in Triticale // Eudes F. (ed.). Triticale. Springer International Publishing Switzerland. 2015. Pp. 111–128. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7\_6.
14. Wurschum T., Tucker M.R., Reif J. et al. Improved efficiency of doubled haploid generation in hexaploid triticale by in vitro chromosome doubling // BMC Plant Biology. 2012. Vol. 12. Article No. 109. DOI: 1471-2229/12/109.
15. Wurschum T., Tucker M.R., Maurer H.P. Stress influence efficiency of microspore embryogenesis and green plant regeneration in hexaploid triticale // In vitro Cellular & Developmental Biolgy. 2014. Vol. 50. Pp. 143–148. DOI: 10.1007/s11627-013-9539-3.
16. Zur I., Dubas E., Golemiac E. et al. Stress-induced changes important for effective androgenic induction in isolated microspore culture of triticale (*× Triticosecale* Wittm.) // Plant Cell, Tissue, and Organ Culture. 2008. Vol. 94. Pp. 319–328. DOI: 10.1007/s11240-008-9360-6.
17. Zur I., Dubas E., Krzewska M. Triticale and barley microspore embryogenesis induction requires both reactive oxygen species generation and efficient system of antioxidative defence // Plant Cell, Tissue, and Organ Culture. 2021. Vol. 145. Pp. 347–366. DOI: 10.1007/s11240-021-02012-7.

## References

1. Efremova I.V., Dedyayev V.G., Gorbunov V.N. et al. Artificial infectious background of brown leaf rust in selection of triticale. *Plant Protection and Quarantine*. 2015;10:14-16. (In Russ).
2. Efremova I.V., Melkumova E.A., Dedyayev V.G. et al. The use of artificial infectious backgrounds in the creation of highly resistant breeding material of winter triticale to brown rust. Agrotechnologies of the XXI century: concepts of sustainable development: Proceedings of the International Conference dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the Department of Botany, Plant Protection, Biochemistry and Microbiology (Voronezh, April 17-18, 2014). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2014;246-250. (In Russ).
3. Peresyphkin V.F. Atlas of diseases of field crops. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Kyiv: Urozhay Publishers; 1987. 142 p. (In Russ).
4. List of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation, 2016: reference edition: Appendix to *Plant Protection and Quarantine*. Moscow: Publishing House of the Journal. 2016;4. (In Russ).
5. Stancheva Y. Atlas of diseases of agricultural crops: in 4 vols. Vol. 4. Atlas of diseases of agricultural crops; translated from Bulgarian. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers; 2003. 185 p. (In Russ.).
6. Stepanov K.M., Rashevskaya V.F., Konovalova N.E. et al. Methodology for evaluating grain varieties for rust resistance using artificial contamination. Rotaprint Publishers of the Ministry of Agriculture of the USSR; 1977. 48 p. (In Russ).
7. Fedotov V.A., Kadyrov S.V., Shchedrina D.I. et al. Crop production in the Central Chernozem Region of Russia. Voronezh: Izdat-Chernozemie Publishers; 2019;119-120. (In Russ).
8. Shkalikov V.A., Beloshapkina O.O., Bukreev D.D. et al. Protection of plants from diseases: study guide for graduate students. Moscow: Kolos Publishers; 2001;71-72. (In Russ).
9. Elchibaev A.A. Scales for assessing disease damage (methodological recommendations). Voronezh: All-Russian Research Institute for Plant Protection; 1981. 84 p. (In Russ).
10. Herrera L.A., Gustavsson L.G., Inger A. A systematic review of rye (*Secale cereale* L.) as a source of resistance to pathogens and pests in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Hereditas BioMed Central*. 2017;154(1):1-9.
10. Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in the leaf rust of wheat *Puccinia triticina* Erikss. *Phytopathology*. 1926;16(1):89-120.
11. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. *Canadian Journal of Research, Section A*. 1948;26(5):496-500. DOI: 10.1139/cjr48c-033.
13. Wedzony M., Zur I., Krzewska M. et al. Doubled Haploids in Triticale. Eudes F. (ed.). Triticale. Springer International Publishing Switzerland; 2015:111-128. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7\_6.
14. Wurschum T., Tucker M.R., Reif J. et al. Improved efficiency of doubled haploid generation in hexaploid triticale by in vitro chromosome doubling. *BMC Plant Biology*. 2012;12:109. DOI: 1471-2229/12/109.
15. Wurschum T., Tucker M.R., Maurer H.P. Stress influence efficiency of microspore embryogenesis and green plant regeneration in hexaploid triticale. *In vitro Cellular & Developmental Biology*. 2014;50:143-148.
16. Zur I., Dubas E., Golemiac E. et al. Stress-induced changes important for effective androgenic induction in isolated microspore culture of triticale ( $\times$  *Triticosecale* Wittm.). *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture*. 2008;94:319-328. DOI: 10.1007/s11240-008-9360-6.
17. Zur I., Dubas E., Krzewska M. Triticale and barley microspore embryogenesis induction requires both reactive oxygen species generation and efficient system of antioxidative defence. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture*. 2021;145:347-366. DOI: 10.1007/s11240-021-02012-7.

## Информация об авторах

И.В. Ефремова – соискатель кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», irina.v.efremova@mail.ru.

Е.А. Мелькумова – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», zemledel@agronomy.vsau.ru.

А.Ф. Климкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», aklimkin.73@yandex.ru.

## Information about the authors

I.V. Efremova, Candidate Degree Seeking Applicant, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, irina.v.efremova@mail.ru.

E.A. Melkumova, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, zemledel@agronomy.vsau.ru.

A.F. Klimkin, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Management and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, aklimkin.73@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 30.04.2024; принята к публикации 10.05.2024.

The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 30.04.2024; accepted for publication 10.05.2024.

© Ефремова И.В., Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф., 2024

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

Научная статья

УДК 634.8.076

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_51

EDN: DOJLZD

**Сравнительный анализ выращивания бессемянных сортов винограда  
в условиях резко континентального климата Южного Урала****Марина Александровна Тихонова**<sup>1✉</sup><sup>1</sup> Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства  
и питомниководства, Оренбургский филиал, Оренбург, Россия<sup>1</sup> marintikhonova@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Одной из актуальных проблем сельского хозяйства Южного Урала является внедрение в производство сортов винограда, устойчивых к биотическим и абиотическим стресс-факторам среды при высокой урожайности. Представлены результаты изучения хозяйственно ценных признаков бессемянных сортообразцов винограда, устойчивых к неблагоприятным воздействиям внешней среды, с целью выращивания в условиях резко континентального климата. Исследования проведены на коллекционном участке Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства в 2021–2023 гг. по общепринятым в виноградарстве методикам. Опыт проводился на богарном винограднике закладки 2015 г., схема посадки – 1,5 × 3 м, число учетных растений – 6 шт. по каждому сорту. Использовали агротехнику, общепринятую для орошаемых виноградников с учетом погодных условий региона. Объектами исследований были столовые бессемянные сорта винограда отечественной и зарубежной селекции Кишмиш № 342, Кишмиш Казахстанский, Коринка Русская, контролем служил районированный сорт Память Домбковской. Приведены данные фенологических наблюдений и учета хозяйственно ценных признаков. Выявлено, что все изучаемые сорта показали высокую зимостойкость и адаптивность к суровым условиям региона. Установлена целесообразность выращивания в условиях Южного Урала изученных бессемянных столовых сортов винограда: сорта Коринка Русская – как очень раннего срока созревания и короткого срока от распускания почек до полной зрелости ягод (114 дней), сортов Кишмиш Казахстанский, Кишмиш № 342 и Память Домбковской – как раннего срока созревания и непродолжительного периода от распускания почек до полной зрелости ягод (121–122 дня). С максимально значимым количеством хозяйственно ценных признаков выделен бессемянный сорт винограда Память Домбковской (контроль), у которого отмечены наиболее высокие показатели: коэффициент плодоношения побега – 1,2, количество гроздей с куста – 20,1 шт., масса грозди – 340,1 г и продуктивность куста – 6,8 кг.

**Ключевые слова:** сорта винограда, условия выращивания, резко континентальный климат, бессемянные сорта, срок созревания, хозяйственно ценные признаки, зимостойкость, адаптивность, продуктивность кустов, коэффициент плодоношения побега

**Благодарности:** данные получены в рамках реализации государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» FGUW-2021-0003 «Сохранить, пополнить, изучить генетические коллекции сельскохозяйственных растений и создать репозитории плодовых и ягодных культур, заложенные свободными от вредоносных вирусов растениями».

**Для цитирования:** Тихонова М.А. Сравнительный анализ выращивания бессемянных сортов винограда в условиях резко континентального климата Южного Урала // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 51–59. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_51](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_51)–59.

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

Original article

**Comparative analysis of seedless grape varieties cultivation  
in a sharp continental climate of the Southern Urals****Marina A. Tikhonova**<sup>1✉</sup><sup>1</sup> Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Orenburg Branch,  
Orenburg, Russia<sup>1</sup> marintikhonova@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** One of the urgent problems of the agricultural sector of the Southern Urals is the introduction into production of grape varieties resistant to biotic and abiotic environmental stress factors with high yields. The results of the study of economic utility characteristics of seedless grape varieties resistant to unfavourable environmental influence for the purpose of cultivation in a sharply continental climate are presented. The research

was carried out at the collection site of Orenburg Branch of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, in 2021-2023 according to generally accepted methods in viticulture. The experiment was carried out in a rainfed vineyard founded in 2015. The planting scheme was 1.5 × 3 m, and the number of registered plants was 6 per each variety. The author used the agricultural techniques conventional for irrigated vineyards with the account of weather conditions in the region. The objects of research were table seedless grape varieties of domestic and foreign selection Kishmish No. 342, Kishmish Kazakhstansky, Korinka Russkaya, the zoned variety Pamyat Dombkovskoy served as a control. The data of phenological observations and accounting of economic utility characteristics are presented. It was revealed that all the studied varieties showed high winter hardiness and adaptability to harsh conditions of the region. The expediency of growing the studied seedless table grape varieties in the Southern Urals has been revealed: the Russian Korinka as a variety of very early ripening period and a short period from budding to full maturity of berries (114 days), as well as Kishmish Kazakhstansky, Kishmish No. 342 and Pamyat Dombkovskoy as varieties of early ripening period and a short period from budding to full maturity of berries (121-122 days). With the most significant number of economic utility characteristics, the seedless grape variety Pamyat Dombkovskoy (control) was isolated, which had the highest indicators, i.e. the shoot fruiting coefficient equal to 1.2, the number of bunches from vine shoot equal to 20.1 pcs., the mass of the bunch equal to 340.1 g and the productivity of the vine shoot equal to 6.8 kg.

**Keywords:** grape varieties, growing conditions, sharp continental climate, seedless varieties, ripening terms, economic utility characteristics, winter hardiness, adaptability, bush productivity, shoot fruiting coefficient

**Acknowledgments:** submitted data was obtained in framework of implementation of the State Assignment of the Federal State Budgetary Scientific Organization "Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery", Project FGUV-2021-0003 "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:** Tikhonova M.A. Comparative analysis of seedless grape varieties cultivation in a sharp continental climate of the Southern Urals. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):51-59 (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_51-59](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_51-59).

## Введение

Знание закономерностей влияния экологических факторов на рост, развитие, урожайность виноградного растения и качество продукции лежит в основе агро-экологического районирования, с помощью которого решают целый ряд важных практических задач. К основным из них относятся: установление принципиальной возможности и экономической целесообразности промышленной культуры винограда в той или иной эколого-географической зоне, а также совмещение биологических особенностей виноградного растения в сортовом разрезе с конкретными условиями его выращивания: чем больше совмещаются эти показатели, тем полнее раскрываются и используются потенциальные возможности генотипа сорта по его продуктивности и качеству урожая.

Важной составляющей в современном развитии культуры винограда является создание высокоадаптивных и продуктивных сортов для конкретных почвенно-климатических зон с учетом современных требований. В основе развития виноградарства лежит интродукция и подбор сортов с хозяйственно ценными признаками и высокими биологическими показателями [10, 12, 14, 15].

Устойчивость столовых сортов винограда к биотическим и абиотическим факторам среды представляет собой важный показатель эффективности производства отрасли виноградарства, поэтому большое количество научных учреждений занимаются исследовательской работой в этом направлении, чтобы определить адаптационный потенциал, устойчивость и перспективность возделывания конкретного сорта в конкретных природно-климатических условиях [5, 16]. В адаптации культуры остается актуальным подбор сортов с сочетанием основных хозяйственно ценных признаков [8].

К бессемянному столовому винограду отмечается растущий интерес как к ценному по диетической и питательной ценности продукту питания. В связи с этим одной из актуальных задач является внедрение в производство бессемянных сортообразцов, устойчивых к неблагоприятным воздействиям внешней среды, болезням и вредителям [4, 6, 11, 13].

Цель представленного исследования заключалась в установлении целесообразности использования бессемянных сортообразцов винограда в условиях резко континентального климата Южного Урала по результатам определения и анализа хозяйственно ценных признаков.

#### **Материалы и методы**

Исследования проведены в рамках реализации государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» FGUW-2021-0003 «Сохранить, пополнить, изучить генетические коллекции сельскохозяйственных растений и создать репозитории плодовых и ягодных культур, заложенные свободными от вредоносных вирусов растениями».

Оценку выбранных сортов винограда выполняли в 2021–2023 гг. на базе Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства, расположенного в 4 км от восточной окраины г. Оренбурга, учеты и наблюдения – в соответствии с основными положениями методик М.А. Лазаревского [7] и А.М. Негруль [8], А.Г. Амирджанова [1], С.А. Погосяна [9]. Содержание сахаров в ягодах определяли по ГОСТ 27198-87 [2]. Полученные данные были статистически обработаны с использованием дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [3].

Опыт проводился на богарном винограднике, заложенном в 2015 г., схема посадки – 1,5 × 3 м, число учетных растений – 6 шт. по каждому сорту. Виноград – культура укрывная, формировка кустов – веерная, бесштамбовая. Кусты винограда на зиму укрывали почвой, слоем до 25–30 см. Использовали агротехнику, общепринятую для орошаемых виноградников с учетом погодных условий региона.

Объектами исследований были столовые бессемянные сорта винограда отечественной и зарубежной селекции из генетической коллекции Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства:

- Кишмиш № 342 (НИИ виноградарства и виноделия, Венгрия);
- Кишмиш Казахстанский (КазНИИ плодоводства и виноградарства, Казахстан);
- Коринка Русская (ЦГЛ им. И.В. Мичурина, Россия);

Контролем служил районированный сорт Память Домбковской (ФГБНУ ФНЦ Садоводства, Россия).

Климат места проведения многолетних полевых наблюдений резко континентальный, характеризуется температурными контрастами: холодная суровая зима, жаркое сухое лето, быстрый переход от зимнего к летнему периоду, неустойчивое количество атмосферных осадков. Среднегодовое количество осадков составляет 305–380 мм, характерно их неравномерное распределение в течение года.

Почвенный покров сравнительно однородный, представлен черноземом обыкновенным, содержание гумуса в пахотном слое составляет 2,7–3,03%, N – 98,5 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 54,9 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 555,6 мг/кг почвы.

По данным отдела Оренбургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, сумма активных температур выше +10 °С (далее САТ) за вегетационные периоды составляла: в 2021 г. – 3407 °С, в 2022 г. – 2984 °С, в 2023 г. – 3231 °С, при норме 2800 °С. Это позволило не только установить (методика А.М. Негруль [8]), что изучаемые бессемянные образцы коллекции винограда благополучно проходят период от распускания почек до полной зрелости ягод, но и ранжировать их на сорта очень раннего срока созревания (САТ 2200–2400 °С за 110–120 сут.) и раннего срока созревания (САТ 2400–2500 °С за 120–130 сут.). В целом погодные условия в годы проведения исследований были благоприятными для роста и развития винограда, что положительно сказалось на урожайности и качестве ягод.

### Результаты и их обсуждение

В результате фенологических наблюдений (табл. 1) установлено, что в условиях региона у изученных бессемянных сортов винограда почки распускались 26–28 апреля, срок наступления фазы цветения фиксировали в конце 1-й – начале 2-й декады июня. После цветения на 39–42-е сутки регистрировали начало фазы созревания ягод. Период от распускания почек до полной зрелости ягод у сорта очень раннего срока созревания (Коринка Русская) наступает раньше и проходит на 7–8 суток быстрее по сравнению с сортами раннего срока созревания (Кишмиш № 342, Кишмиш Казахстанский и Память Домбковской).

Таблица 1. Прохождение фенологических фаз сортов винограда, 2021–2023 гг.

Сорт	Начало распускания почек	Начало цветения	Начало созревания ягод	Начало вызревание лозы	Полная физиологическая зрелость ягод	Количество суток от распускания почек до полной физиологической зрелости ягод
Кишмиш № 342	27.04	10.06	22.07	25.07	27.08	122
Кишмиш Казахстанский	28.04	15.06	25.07	27.07	27.08	121
Коринка Русская	26.04	05.06	14.07	18.07	18.08	114
Память Домбковской (к)	28.04	15.06	25.07	25.07	28.08	122

Перед укрытием на зиму отмечалась высокая степень вызревания виноградных лоз очень ранних и ранних сортов, что является важным в подготовке растений к зимнему периоду. По степени вызревания лозы определена высокая зимостойкость тканей побегов и почек в холодное время года (температура  $-25 \dots -28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

С целью оценки селекционной перспективности бессемянных сортов винограда в период 2021–2023 гг. был проведен сравнительный анализ хозяйственно ценных признаков (табл. 2).

Таблица 2. Хозяйственно ценные признаки изученных бессемянных сортов винограда, 2021–2023 гг.

Сорт	Количество распустившихся почек, %	Количество плодовых побегов, %	Количество гроздей, шт./куст	Кoeffициент плодоношения	Прирост однолетних побегов, см	Доля вызревших однолетних побегов, %	Зимостойкость при температуре, $^{\circ}\text{C}$
Кишмиш № 342	81,5	72,3	16,1	0,8	198,6	83,2	-25
Кишмиш Казахстанский	84,1	73,4	19,0	0,9	205,3	80,2	-26
Коринка Русская	80,6	71,2	18,2	0,8	196,7	95,3	-26
Память Домбковской (к)	86,3	79,7	20,1	1,2	217,3	98,2	-28
НСР <sub>05</sub>	6,6	6,3	1,6	0,08	15,3	7,1	–

За годы исследований количество развившихся гроздей на плодовых побегах в среднем составляло от 16,1 до 19,0 шт./куст. Наибольшее количество гроздей сформировалось у контрольного сорта Память Домбковской (20,1 шт./куст). Меньшее количество гроздей, чем у контроля, наблюдалось у сортов Кишмиш № 342, Коринка Русская и Кишмиш Казахстанский – соответственно на 19,9; 9,5 и 5,5%. Коэффициент плодоношения побега в среднем по сортам составил 0,83 (у контрольного сорта 1,2).

Изученные бессемянные сорта винограда различались незначительно по величине прироста однолетних побегов: этот показатель варьировал от 196,7 см (Коринка Русская) до 205,3 см (Кишмиш Казахстанский) при 217,3 см у контрольного сорта.

Количество распутившихся весной почек у изученных сортов варьировало от 80,6% (Коринка Русская) до 84,1% (Кишмиш Казахстанский) при 86,3% у контрольного сорта.

Количество плодовых побегов у изученных сортов варьировало от 71,2% (Коринка Русская) до 73,4% (Кишмиш Казахстанский) при 79,7% у контрольного сорта.

В ходе фенологических наблюдений ежегодно отмечалось дружное вызревание однолетних побегов. Так, доля вызревших однолетних побегов винограда очень раннего сорта Коринка Русская составила 95,3%, ранних сортов Кишмиш № 342 и Кишмиш Казахстанский – соответственно 83,2 и 80,2%, лучший показатель отмечен у контрольного сорта Память Домбковской – 98,2%. Все изученные сорта винограда к концу вегетационного периода оказались достаточно хорошо подготовленными к периоду покоя. За период исследований не было выявлено случаев поражения вегетативных и генеративных органов болезнями и вредителями.

Основные морфобиометрические показатели винограда бессемянных столовых сортов приведены в таблице 3 с поправкой на почвенно-климатические условия Южного Урала.

Таблица 3. Характеристика основных морфобиометрических показателей изученных бессемянных сортов винограда, 2021–2023 гг.

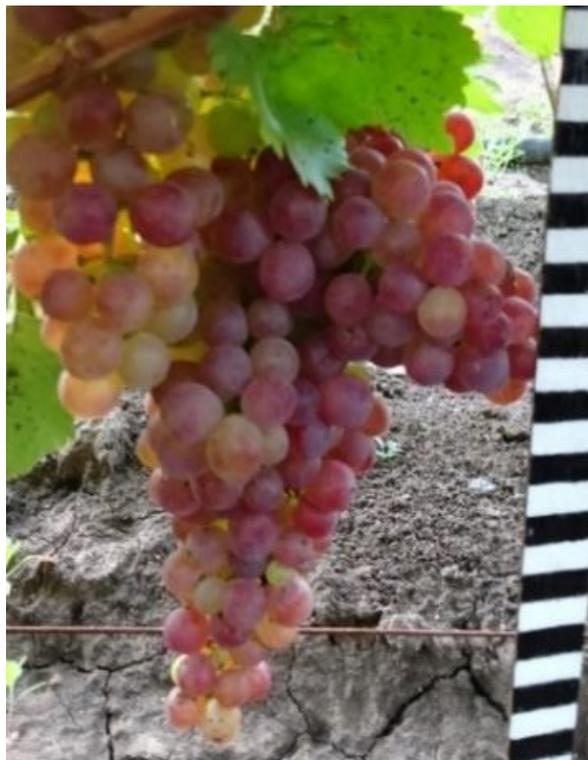
Наименование сорта	Ягода		Масса грозди, г	Класс бессемянности	Содержание сахара, %
	Средняя масса, г	Окраска			
Кишмиш № 342	2,8	Зелено-золотистая	313,3	3	19,6
Кишмиш Казахстанский	2,8	Розовая	332,5	4	19,0
Коринка Русская	0,9	Бело-золотистая	114,8	1	20,5
Память Домбковской (к)	1,4	Черная	340,1	4	19,7
НСР <sub>05</sub>	0,17	–	23,4	–	1,8

За годы изучения наибольшие значения средней массы ягоды отмечены у сортов Кишмиш № 342 и Кишмиш Казахстанский – 2,8 г, что на 50% превысило значение контрольного сорта (1,4 г), наименьший показатель был у сорта Коринка Русская – 0,9 г (меньше контроля на 64,3%). Масса гроздей сортов Кишмиш Казахстанский и Кишмиш № 342 была незначительно ниже контрольного сорта – соответственно на 2,2 и 7,9%.

На основе проведенных исследований установлено, что в условиях Южного Урала все изученные бессемянные столовые сорта винограда сильнорослые, обоеполые. Окраска ягод и другие их морфологические признаки соответствуют тем, которые заявлены оригинаторами и авторами сортов (рис. 1).



а



б



в



г

Рис. 1. Гроздья винограда изученных сортов: а – Кишмиш № 342; б – Кишмиш Казахстанский; в – Коринка Русская; г – Память Домбковской

Форма ягод у сорта Кишмиш № 342 (рис. 1, а) – яйцевидная, у остальных сортов – округлая. Форма гроздей у большинства изученных сортов – цилиндроконическая (рис. 1, а, б, в), у сорта Память Домбковской – цилиндроконическая, крылатая (рис. 1, г).

Одним из основных показателей, определяющих хозяйственную ценность сортов винограда, является продуктивность, которая состоит из элементов плодоношения (количество гроздей / куст, массы грозди).

По результатам исследований определена продуктивность (рис. 2) сортов винограда, которая в зависимости от генотипа составляла от 2,0 до 6,8 кг/куст ( $НСР_{05} = 0,5$ ).

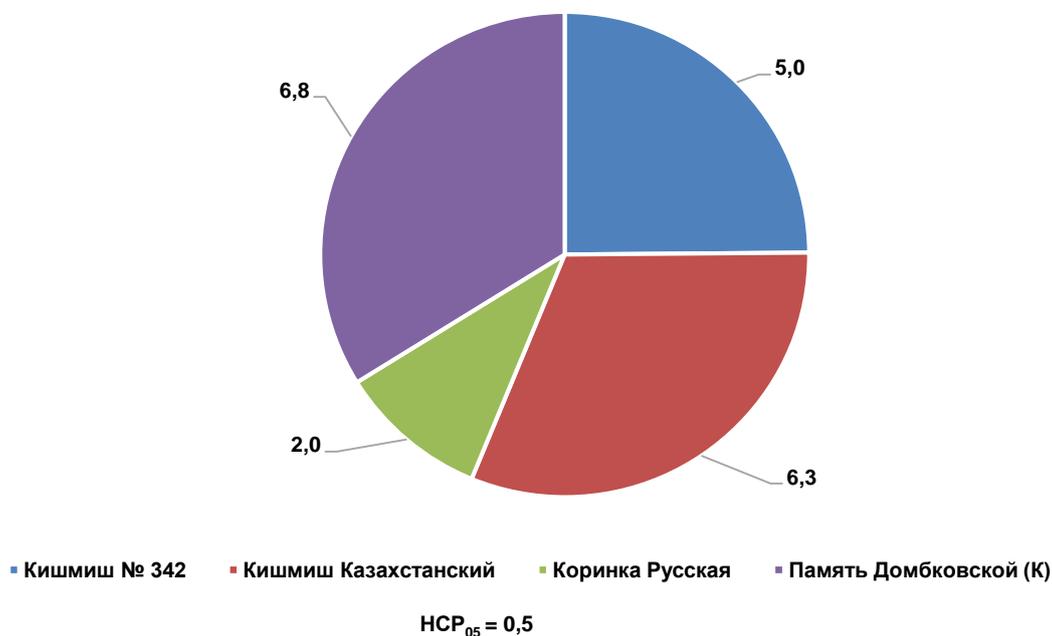


Рис. 2. Продуктивность винограда изученных столовых бессемянных сортов, 2021–2023 гг., кг/куст

С наиболее высокой продуктивностью выделен районированный контрольный сорт Память Домбковской – 6,8 кг/куст, у двух менее продуктивных сортов значение показателя отмечено ниже контрольного варианта на 7,4% (сорт Кишмиш Казахстанский) и 26,5% (Кишмиш № 342), минимальной продуктивностью характеризовался сорт Коринка Русская (ниже контроля на 70,6%).

#### Заключение

В результате изучения хозяйственно ценных признаков столовых бессемянных сортообразцов винограда, устойчивых к неблагоприятным воздействиям внешней среды, с целью выращивания в условиях резко континентального климата установлена целесообразность их использования в условиях Южного Урала:

- Коринка Русская – как очень раннего срока созревания;
- Кишмиш Казахстанский, Кишмиш № 342 и Память Домбковской – как раннего срока созревания.

Все изученные столовые бессемянные сорта винограда показали высокую зимостойкость и адаптивность к суровым условиям региона.

С максимально значимым количеством хозяйственно ценных признаков для промышленного и любительского садоводства выделен бессемянный сорт винограда Память Домбковской, у которого отмечены наиболее высокие показатели:

- коэффициент плодоношения побега – 1,2;
- количество гроздей с одного куста – 20,1 шт.;
- масса грозди – 340,1 г;
- продуктивность – 6,8 кг с одного куста.

---

**Список источников**

1. Амирджанов А.Г., Сулейманов Д.С. Оценка продуктивности сортов винограда и виноградников: методические указания. Баку: ВНИИ винограда и продуктов его переработки, 1986. 56 с.
2. ГОСТ 27198-87 (СТ СЭВ 5622-86). Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров [Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/28830/> (дата обращения: 12.12.2023).
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. Ильницкая Е.Т., Макаркина М.В., Пята Е.Г. и др. Изучение генотипа винограда Кишмиш № 342 и проявления бессемянности в условиях Анапской ампелографической коллекции // Садоводство и виноградарство. 2022. № 5. С. 10–16. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-5-10-16.
5. Исаенко А.П. Оценка развития виноградарства и виноделия в России // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2020. № 3(265). С. 37–43.
6. Красохина С.И. Бессемянные сорта винограда Joy и Venus в условиях Нижнего Придонья // Садоводство и виноградарство. 2023. № 2. С. 44–49. DOI: 10.31676/0235-2591-2023-2-44-49.
7. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1963. 152 с.
8. Негруль А.М. Виноградарство с основами ампелографии и селекции: учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Сельхозгиз, 1959. 399 с.
9. Погосян С.А. Методические указания по селекции винограда. Ереван: Айастан, 1974. 226 с.
10. Тихонова М.А. Перспективные белоягодные столовые сорта винограда (*Vitis* L.) в условиях Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2023. № 7(236). С. 105–114. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-105-114.
11. Тихонова М.А. Хозяйственно-биологическая оценка темнаягодных столовых сортов винограда (*Vitis* L.) в условиях Южного Урала // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 87–93. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_87.
12. Leão P.C.S., Nunes B.T.G., do Nascimento J.H.B. et al. “BRS Vitória”: a new seedless table-grape cultivar for the São Francisco Valley, northeast Brazil // Acta Horticulturae. 2019. Vol. 1248. Pp. 275–280. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1248.39.
13. Nascimento-Gavioli M.C.A., Rockenbach M.F., Welter L.J. et al. Histopathological study of resistant (*Vitis labrusca* L.) and susceptible (*Vitis vinifera* L.) cultivars of grapevine to the infection by downy mildew // Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2020. Vol. 95(4). Pp. 521–531. DOI: 10.1080/14620316.2019.1685411.
14. Research Update: Seedless Table Grape Variety & Training System Evaluation // Extension UNH. The University of New Hampshire Cooperative Extension. URL: [https://extension.unh.edu/sites/default/files/migrated\\_unmanaged\\_files/Resource007159\\_Rep10342.pdf](https://extension.unh.edu/sites/default/files/migrated_unmanaged_files/Resource007159_Rep10342.pdf).
15. Schrader J.A., Cochran D.R., Domoto P.A. et al. Phenology and Winter Hardiness of Cold-climate Grape Cultivars and Advanced Selections in Iowa Climate // HortTechnology (American Society for Horticultural Science). 2019. Vol. 29(6). Pp. 906–922. DOI: 10.21273/HORTTECH04475-19.
16. Singh S.K., Pradhan S., Krishna H. et al. Development of Abiotic Stress Resistant Grapevine Varieties // In Book: Genomic Designing for Abiotic Stress Resistant Fruit Crops. Springer edition. 2022. Pp. 61–160. DOI: 10.1007/978-3-031-09875-8\_4.

**References**

1. Amirdzhanov A.G., Suleymanov D.S. Assessment of the productivity of grape varieties and vineyards: methodological guidelines. Baku: Scientific Research Institute of Grape and Products of its Processing Publishers; 1986. 56 p. (In Russ.).
2. GOST 27198-87 (СТ CMEA 5622-86). Fresh grapes. Methods for determination of mass concentration of sugars. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/28830/>. (In Russ.).
3. Dospekhov 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. Ilnitskaya E.T., Makarkina M.V., Pyata E.G. et al. Studying genotype of Kishmish no. 342 and manifestation of parthenocarpy under conditions of the Anapa Ampelographic Collection. *Horticulture and Viticulture*. 2022;5:10-16. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-5-10-16. (In Russ.).
5. Isaenko A.P. Evaluation of the development of vine and wine growing in Russia. *Bulletin of the Adyghe State University. Series "Economics"*. 2020;3(265):37-43. (In Russ.).
6. Krasokhina S.I. Joy and Venus seedless grape cultivars in the Lower Don region. *Horticulture and Viticulture*. 2023;2:44-49. DOI: 10.31676/0235-2591-2023-2-44-49. (In Russ.).
7. Lazarevsky M.A. Studies on grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov State University Publishers; 1963. 151 p. (In Russ.).
8. Negrul A.M. Viticulture with the basics of ampelography and selection: textbook. 3<sup>rd</sup> edition., revised and enlarged. Moscow: Selkhozgiz Publishers; 1959. 399 p. (In Russ.).
9. Pogosyan S.A. Guidelines for grape selection implementation. Yerevan: Hayastan Publishers; 1974. 226 p. (In Russ.).
10. Tikhonova M.A. Promising white-berry table grape varieties (*Vitis* L.) in the conditions of the Southern Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023;7(236):105-114. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-105-114. (In Russ.).
11. Tikhonova M.A. Commercial and biological assessment of table dark grape varieties (*Vitis* L.) in the conditions of the Southern Urals. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):87-93. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_87. (In Russ.).
12. Leão P.C.S., Nunes B.T.G., do Nascimento J.H.B. et al. "BRS Vitória": a new seedless table-grape cultivar for the São Francisco Valley, northeast Brazil. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:275-280. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1248.39.
13. Nascimento-Gavioli M.-C. A., Rockenbach M. F., Welter L. J. et al. Histopathological study of resistant (*Vitis labrusca* L.) and susceptible (*Vitis vinifera* L.) cultivars of grapevine to the infection by downy mildew. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2020;95(4):521-531. DOI: 10.1080/14620316.2019.1685411.
14. Research Update: Seedless Table Grape Variety & Training System Evaluation. Extension UNH. The University of New Hampshire Cooperative Extension. URL: [https://extension.unh.edu/sites/default/files/migrated\\_unmanaged\\_files/Resource007159\\_Rep10342.pdf](https://extension.unh.edu/sites/default/files/migrated_unmanaged_files/Resource007159_Rep10342.pdf).
15. Schrader J.A., Cochran D.R., Domoto P.A. et al. Phenology and Winter Hardiness of Cold-climate Grape Cultivars and Advanced Selections in Iowa Climate. *HortTechnology (American Society for Horticultural Science)*. 2019;29(6):906-922. DOI: 10.21273/HORTTECH04475-19.
16. Singh S.K., Pradhan S., Krishna H. et al. Development of Abiotic Stress Resistant Grapevine Varieties. In Book: Genomic Designing for Abiotic Stress Resistant Fruit Crops. Springer edition; 2022:61-160. DOI: 10.1007/978-3-031-09875-8\_4.

**Информация об авторе**

М.А. Тихонова – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Оренбургский филиал, ORCID 0000-0002-4082-0244, AuthorID 757784, [marintikhonova@yandex.ru](mailto:marintikhonova@yandex.ru).

**Information about the author**

M.A. Tikhonova, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Orenburg Branch, ORCID 0000-0002-4082-0244, AuthorID 757784, [marintikhonova@yandex.ru](mailto:marintikhonova@yandex.ru).

**Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 24.04.2024; принята к публикации 10.05.2024.**

**The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 24.04.2024; accepted for publication 10.05.2024.**

© Тихонова М.А., 2024

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

Научная статья

УДК 629.3

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_60

EDN: ECXDXB

### Совершенствование систем подвесок сидений операторов сельскохозяйственных тракторов

Олег Иванович Поливаев<sup>1</sup>, Дмитрий Борисович Болотов<sup>2✉</sup>,  
Алексей Владиславович Лощенко<sup>3</sup>, Аркадий Васильевич Химченко<sup>4</sup>,  
Наталья Митрофановна Дерканосова<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>2</sup> BDB1998@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Разработка конструкции сельскохозяйственного трактора исторически велась в направлении повышения производительности и снижения себестоимости работ в соответствии с выполнением требований по агрономии, которые также менялись по мере ее развития. В последние десятилетия, помимо повышения эффективности работы мобильного энергетического средства (МЭС), стали обращать внимание на аспекты комфорта и сохранения здоровья оператора трактора. Вибрации, которые возникают в процессе передвижения МЭС по дорожному профилю, возрастают пропорционально скорости движения. Учитывая современные тенденции, направленные на увеличение рабочих скоростей движения, данная проблема в настоящее время является актуальной. С целью определения действительного уровня вибронегативности рабочего места оператора транспортного средства были проведены полевые испытания движения трактора МТЗ-82.1 на различных скоростях на грунтовой дороге. Проведенные испытания показали, что уровень виброускорений на сиденье оператора превышает допустимые значения, указанные в нормативных документах, на 12–17%. С целью снижения негативного воздействия и предупреждения профессиональных заболеваний у механизаторов разработана конструкция подвески сиденья (пат. № 211255 РФ), особенностью которой является возможность подключения или отключения от общей системы при помощи дросселей и клапанов, дополнительных гидропневматических аккумуляторов, что позволяет изменить характеристику подвески сиденья, тем самым устранив резонансные режимы и пробои. Предложенная конструкция подвески частично снижает уровень транспортной вибрации, однако за счет использования для регулирования потока рабочей жидкости механического дросселя и клапанов увеличивается время срабатывания, что приводит к пропуску колебаний на сиденье оператора. Это ухудшает условия труда оператора транспортного средства. В дальнейшем необходимо разрабатывать конструкции подвесок сиденья с активным демпфированием, которые приближают их к полуактивным и активным системам.

**Ключевые слова:** мобильное энергетическое средство, подвеска сиденья, уровень виброускорений, транспортная вибрация, вибронегативность оператора, транспортная скорость, виброметр

**Для цитирования:** Поливаев О.И., Болотов Д.Б., Лощенко А.В., Химченко А.В., Дерканосова Н.М. Совершенствование систем подвесок сидений операторов сельскохозяйственных тракторов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 60–67. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_60](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_60)–67.

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

Original article

### Improvement of seat suspension systems for agricultural tractor operators

Oleg I. Polivaev<sup>1</sup>, Dmitriy B. Bolotov<sup>2✉</sup>, Aleksey V. Loshchenko<sup>3</sup>,  
Arkadiy V. Khimchenko<sup>4</sup>, Natalia M. Derkanosova<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> BDB1998@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The development of the agricultural tractor design has historically been conducted in the direction of increasing productivity and reducing the cost of work in accordance with the requirements of agronomy, which also changed as it developed. In the past decades, in addition to improving the efficiency of the mobile energy vehicle, attention has been paid to aspects of comfort and maintaining the health of the tractor operator. The vibrations that occur during the motion of the mobile energy vehicle along the road profile increase in proportion to the motion speed. Given the current trends aimed at increasing working speeds, this problem is currently relevant. In order to determine the actual level of vibration load of the workplace of tractor operator, field tests of the movement of the MTZ-82.1 tractor at various speeds on a country road were carried out. The tests showed that the level of vibration acceleration on the operator's seat exceeds the permissible values specified in regulatory documents by 12-17%. In order to reduce the negative impact and prevent occupational diseases in tractor operators, a seat suspension design has been developed (Patent No. 211255 RF), the feature of which is the ability to connect or disconnect from the general system, using throttles and valves, additional hydropneumatic batteries, which allows changing the characteristics of the seat suspension, thereby eliminating resonant modes and breakdowns. The proposed suspension design partially reduces the level of transport vibration, however, due to the use of a mechanical throttle and valves to regulate the flow of working fluid, the response time increases, which leads to the passage of vibrations to the operator's seat. This worsens the working conditions of the vehicle operator. In the future, it is necessary to develop seat suspension designs with active damping, which brings them closer to semi-active and active systems.

**Keywords:** mobile energy vehicle, seat suspension, vibration acceleration level, transport vibration, operator vibration load, transport speed, vibrometer

**For citation:** Polivaev O.I., Bolotov D.B., Loshchenko A.V., Khimchenko A.V., Derkanosova N.M. Improvement of seat suspension systems for agricultural tractor operators. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):60-67. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_60-67](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_60-67).

Устойчиво высокие темпы прироста населения планеты при стремительном уменьшении мировых запасов минерально-сырьевых, энергетических, земельных, водных и других видов ресурсов значительно обостряют проблему обеспечения продовольствием. Актуален этот вопрос и для России.

Реализация масштабных задач, стоящих перед сельским хозяйством, предполагает повышение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, преимущественно на основе дальнейшего совершенствования машинного земледелия, сохраняющего все еще свою доминирующую позицию в качестве основного источника получения продовольствия [1]. В свою очередь, основной объем энергоемких земледельческих операций в растениеводстве и внутрихозяйственных транспортных работ в течение всего сельскохозяйственного года выполняется традиционными тракторами [1, 2].

Разработка конструкции сельскохозяйственного трактора велась в направлении повышения производительности и снижения себестоимости работ в соответствии с выполнением требований по агрономии, которые также менялись по мере развития. В последние десятилетия, помимо повышения эффективности работы мобильного энергетического средства (МЭС), стали обращать внимание на аспекты комфорта и сохранения здоровья оператора трактора. Это связано в первую очередь с тем, что рабочие скорости движения машинно-тракторных агрегатов стали активно повышаться, что привело к возрастанию вибраций и колебаний, вызываемых неровностями рельефа дорожного профиля и передающихся через сиденье на оператора [1, 2].

В связи с этим большое количество технических решений направлено на улучшение условий труда. Так, рабочие места современных машин, применяемых в сельском хозяйстве, оборудуются перспективными системами для достижения максимального комфорта оператора. Устанавливаются системы кондиционирования и отопления воздуха, устройства звуко- и вибропоглощения [9, 10, 11].

Вибрация, которая возникает при работе тракторного агрегата, зависит в основном от рельефа дороги, а также крюковой нагрузки. Согласно нормативно-правовым актам, по способу передачи на человека выделяют два вида вибрации: общую и локальную. Общая вибрация передается на тело человека через опорные поверхности (ступни ног, ягодицы и др.), локальная – через конкретные участки тела, контактирующие с рабочими поверхностями, подверженными вибрации. Источники возникновения вибрации также носят различный характер, однако при рассмотрении вибрационной нагруженности оператора мобильного энергетического средства наибольший интерес представляет общая вибрация первой категории. Данная вибрация является транспортной вибрацией, которая воздействует на человека в процессе нахождения на рабочем месте транспортного средства при его движении [3, 4, 5].

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» уровень вибрации на рабочих местах в транспортных средствах самоходных и прицепных машин должен находиться в строгом соответствии норме [6]. С целью определения действительного уровня виброн нагруженности рабочего места оператора транспортного средства были проведены полевые испытания. В качестве объекта был выбран трактор МТЗ-82.1. Испытания проводились на грунтовой дороге при движении на различных скоростях.

Для измерения уровня виброн нагруженности оператора мобильного энергетического средства использовался виброметр ОКТАВА 101В. Данное устройство предназначено для измерения среднеквадратичного уровня виброускорений. Исходя из результатов замеров можно оценить влияние общей, а также локальной вибрации на человека в различных условиях.

В кабине трактора, а именно на сиденье оператора, был установлен посадочный диск, необходимый для корректного распределения веса оператора, на котором жестко закреплен трехкомпонентный вибропреобразователь, подключенный через антивибрационный кабель к измерительно-индикаторному блоку (рис. 1).

Сравнительные испытания проводили на одном и том же участке, который был определен с точки зрения реальных условий работы колесного трактора. Участок был ограничен вешками, контрольные параметры фиксировали при различных скоростях движения. Эксперименты проводили в светлое время суток, температура окружающего воздуха находилась в диапазоне от +20 до +25°C. На передней оси трактора МТЗ-82.1 были установлены шины 11.2-20, а на задней – 15,5-38 фирмы Belshina. Давление в передних и задних шинах равнялось соответственно 1,75 и 1,3 атм. Сиденье оператора транспортного средства было отрегулировано в соответствии с массой водителя. Частота вращения двигателя была установлена постоянной и равнялась номинальной частоте вращения 2200 мин<sup>-1</sup>. Это было сделано по причине того, чтобы вибрации, создаваемые двигателем и передаваемые на оператора транспортного средства, были равны и не оказывали сильного искажения результатов испытаний. Различные значения скоростей достигались за счет выбора нужного диапазона и передачи [8]. Для более объективной оценки виброн нагруженности и исключения пиковых значений при обработке данных использовались среднеквадратичные значения.



Рис 1. Рабочее место оператора трактора МТЗ 82.1 с установленным измерительным оборудованием: 1 – сиденье механизатора; 2 – посадочный диск; 3 – трехкомпонентный вибропреобразователь; 4 – антивибрационный кабель; 5 – виброметр ОКТАВА 101В

При оценивании общего уровня вибрации оси ортогональной системы координат направлены следующим образом:

- ось  $X_0$  – от спины к груди;
- ось  $Y_0$  – от правого бока к левому;
- ось  $Z_0$  – от ног (ягодиц) к голове (рис. 2).

Прибор ОКТАВА 101В, которым производились замеры транспортной вибрации, выводит данные скорректированного уровня виброускорений в дБ, разделенные по осям координат.

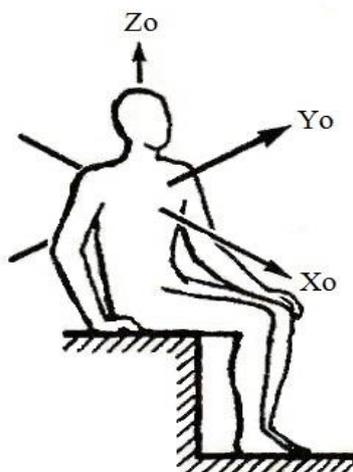


Рис. 2. Направления воздействия общей транспортной вибрации

Сравнительные результаты полевых испытаний трактора МТЗ-82.1 на грунтовой дороге при движении на скорости от 3 до 25 км/ч приведены на рисунках 3, 4 и 5.

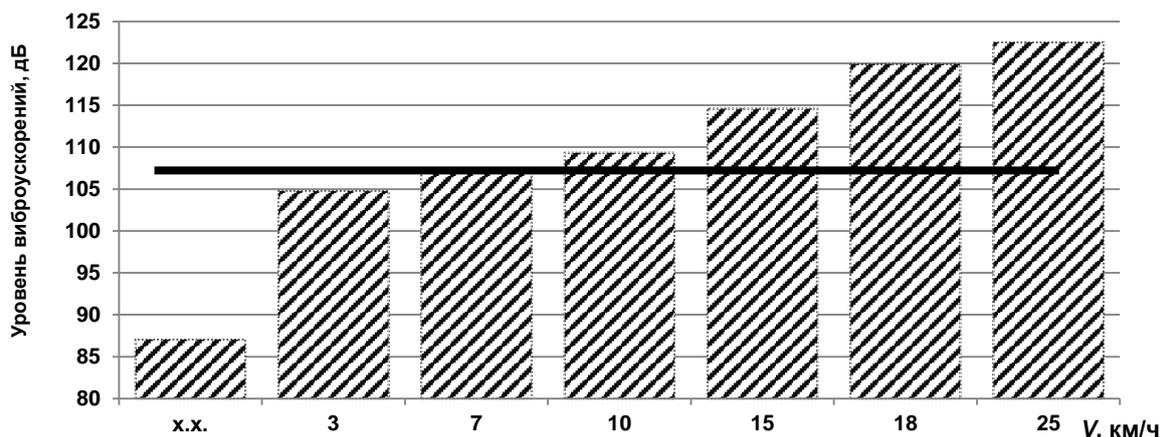


Рис. 3. Эквивалентный корректированный уровень виброускорений на сиденье оператора по оси  $X_0$

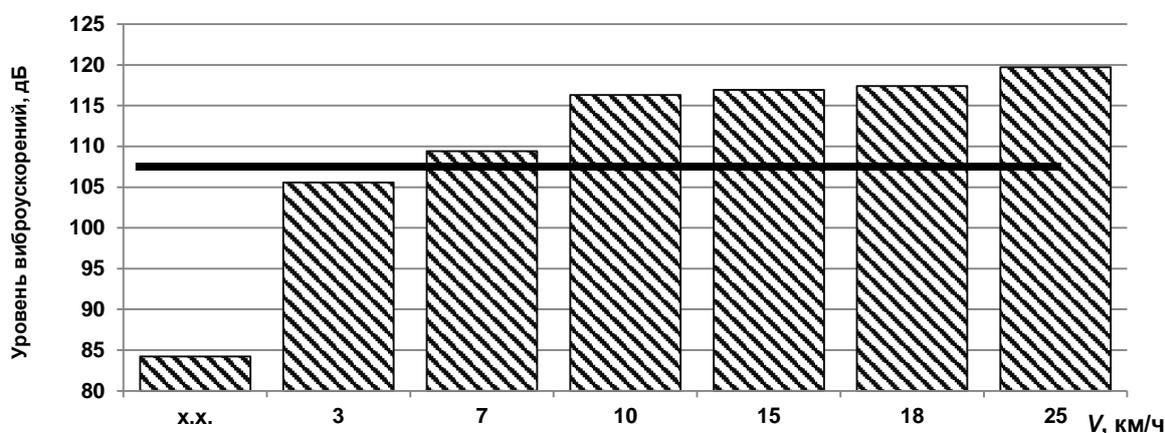


Рис. 4. Эквивалентный корректированный уровень виброускорений на сиденье оператора по оси  $Y_0$

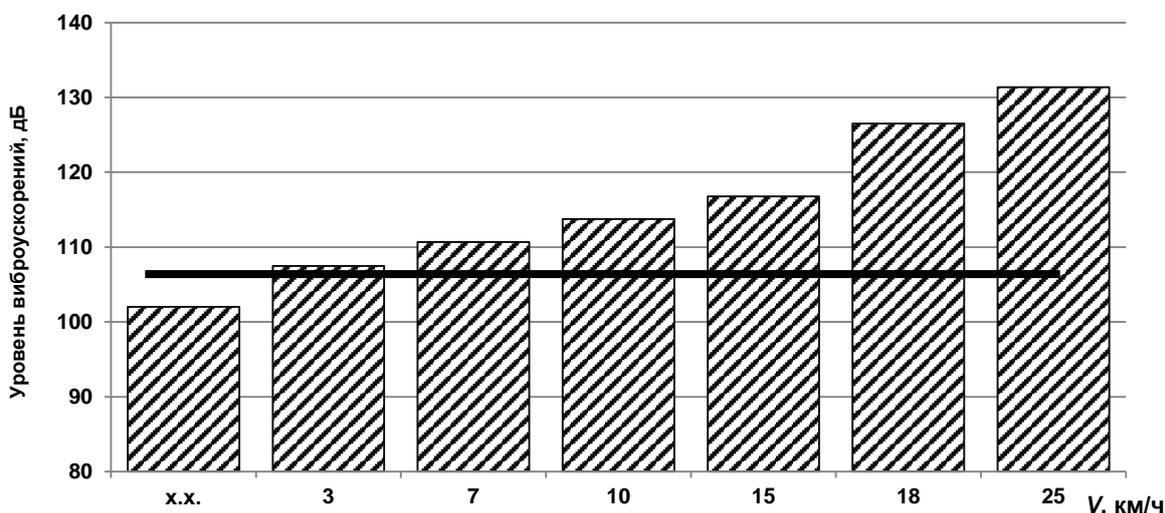


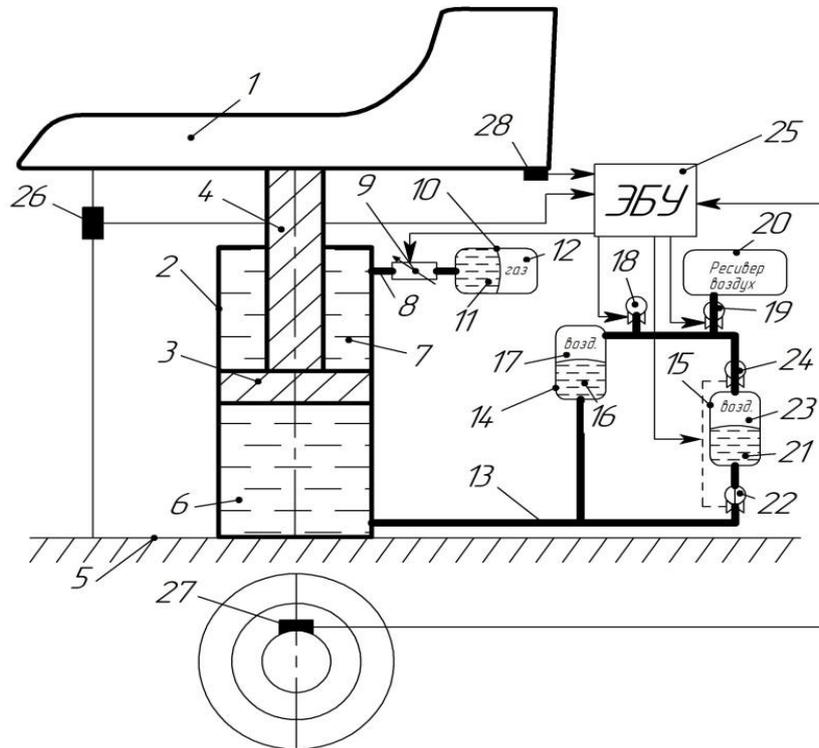
Рис. 5. Эквивалентный корректированный уровень виброускорений на сиденье оператора по оси  $Z_0$

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 уровень общей транспортной вибрации на рабочих местах в транспортных средствах не должен превышать 112 дБ для направления действия по осям  $X_0$  и  $Y_0$ , а по оси  $Z_0$  – 115 дБ [10].

Результаты испытаний показывают, что при движении трактора МТЗ-82.1 по грунтовой дороге, при скорости более 15 км/ч, на всех направлениях действия вибрации наблюдается повышенный эквивалентный уровень виброускорений. При скорости

движения 25 км/ч уровень транспортной вибрации на месте оператора транспортного средства превышает максимально допустимое значение на 12–17%. Данный фактор негативно влияет на здоровье оператора мобильного энергетического средства, что приводит к возникновению профессиональных заболеваний. Однако низкочастотные колебания на рабочем месте оператора трактора можно снизить либо за счет поддрессирования остова транспортного средства, кабины, либо применения подвесок сиденья. В настоящее время наиболее эффективным способом является применение подвесок сиденья оператора транспортного средства.

Проанализировав недостатки известных конструкций подвесок сиденья оператора транспортного средства, авторы разработали подвеску сиденья транспортного средства (рис. 6) [7], отличительной особенностью конструкции которой является использование нескольких гидропневматических аккумуляторов, связанных с гидроцилиндром посредством регулируемых дросселей.



**Рис. 6.** Схема разработанной конструкции подвески сиденья оператора: 1 – сиденье; 2 – гидроцилиндр; 3 – поршень; 4 – шток; 5 – основание подвески; 6, 7 – поршневая и штоковая полости гидроцилиндра; 8, 13 – гидромагистраль; 9 – регулируемый дроссель; 10, 14, 15 – гидропневматические аккумуляторы; 11, 16, 21 – гидравлические полости; 12, 17, 23 – пневматические полости; 18, 19 – клапаны сброса и нагнетания давления; 20 – ресивер; 22, 24 – блокировочные клапаны; 25 – ЭБУ; 26, 27, 28 – датчики перемещения сиденья, виброускорений моста, виброускорений сиденья

Принцип действия разработанной конструкции подвески сиденья оператора мобильного энергетического средства следующий. При посадке водителя в кабину происходит калибровка системы и установка сиденья в центральное положение путем компенсации гидроаккумуляторами и ресивером веса оператора.

В процессе движения транспортного средства подвеска сиденья подвергается воздействию вибрации, которая возникает от преодоления неровностей дорожного профиля. Датчик виброускорений, установленный на переднем мосту транспортного средства, регистрирует колебания моста и передает сигнал на электронный блок управления (ЭБУ). Произведя обработку входящей информации согласно заложенному алгоритму, ЭБУ формирует управляющий сигнал, который подается на клапаны и регули-

руемый дроссель, изменяя его проходное сечение, что позволяет изменять демпфирующие свойства подвески в зависимости от амплитуды и частоты колебаний.

При работе с малыми и средними значениями колебаний ЭБУ формирует управляющий сигнал, который воздействует на клапаны гидропневматических аккумуляторов для поддержания оптимальной жесткости подвески, а также корректирует проходное сечение регулируемого дросселя с целью изменения жесткости подвески сиденья оператора ТС. Это позволяет регулировать демпфирование, а также устранять возможные пробои подвески. При переезде транспортным средством препятствий возникают повышенные колебания трактора, следовательно, и подвески сиденья. В данном случае ЭБУ подает электронный сигнал и перекрывает клапаны на одном из гидропневматических аккумуляторов подпоршневой полости, отключая его от общей системы. За счет этого в работе остается только один гидропневматический аккумулятор, что позволяет увеличить жесткость подвески и резко изменить ее характеристику, не допустив пробоев подвески. Также за счет данной конструктивной особенности устраняются резонансные режимы, которые могут образовываться вследствие совпадения собственной частоты колебаний с частотой внешних воздействий.

Результаты испытаний, проведенных на тракторе МТЗ 82.1 при движении по грунтовой дороге на транспортной скорости, показали, что серийная подвеска сиденья транспортного средства не отвечает СанПиН 1.2.3685-21 и при скорости движения свыше 15 км/ч максимально допустимые значения уровня общей транспортной вибрации превышаются на 12–17%.

Конструкция по патенту РФ на полезную модель № 211255 частично снижает уровень транспортной вибрации, однако за счет использования для регулирования потока рабочей жидкости механического дросселя и клапанов увеличивается время срабатывания, что приводит к пропуску колебаний на сиденье оператора и ухудшает условия труда оператора транспортного средства. В дальнейшем необходимо разрабатывать конструкции подвесок сиденья с активным демпфированием, что приближает их к полупассивным и активным системам.

#### Список источников

1. Даминов А., Абдазимов А.Д. Краткий анализ эволюции технической концепции сельскохозяйственного трактора [Электронный ресурс] // Universum: технические науки: электронный научный журнал. 2022. № 5(98). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/13755> (дата обращения: 29.01.2024).
2. Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21, № 1. С. 74–85. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.1.74-85.
3. Годжаев З.А., Годжаев Т.З., Ляшенко М.В. и др. Сравнительный анализ российских и зарубежных нормативных требований к виброзащите оператора трактора // Известия МГТУ «МАМИ». 2021. Т. 15, № 2(48). С. 2–8. DOI: 10.31992/2074-0530-2021-48-2-2-8.
4. Годжаев З.А., Ляшенко М.В., Шеховцов В.В. и др. Вибронагруженность рабочего места оператора и виброзащитные свойства подвесок сидений // Известия МГТУ «МАМИ». 2021. Т. 15, № 1(47). С. 2–11. DOI: 10.31992/2074-0530-2021-47-1-2-11.
5. ГОСТ 20062-96. Сиденье тракторное. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ, 2000. 13 с.
6. О введении в действие СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eisspb.ru/files/SanPiN2.1.3685-21Hygienicstandards.pdf> (дата обращения: 24.01.2024).
7. Подвеска сиденья транспортного средства с активным демпфированием: пат. на полезную модель № 211255 Рос. Федерация. № 2022104102; заявл. 15.02.2022; опубл. 26.05.2022, Бюл. № 5. 8 с.
8. Поливаев О.И., Костиков О.М. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 280 с.
9. Устинов Ю.Ф., Калинин Ю.И., Ульянов А.В. и др. Улучшение виброакустических параметров транспортно-технологических машин // Высокие технологии в строительном комплексе. 2021. № 1. С. 172–176.
10. Fischer D, Isermann R. Mechatronic semi-active and active vehicle suspensions // Control Engineering Practice. 2004. Vol. 12(11), Pp. 1353–1367. DOI: 10.1016/j.conengprac.2003.08.003.
11. Du H., Yim Sze K., Lam J. Semi-active control of vehicle suspension with magneto-rheological dampers // Journal of Sound and Vibration. 2005. Vol. 283(3-5). Pp. 981–996. DOI: 10.1016/j.jsv.2004.05.030.

**References**

1. Daminov A., Abdazimov A.D. Brief analysis of the evolution of the technical concept of the agricultural tractor. *Universum: Engineering Sciences*. 2022;5(98). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13755>. (In Russ.).
2. Didmanidze O.N., Devyanin S.N., Parlyuk E.P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(1):74-85. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.1.74-85. (In Russ.).
3. Godzhaev Z.A., Godzhaev T.Z., Lyashenko M.V. et al. Comparative analysis of Russian and foreign regulatory requirements for vibration protection of a tractor operator. *Izvestiya MGTU «MAMI»*. 2021;15(2):2-8. DOI: 10.31992/2074-0530-2021-48-2-2-8. (In Russ.).
4. Godzhaev Z.A., Lyashenko M.V., Shekhovtsov V.V. et al. Vibration levels of operator's workplace and vibration protection characteristics of seat suspensions. *Izvestiya MGTU «MAMI»*. 2021;15(1):2-11. DOI: 10.31992/2074-0530-2021-47-1-2-11. (In Russ.).
5. GOST 20062-96. Tractor seat. General specifications. Moscow: Standartinform Press; 2000. 13 p. (In Russ.).
6. On the introduction of SanPiN 1.2.3685-21. "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans": Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 2 of 28.01.2021. URL: <https://www.eisspb.ru/files/SanPiN2.1.3685-21Hygienicstandards.pdf>. (In Russ.).
7. Vehicle seat suspension with active damping: Utility Model Patent 211255 Russian Federation. No. 2022104102; claimed 15.02.2022; published 26.05.2022, Bulletin 5. 8 p. (In Russ.).
8. Polivaev O.I., Kostikov O.M. Testing of agricultural machinery and power plants: study guide for universities. St. Petersburg: Lan' Publihers; 2022. 280 p. (In Russ.).
9. Ustinov Yu.F., Kalinin Yu.I., Ulyanov A.V. et al. Improvement of vibroacoustic parameters of transport and technological machines. *High Technologies in Construction Complex*. 2021;1:172-176. (In Russ.).
10. Fischer D, Isermann R. Mechatronic semi-active and active vehicle suspensions. *Control Engineering Practice*. 2004;12(11):1353-1367. DOI: 10.1016/j.conengprac.2003.08.003.
11. Du H., Yim Sze K., Lam J. Semi-active control of vehicle suspension with magneto-rheological dampers. *Journal of Sound and Vibration*. 2005;283(3-5):981-996. DOI: 10.1016/j.jsv.2004.05.030.

**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 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [BDB1998@ya.ru](mailto:BDB1998@ya.ru).

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

Н.М. Дерканосова – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [kommerce05@list.ru](mailto:kommerce05@list.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, [BDB1998@ya.ru](mailto:BDB1998@ya.ru).

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

N.M. Derkanosova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [kommerce05@list.ru](mailto:kommerce05@list.ru).

Статья поступила в редакцию 21.04.2024; одобрена после рецензирования 26.05.2024; принята к публикации 06.06.2024.

The article was submitted 21.04.2024; approved after reviewing 26.05.2024; accepted for publication 06.06.2024.

© Поливаев О.И., Болотов Д.Б., Лощенко А.В., Химченко А.В., Дерканосова Н.М., 2024

---

---

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

Научная статья

УДК 621.43

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_68

EDN: EHZNFX

**Увеличение эффективной мощности двигателя  
внутреннего сгорания за счет улучшения  
наполнения цилиндра свежим зарядом**

**Алексей Валерьевич Максимов<sup>1</sup>, Юрий Хасанович Шогенов<sup>2</sup>,  
Булат Гусманович Зиганшин<sup>3✉</sup>, Лариса Александровна Зимина<sup>4</sup>,  
Ильнур Хамзович Гайфуллин<sup>5</sup>**

<sup>1, 4</sup> Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия

<sup>2, 3, 5</sup> Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup> zigan66@mail.ru✉

**Аннотация.** Отдельные режимы движения автомобиля сельскохозяйственного назначения при вывозе сельхозпродукции с поля требуют высоких затрат мощности двигателя, увеличить которую можно за счет интенсификации газообмена цилиндров двигателя с окружающей средой. Для интенсификации газообмена планируется увеличить скорость открытия и закрытия клапанов двигателя. Аккумуляторный гидравлический привод клапанов газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания с электронным управлением обеспечивает закон перемещения клапанов двигателя, близкий к трапецевидному. Привод обеспечивает практически постоянную скорость открытия и закрытия клапанов и допускает регулирование моментов начала открытия и закрытия клапанов. Гидравлический привод позволяет получить значение фактора «время – сечение» клапанов большее, чем при традиционном приводе. Рассмотрен процесс газообмена цилиндра двигателя внутреннего сгорания с окружающей средой. С помощью моделирования определена зависимость коэффициента наполнения цилиндра от скоростного режима работы двигателя. Рассчитан максимально доступный коэффициент наполнения при регулировании угла закрытия впускного клапана. Показано преимущество трапецевидного закона перемещения клапанов по коэффициенту наполнения цилиндра свежим зарядом при скорости открытия и закрытия органов газораспределительного вала. Преимущество проявляется в скоростном диапазоне работы двигателя до 2000 об/мин при скорости открытия и закрытия клапанов 2 м/с и более. Улучшение наполнения цилиндра приводит к увеличению эффективной мощности двигателя при низкой скорости вращения вала на величину порядка 6%, в зоне средней частоты – на 3%, при высокой частоте вращения – на 2%.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, газообмен, закон перемещения клапанов, коэффициент наполнения, эффективность, автомобиль, мощность

**Для цитирования:** Максимов А.В., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Зимина Л.А., Гайфуллин И.Х. Увеличение эффективной мощности двигателя внутреннего сгорания за счет улучшения наполнения цилиндра свежим зарядом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 68–78. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_68-78](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_68-78).

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

Original article

**Increasing the effective power of the internal  
combustion engine by improving the filling  
of the cylinder with a fresh charge**

**Aleksey V. Maksimov<sup>1</sup>, Yuri Kh. Shogenov<sup>2</sup>, Bulat G. Ziganshin<sup>3✉</sup>,  
Larisa A. Zimina<sup>4</sup>, Ilnur Kh. Gayfullin<sup>5</sup>**

<sup>1, 4</sup> Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia

<sup>2, 3, 5</sup> Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

<sup>3</sup> zigan66@mail.ru✉

**Abstract.** Certain modes of an agricultural vehicle motion when agricultural products transporting from the field require high engine power costs. An increase in engine power is possible due to the intensification of gas exchange between its cylinders and the environment. To intensify gas exchange, it is planned to increase the speed of opening and closing the engine valves. The accumulator hydraulic drive of the valves of the gas distribution mechanism of the internal combustion engine with electronic control ensures the law of movement of the engine valves close to the trapezoidal one. The actuator provides an almost constant speed of opening and closing of valves and allows the control of the moments of the beginning of the opening and closing of the valves. The hydraulic drive makes it possible to obtain a value of the “time - section” factor of the valves greater in comparison with traditional drive. The process of gas exchange of the cylinder of an internal combustion engine with the environment is considered. By means of modeling, the dependence of the cylinder filling coefficient on the speed mode of the engine is determined. The maximum available filling coefficient is calculated when adjusting the angle of closure of the intake valve. The advantage of the trapezoidal law of valve displacement in terms of the coefficient of filling the cylinder with a fresh charge at the speed of opening and closing the valve timing organs is shown in comparison with the law of operation of valves driven by shockless valve lifting cam. The advantage is manifested in the high-speed range of the engine up to 2000 rpm with a valve opening and closing speed of 2 m/s or more. An improvement in cylinder filling leads to an increase in the effective engine power at low shaft rotation speed by about 6%, in the medium frequency zone by 3%, at high rotation speed by 2%.

**Keywords:** internal combustion engine, gas exchange, valve displacement law, filling coefficient, efficiency, car, power  
**For citation:** Maksimov A.V., Shogenov Yu.Kh., Ziganshin B.G., Zimina L.A., Gayfullin I.Kh. Increasing the effective power of the internal combustion engine by improving the filling of the cylinder with a fresh charge. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):68-78. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_68-78](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_68-78).

## Введение

Повышение эффективной мощности двигателя внутреннего сгорания способствует росту производительности автомобилей, участвующих в транспортировке сельхозпродукции. Вывоз продукции растениеводства с полей реализуется автомобилями по грунтам с высоким коэффициентом сопротивления качению. Выезд груженого автомобиля на дороги с твердым покрытием часто сопровождается кратковременным движением со значительным уклоном. Все это требует пусть и непродолжительных, но повышенных затрат эффективной мощности на привод автомобиля.

Интенсивность газообмена цилиндра двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с окружающей средой оказывает существенное влияние на эффективные параметры двигателя. Так, мощность и крутящий момент двигателя в большей степени определяются пропускной способностью впускных клапанов, а именно: при увеличении последней отмечается увеличение эффективной мощности и крутящего момента ДВС. Увеличение времени открытия впускного клапана за счет расширения фаз газораспределения способствует интенсификации газообмена только при отсутствии значительного выброса продуктов сгорания и свежего заряда из цилиндра во впускную систему. Скорость перемещения впускных клапанов и скоростной режим работы ДВС определяют оптимальную фазу впуска, соответствующую максимальному наполнению цилиндра свежим зарядом.

Обоснованный с позиции наполнения цилиндра выбор скорости открытия и закрытия клапанов и фазы открытого состояния позволяет увеличить эффективную мощность двигателя.

### Условия и методика проведения исследований

Одним из параметров, с помощью которого можно регулировать газообмен, является фактор «время – сечение» клапанов [10]. Он равен интегралу геометрической площади проходного впускного или выпускного клапана, взятого в пределах времени его открытого состояния:

$$\Phi_s = \int_{\tau_{откр}}^{\tau_{закр}} S_{кл} d\tau, \quad (1)$$

где  $S_{кл}$  – площадь клапанной щели;

$\tau_{откр}$ ,  $\tau_{закр}$  – время открытия и закрытия клапана.

На практике часто величину фактора «время – сечение» определяют как интеграл высоты подъема клапана, взятый в пределах угла поворота коленчатого вала открытого состояния клапана [4]:

$$\Phi_h = \int_{\varphi_{\text{откр}}}^{\varphi_{\text{закр}}} h d\varphi, \quad (2)$$

где  $h$  – текущий подъем клапана,

$\varphi_{\text{откр}}, \varphi_{\text{закр}}$  – углы открытия и закрытия клапана.

Достижение максимальной эффективной мощности двигателя возможно только при увеличении фактора «время – сечение» в пределах тех фаз газораспределения, при которых не наблюдается значительного выброса продуктов сгорания или свежего заряда во впускную систему в результате чрезмерно раннего открытия или позднего закрытия впускного клапана. В этих условиях увеличить фактор «время – сечение» можно только за счет увеличения скорости перемещения клапана.

Предельным является прямоугольный закон перемещения клапана, при котором обеспечивается мгновенное открытие клапана на величину, обеспечивающую максимальный расход газа через клапан, и его мгновенное закрытие. Очевидно, что на практике такой закон реализовать невозможно [3]. Отметим, что увеличение скорости открытия и закрытия клапана в пределах оптимальной по наполнению фазы увеличивает наполнение цилиндра. Широко используется закон перемещения клапана, описываемый с помощью полиномиальной зависимости «полидайн» [11, 12].

В силу плавного и непрерывного изменения скорости и ограничения ускорения величина фактора «время – сечение» ограничена. Для оценки возможности его снижения введем относительный фактор «время – сечение», являющийся отношением реального фактора «время – сечение» к его теоретической величине при прямоугольном законе перемещения в пределах той же фазы открытого состояния:

$$\bar{\Phi} = \frac{\int_{\varphi_{\text{откр}}}^{\varphi_{\text{закр}}} h d\varphi}{h_{\text{max}} \Delta\varphi}, \quad (3)$$

где  $h_{\text{max}}$  – максимальный подъем клапана;

$\Delta\varphi$  – фаза открытого состояния клапана.

Существуют альтернативные электромагнитные [1, 9], гидравлические [7, 13] и пневматические [16] приводы клапанов, обеспечивающие закон перемещения клапана, близкий к трапецевидному (рис. 1).

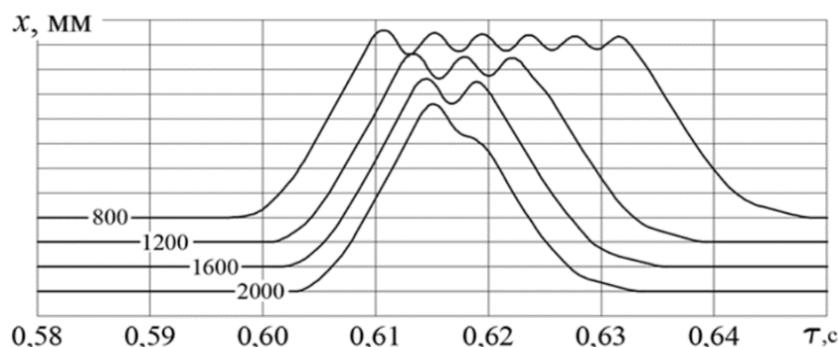


Рис. 1. Законы перемещения клапанов, близкие к трапецевидному, при их гидравлическом приводе

Такой закон предполагает быстрое открытие клапанов, удержание их в зоне максимального подъема и быстрое закрытие. При этом значение фактора «время – сечение» больше значений, которые может обеспечить традиционный механический привод клапанов кулачком и возвратной пружиной.

Особенностью отмеченных альтернативных приводов является отсутствие связи между скоростью вращения коленчатого вала и скоростью перемещения клапанов двигателя. Скорость открытия и скорость закрытия клапанов не зависит от скорости вращения коленчатого вала.

В результате перемещение клапанов газораспределительного механизма (ГРМ) будет зависеть от скоростного режима работы ДВС.

В отличие от традиционного привода клапанов применение постоянных фаз газораспределения при альтернативном приводе приводит к уменьшению значения фактора «время – сечение»  $\Phi_h$  с ростом скорости вращения коленчатого вала.

Для оценки целесообразности применения альтернативных приводов, обеспечивающих закон перемещения клапанов, близкий к трапециевидному, проведено моделирование газообмена с целью определения коэффициента наполнения цилиндра свежим зарядом. Коэффициент наполнения определялся путем деления массы свежего заряда, поступившего в цилиндр, на массу заряда в рабочем объеме при давлении и температуре перед впускным клапаном.

Для учета возможных потерь свежего заряда в ходе продувки использовалась модель вытеснения продуктов сгорания без смешения со свежим зарядом.

Давление и температура в цилиндре ДВС определялись с помощью квазистационарной модели внутрицилиндровых процессов. Модель базируется на законе сохранения энергии, уравнении состояния газа и законе сохранения массы [6].

Теплообмен газов со стенками описывался с помощью модели Вошни [8].

Массовый расход газа через впускные и выпускные клапаны определялся с учетом возможного докритического и сверхкритического течения газа [2].

Площадь клапанной щели определялась как площадь поверхности усеченного конуса, образующая которого является нормалью к поверхности рабочей фаски клапана и седла, при условии, что высота усеченного конуса равна ходу клапана.

Коэффициент расхода определялся путем аппроксимации данных, приведенных в работах [5, 14] (рис. 2).

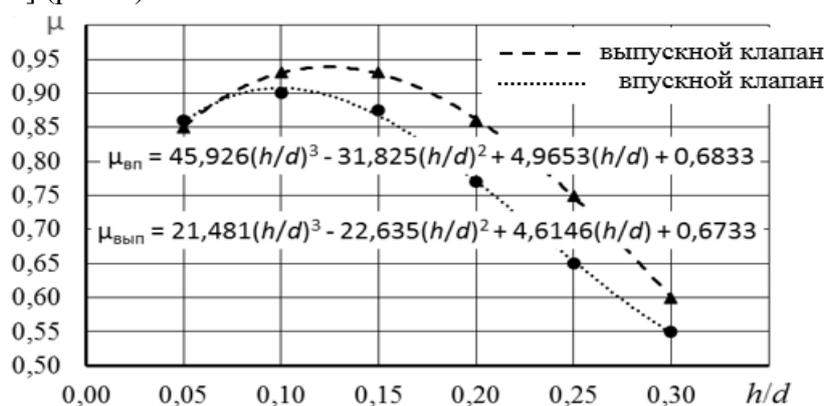


Рис. 2. Коэффициенты расходов для впускного и выпускного клапанов

Исследование проводилось для дизельного восьмицилиндрового двигателя с наддувом, имеющего размерность 120 × 130 мм. Диаметр тарелок впускных и выпускных клапанов принимался равным соответственно 51 и 47 мм, высота подъема клапанов – 14 мм. Эти параметры соответствуют широко применяемому на автомобилях сельскохозяйственного назначения двигателю семейства КамАЗ 740.

Преимущество применения альтернативного привода клапанов, обеспечивающего закон движения клапанов, близкий к трапециевидному, выявлялось путем его сравнения с традиционным механическим приводом от безударного кулачка. Сравнение проводилось путем анализа величин факторов «время – сечение» и коэффициентов наполнения.

### Результаты и их обсуждение

Для определения текущего подъема клапанов при перемещении клапана, приводимого в движение безударным кулачком, использована методика «полидайн» [11, 12], коэффициенты функций которого представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты функций «полидайн»

Номер функции	$p$	$q$	$r$	$s$
1	6	10	14	18
3	10	18	26	34
5	14	26	38	50
7	18	34	50	66

Наложение законов перемещения клапана по разным функциям «полидайн» на прямоугольный закон представлены на рисунке 3.

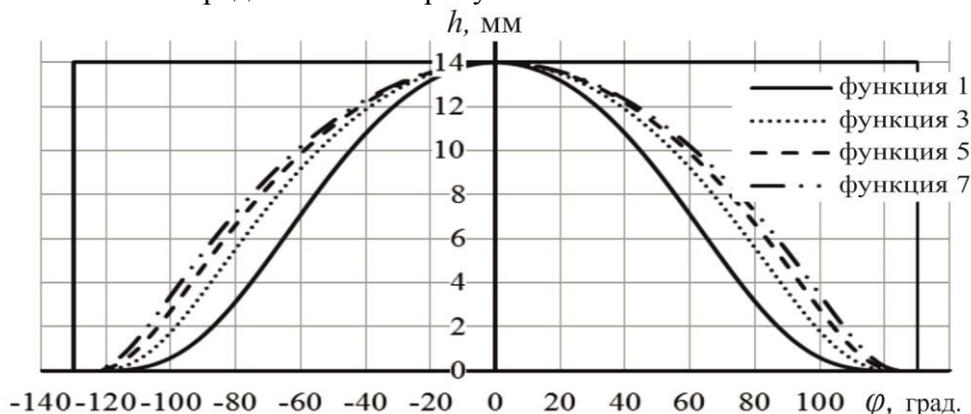


Рис. 3. Наложение прямоугольного закона на закон, определяемый по методике «полидайн»

Увеличение номера функции приводит к росту максимального ускорения клапана, что увеличивает усилия в приводе клапанов. Функции меньших номеров используются для высокооборотных двигателей, функции высших номеров – для низкооборотных двигателей [11].

При фазе открытого состояния клапана  $260^\circ$  поворота коленчатого вала (ПКВ) и высоте подъема клапана 14 мм был рассчитан относительный фактор «время – сечение» (табл. 2).

Таблица 2. Относительный фактор  $\bar{\Phi}$  для различных функций «полидайн»

	Функция 1	Функция 3	Функция 5	Функция 7
$\Phi_h, \text{мм} \cdot \text{град}$	1672	1955	2083	2157
$\bar{\Phi}$	0,459	0,537	0,572	0,593

Как следует из данных, приведенных в таблице 2, относительный фактор «время – сечение» увеличивается с увеличением номера функции «полидайн». Эта величина не зависит от скоростного режима работы двигателя. Однако площадь под графиками функций «полидайн» меньше площади прямоугольника (рис. 3) в 1,6–2,17 раза.

В случае перемещения клапанов посредством альтернативного привода по закону, близкому к трапецевидному, ход клапана является функцией от скорости перемещения клапана и скоростного режима работы двигателя (рис. 4).

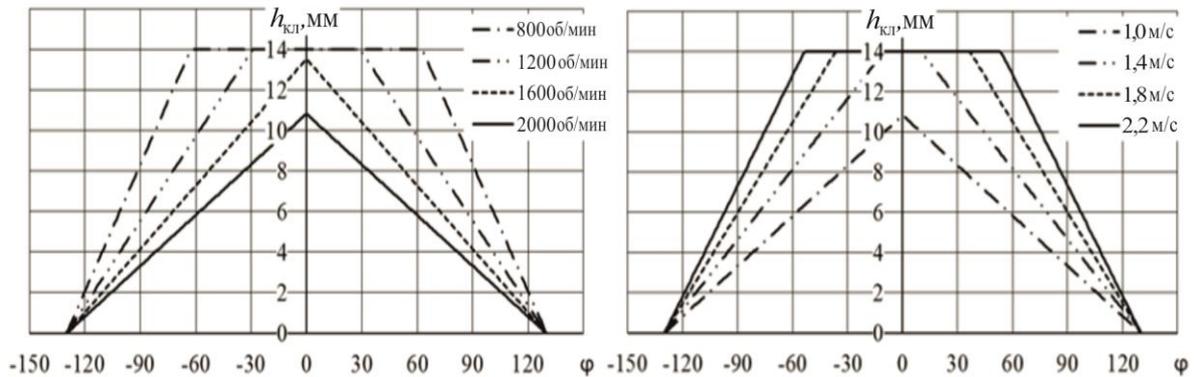


Рис. 4. Влияние на трапецевидный закон перемещения клапана скоростного режима работы двигателя и скорости перемещения клапана

Из рисунка 4 видно, что по мере увеличения скоростного режима работы двигателя и уменьшения скорости перемещения клапана трапецевидный закон вырождается в треугольный, что сопровождается значительным снижением величины фактора «время – сечение». Результатом такого влияния является зависимость относительного фактора «время – сечение» от скоростного режима работы ДВС и скорости перемещения клапана, представленная на рисунке 5.

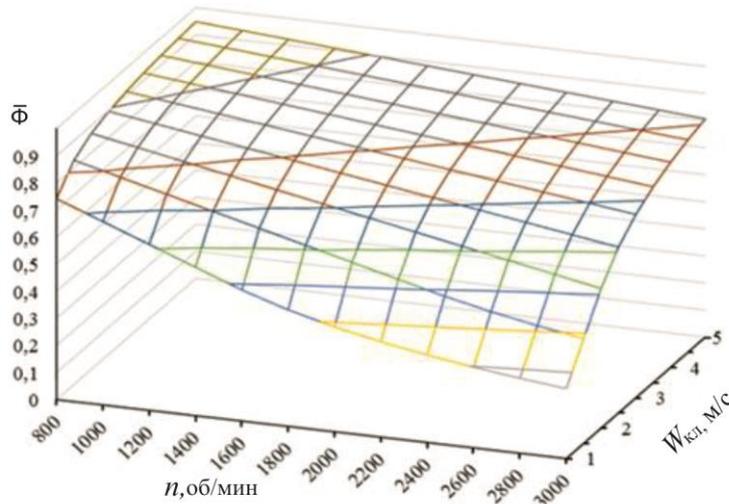
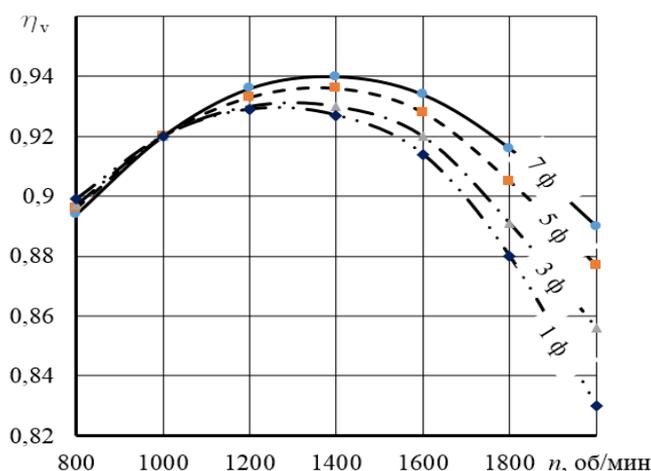


Рис. 5. Влияние на фактор «время – сечение» скоростного режима работы ДВС и скорости перемещения клапана при трапецевидном законе перемещения клапана

Отметим, что при скорости открытия клапана от 2 м/с и выше в скоростном диапазоне от 800 до 2000 об/мин трапецевидный закон перемещения клапана дает преимущество по величине фактора «время – сечение» по сравнению с законом перемещения «полидайн» даже при использовании коэффициентов функции 7.

Для разных функций «полидайн» была рассчитана зависимость коэффициента наполнения от скоростного режима работы двигателя, при этом фазы открытых состояний впускного и выпускного клапанов соответствовали 246° и 235° ПКВ. Угол открытия выпускного клапана принимался постоянным 14° ПКВ до ВМТ, а значения угла открытия впускного клапана изменяли с целью обеспечения максимального наполнения цилиндра свежим зарядом (рис. 6).

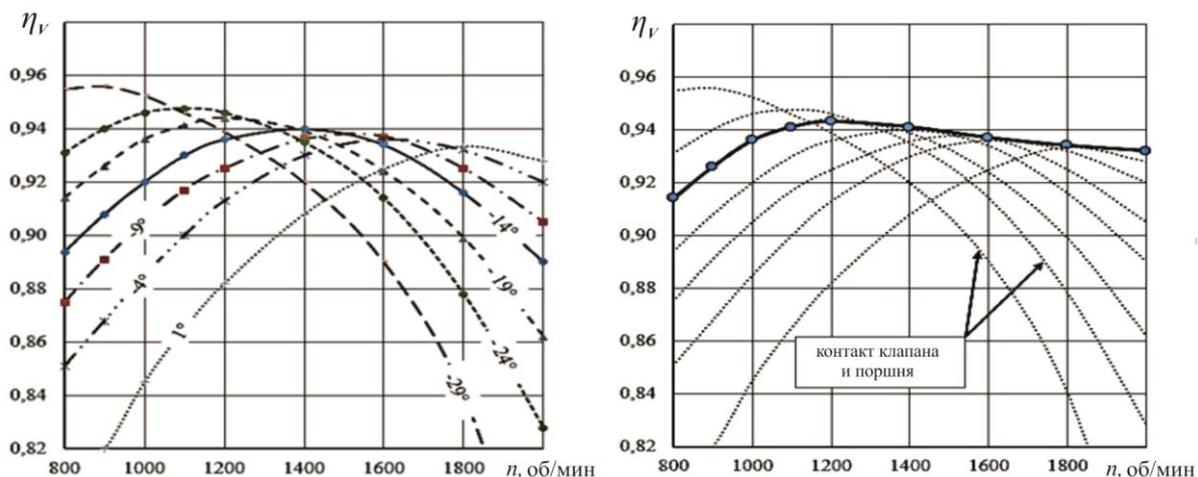


**Рис. 6. Влияние на коэффициент наполнения скоростного режима работы ДВС при перемещении клапанов по различным функциям «полидайн»**

Видно, что при увеличении номера используемой функции «полидайн» максимальное значение коэффициента наполнения увеличивается, также улучшается наполнение цилиндра при высокой скорости вращения коленчатого вала. При низкой скорости вращения вала увеличение номера функции незначительно ухудшает наполнение цилиндра за счет более активного обратного выброса свежей смеси из цилиндра.

Так как в ДВС, в том числе и дизельных, стали широко использоваться фазовращатели [15], то был оценен максимально доступный коэффициент наполнения с учетом возможности изменения фаз газораспределения.

Исследование проводилось при перемещении клапана согласно функции 7 «полидайн», фазе открытого состояния впускного клапана  $235^\circ$  ПКВ. Зависимость коэффициента наполнения от скоростного режима при разных углах открытия впускного клапана представлена на рисунке 7.



**Рис. 7. Коэффициент наполнения при различных углах открытия впускного клапана и максимально доступный коэффициент наполнения при использовании фазовращателя**

Видно, что более раннее открытие впускных клапанов ГРМ улучшает наполнение цилиндра при малой скорости вращения вала двигателя, более позднее открытие – при высокой. Отметим, что раннее открытие клапанов приводит к удару впускных клапанов о поршень двигателя, поэтому достичь высокого коэффициента наполнения при малой скорости вращения вала практически не удастся. На рисунке 7 справа выделен максимально доступный коэффициент наполнения при использовании фазовращателя.

Далее рассматривали трапецевидный закон перемещения клапанов ГРМ. При постоянном угле открытия впускных клапанов исследовали влияние скоростного режима работы ДВС на коэффициент наполнения цилиндра при различных углах закрытия клапанов, а также различной скорости перемещения клапанов на этапах открытия и закрытия. Полученные результаты представлены на рисунке 8.

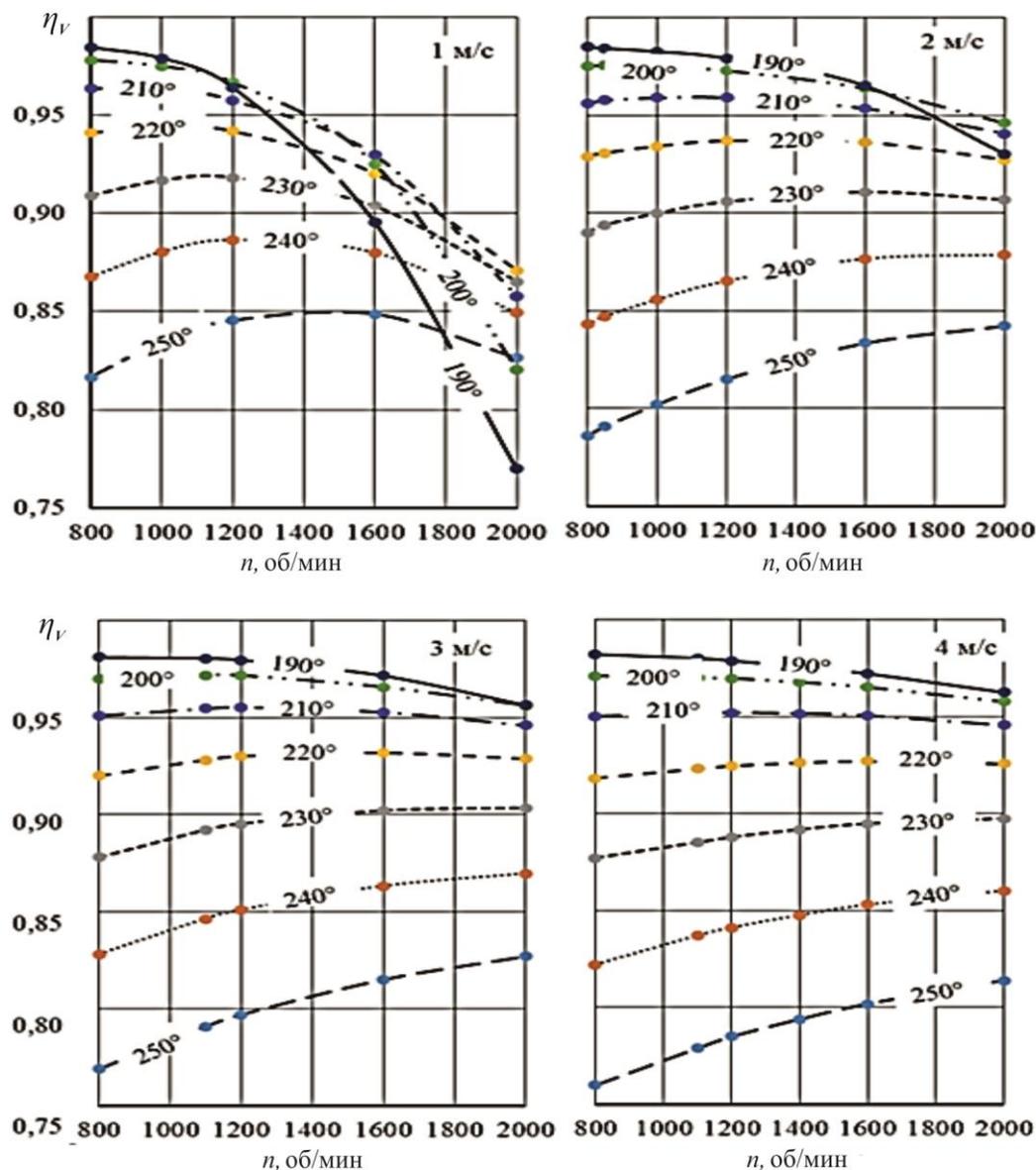


Рис. 8. Влияние скоростного режима работы ДВС на коэффициент наполнения при различных углах закрытия впускного клапана и разной скорости его перемещения

Полученные результаты позволяют выбрать оптимальный по наполнению цилиндра угол закрытия впускного клапана. Применяя такой угол закрытия клапана, получим максимально доступный коэффициент наполнения (рис. 9).

Коэффициент наполнения цилиндра уменьшается при снижении скорости перемещения клапана и увеличении скорости вращения вала двигателя. Видно, что при скорости перемещения клапана 1 м/с при высокой скорости вращения коленчатого вала трапецевидный закон работы клапана не дает преимущества в результате малого значения фактора «время – сечение». При поддержании угла закрытия впускного клапана, обеспечивающего максимальное наполнение цилиндра, и скорости перемещения клапанов

2 м/с и выше трапециевидный закон перемещения клапанов обеспечивает лучшее наполнение цилиндра, чем перемещение клапана по функции 7 «полидайн». Этот вывод справедлив даже в случае применения фазовращателя в приводе впускных клапанов.

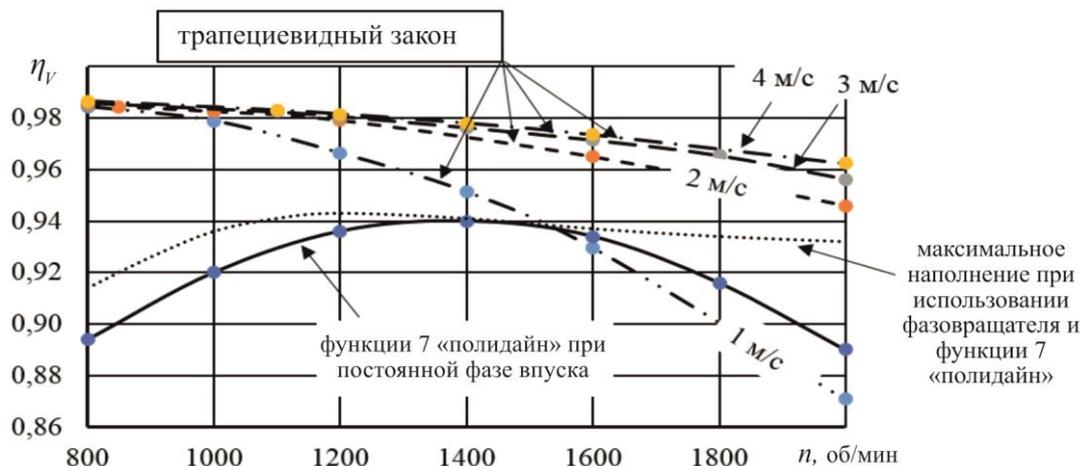


Рис. 9. Зависимость максимально доступного коэффициента наполнения при трапециевидном законе работы клапана

Целесообразность применения альтернативных приводов, обеспечивающих улучшение наполнения, обосновывается по формуле Стечкина [6]:

$$N_e = iV_h \frac{p_k H_u}{\alpha L_0 R_\mu T_k} \eta_v \eta_i \eta_m \frac{nS}{30\tau}, \quad (4)$$

- где  $iV_h$  – рабочий объем цилиндра;  
 $p_k, t_k$  – давление перед впускным клапаном;  
 $H_u$  – низшая теплота сгорания топлива;  
 $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;  
 $R_\mu$  – газовая постоянная;  
 $\eta_i$  – индикаторный КПД;  
 $\eta_m$  – механический КПД;  
 $S$  – ход поршня;  
 $\tau$  – тактность двигателя.

Из формулы (4) следует, что эффективная мощность и коэффициент наполнения прямо пропорциональны. Принимая скорость перемещения клапана равной 2 м/с, получаем прирост мощности при низкой скорости вращения вала около 6%, в зоне средней частоты – 3%, при высокой частоте вращения – 2%.

### Заключение

На основании результатов проведенного исследования можно сделать вывод о преимуществе использования альтернативных приводов клапанов, обеспечивающих закон перемещения клапанов ГРМ, близкий к трапециевидному, по наполнению цилиндра свежим зарядом. Такой закон позволяет увеличить фактор «время – сечение» клапанов в скоростном диапазоне до 2000 об/мин при скорости открытия и закрытия клапана 2 м/с и более по сравнению с традиционным приводом клапанов.

Применение привода, обеспечивающего закон перемещения клапанов ГРМ, близкий к трапециевидному при условии регулирования момента закрытия впускного клапана по критерию максимального наполнения, позволяет получить следующие значения прироста мощности:

- при низкой скорости вращения вала – около 6%;
- в зоне средней частоты – 3%;
- при высокой частоте вращения – 2%.

**Список источников**

1. Балабин В.Н. Проблемы внедрения электромагнитного привода клапанов газораспределения на современных локомотивных ДВС // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015. № 2. С. 14–19.
2. Балашов А.А., Брякотин М.Э. Критическое течение газов через выпускной клапан в период свободного выпуска 4-тактных дизелей // *Ползуновский вестник*. 2015. № 3. С. 62–66.
3. Васильев А.В., Григорьев Е.А., Дивинский Е.А. Повышение эффективности дизеля совершенствованием газораспределения // *Тракторы и сельхозмашины*. 2000. № 6. С. 20–22.
4. Как подобрать распредвал на автомобиль? Рассчитываем параметры распределительного вала [Электронный ресурс] // Сайт DRIVE2.RU. Профиль Barik-CZ. Дата публикации 28.12.2020. URL: <https://www.drive2.ru/b/578036628417676227/?ysclid=lssk4xknwx549923009> (дата обращения: 20.02.2024).
5. Кузнецов В.Н. Разработка метода оценки технического состояния системы впуска автотракторных двигателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. Улан-Удэ, 2016. 118 с.
6. Кулешов А.С. Развитие методов расчета и оптимизация рабочих процессов ДВС: дис. д-ра техн. наук: 05.04.02. Москва, 2011. 228 с.
7. Максимов А.В., Зимина Л.А., Адигамов Н.Р. и др. Исследование гидравлического привода клапанов ГРМ // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2022. Т. 17, № 2(66). С. 84–91. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-84-91.
8. Онищенко Д.О., Панкратов С.А. Моделирование теплового состояния крышки цилиндра и клапанов дизеля // *Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение*. 2013. № 4(93). С. 94–108.
9. Павленко А.В., Гринченков В.П., Батищев Д.В. и др. Быстродействующие электромагнитные приводы для клапанов систем топливоподдачи и воздухогазообмена двигателей внутреннего сгорания // *Известия высших учебных заведений. Электромеханика*. 2010. № 5. С. 48–53.
10. Пегачков А.А. Повышение потенциала работоспособности регулируемых механизмов на примере системы газораспределения двигателя КАМАЗ // *Вестник Белгородского государственного технического университета им. В.Г. Шухова*. 2023. № 4. С. 119–126. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-119-126.
11. Султанова Л.М. Исследование динамики механизма газораспределения судовых высокооборотных дизелей и оптимизация конструкции его элементов: дис. ... канд. тех. наук: 05.08.05. Астрахань, 2002. 168 с.
12. Султанова Л.М., Гутиева Н.А. Анализ методов профилирования управляющих кулачков механизма газораспределения и разработка перспективных кулачков // *Исследование и инновации в машиностроительном производстве: сборник статей по материалам Всероссийской науч.-практ. конф. (Махачкала, 21–22 октября 2022 г.)*. Махачкала: Типография «Формат», 2022. С. 93–97.
13. Maksimov A.V., Berezovsky A.B., Zimina L.A. et al. Electrohydraulic gas distributing mechanism control // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol. 10(24). Pp. 44966–44973.
14. Repair article cars BMW X5 (1999-2006): Gas distribution mechanism – design description. URL: <https://www.bmwman.ru/en/X5/E53/power-n62/engine/mehanizm-gazoraspredeleniya-opisanie-konstrukcii> (дата обращения: 20.02.2024).
15. Savin L., Pivovarov O.A., Radin S.J. et al. Development of Timing of High Efficiency for Diesel Engine // *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*. 2013. Vol. 1(4). Pp. 60–66. DOI: 10.5923/j.ijtte.20120104.02.
16. Working mechanism of FREEVALVE & the reason for its disappearance – 3D Explanation (100032.V3). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1bMRTcgvTpM> (дата обращения: 20.02.2024).

**References**

1. Balabin V.N. Problems of implementation of the electromagnetic valve timing on modern locomotive engines. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015;2:14-19. (In Russ.).
2. Balashov A.A., Bryakotin M.E. Critical flow of gases through the exhaust valve during the period of free release of four-stroke diesel engines. *Polzunovskiy Vestnik*. 2015;3:62-66. (In Russ.).
3. Vasiliev A.V., Grigoriev E.A., Divinsky E.A. Increasing diesel efficiency by improving gas distribution. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2000;6:20-22. (In Russ.).
4. How to choose a camshaft for a car? We calculate the parameters of the camshaft. Website DRIVE2.RU. Profile Barik-CZ. Publication date 28.12.2020. URL: <https://www.drive2.ru/b/578036628417676227/?ysclid=lssk4xknwx549923009>. (In Russ.).
5. Kuznetsov V.N. Development of a method for assessing technical condition of the intake system of automobile and tractor engines: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.03. Ulan-Ude; 2016. 118 p. (In Russ.).
6. Kuleshov A.S. Development of calculation methods and optimization of internal combustion engine work processes: Doctoral Dissertation in Engineering Sciences: 05.04.02. Moscow; 2011. 228 p. (In Russ.).

7. Maksimov A.V., Zimina L.A., Adigamov N.R. et al. Research of hydraulic drive valves timing. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2022;17(2):84-91. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-84-91. (In Russ.).
8. Onishchenko D.O., Pankratov S.A. Simulation of thermal state of the diesel cylinder head and valves. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series Mechanical Engineering*. 2013;4(93):94-108. (In Russ.).
9. Pavlenko A.V., Grinchenkov V.P., Batishchev D.V. et al. Fast-acting electromagnetic valves of systems of fuel supply, air and gas exchange of internal-combustion engines. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Elektromekhanika (Russian Electromechanics)*. 2010;5:48-53. (In Russ.).
10. Pegachkov A.A. Improving the performance of adjustable mechanisms by example gas distribution systems for KamAZ engines. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2023;4:119-126. DOI: 10.34031/2071-7318-2023-8-4-119-126. (In Russ.).
11. Sultanova L.M. Research of the dynamics of the gas distribution mechanism of marine high-speed diesel engines and optimization of its elements design: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.08.05. Astrakhan; 2002. 168 p. (In Russ.).
12. Sultanova L.M., Gutieva N.A. Analysis of profiling methods for control cams of the gas distribution mechanism and the development of promising cams. *Research and Innovations in Machinery Production: Collection of Articles based on the Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference (Makhachkala, October 21-22, 2022)*. Makhachkala: Format Printing House; 2022:93-97. (In Russ.).
13. Maksimov A.V., Berezovsky A.B., Zimina L.A. et al. Electrohydraulic gas distributing mechanism control. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015;10(24):44966-44973.
14. Repair article cars BMW X5 (1999-2006): Gas distribution mechanism – design description. URL: <https://www.bmwman.ru/en/X5/E53/power-n62/engine/mechanizm-gazoraspredeleniya-opisanie-konstrukcii>.
15. Savin L., Pivovarov O.A., Radin S.J. et al. Development of Timing of High Efficiency for Diesel Engine. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*. 2013;1(4):60-66. DOI: 10.5923/j.ijtte.20120104.02.
16. Working mechanism of FREEVALVE & the reason for its disappearance – 3D Explanation (100032.V3). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1bMRTcgvTpM>.

#### Информация об авторах

А.В. Максимов – старший преподаватель кафедры автомобильных двигателей и сервиса ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», maks.adis@mail.ru.

Ю.Х. Шогенов – доктор технических наук, академик РАН, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», yh1961s@yandex.ru.

Б.Г. Зиганшин – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», zigan66@mail.ru.

Л.А. Зими́на – старший преподаватель кафедры автомобильных двигателей и сервиса ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», larek.adis@mail.ru.

И.Х. Гайфуллин – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ilnur-gai@yandex.ru.

#### Information about the authors

A.V. Maksimov, Senior Lecturer, the Dept. of Automobile Engines and Service, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, maks.adis@mail.ru.

Yu.Kh. Shogenov, Doctor of Engineering Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, the Dept. of Machinery and Equipment in Agribusiness, Kazan State Agrarian University, yh1961s@yandex.ru.

B.G. Ziganshin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Kazan State Agrarian University, zigan66@mail.ru.

L.A. Zimina, Senior Lecturer, the Dept. of Automobile Engines and Service, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, larek.adis@mail.ru.

I.Kh. Gayfullin, Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer, the Dept. of Machinery and Equipment in Agribusiness, Kazan State Agrarian University, ilnur-gai@yandex.ru.

**Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 20.04.2024; принята к публикации 10.05.2024.**

**The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 20.04.2024; accepted for publication 10.05.2024.**

© Максимов А.В., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Зими́на Л.А., Гайфуллин И.Х., 2024

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

Научная статья

УДК 631.354.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_79

EDN: ELGECS

**Оптимизация параметров системы замены  
сменных бункеров соргоуборочного комбайна****Алексей Иванович Ряднов<sup>1✉</sup>, Сергей Викторович Тронеv<sup>2</sup>,  
Ренат Вильевич Шарипов<sup>3</sup>, Дмитрий Сергеевич Павловский<sup>4</sup>**<sup>1, 2, 3, 4</sup> Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия<sup>1</sup> alex.rjadnov@mail.ru✉

**Аннотация.** Продолжительность уборки как зерновых, так и метелочных культур не должна превышать пяти дней, в этом случае потери зерна будут находиться на допустимом уровне. Сократить продолжительность уборки можно за счет исключения потерь времени на выгрузку зерна из бункера комбайна в транспортное средство (ТС). При замене сменного бункера (СБ) при движении комбайна по полю будет исключено не только время на выгрузку зерна, но и организационное время на ожидание ТС, транспортирующего зерно от комбайнов к местам переработки или хранения. Описана система автоматической замены заполненного зерном СБ пустым для разработанного соргоуборочного комбайна, в котором реализован инерционно-очесный способ обмолота метелочных культур на корню. Данная система позволяет при заполнении одного из СБ отключать подачу в него зерна, перенаправляя обмолачиваемую зерновую массу в компенсатор. Заполненный зерном СБ заменяется пустым и одновременно с этим спускается на поле для дальнейшей транспортировки роботизированным манипулятором на край поля для выгрузки зерна в ТС или перегружатель зерна. Оптимизированы параметры системы автоматической замены заполненного зерном СБ пустым сменным с использованием плана Рехтшафнера. По критерию оптимизации – степени заполнения СБ зерном на 95% – определены диапазоны оптимальных значений выбранных параметров системы: угол установки СБ по отношению к горизонту должен быть от 30° до 34°, объем зернопровода подающего блока – от 4,7 до 5,6 л, высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в СБ – от 130 до 150 мм. Для практического применения приняты следующие значения базовых параметров: угол установки СБ по отношению к горизонту – 30°, объем зернопровода от затвора компенсатора до входного отверстия бункера – 5 л и высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в СБ – 140 мм.

**Ключевые слова:** зерновое сорго, соргоуборочный комбайн, сменный бункер, степень заполнения, система замены бункеров, оптимальные конструктивные параметры

**Для цитирования:** Ряднов А.И., Тронеv С.В., Шарипов Р.В., Павловский Д.С. Оптимизация параметров системы замены сменных бункеров соргоуборочного комбайна // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 79–89. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_79](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_79)–89.

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

Original article

**Parametric optimization of the system for replacing  
exchangeable tankers of a sorghum harvester****Aleksey I. Ryadnov<sup>1✉</sup>, Sergey V. Tronev<sup>2</sup>, Renat V. Sharipov<sup>3</sup>, Dmitriy S. Pavlovsky<sup>4</sup>**<sup>1, 2, 3, 4</sup> Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia<sup>1</sup> alex.rjadnov@mail.ru✉

**Abstract.** The duration of harvesting of both grain crops and headings should not exceed five days, in this case, grain losses will be at an acceptable level. It is possible to reduce the duration of harvesting by eliminating the loss of time for unloading grain from the combine tanker into the vehicle. At replacing one tanker for another, when the combine moves along the field, not only the time for unloading grain will be eliminated, but also the organizational time for waiting for vehicles transporting grain from combines to processing or storage sites. A system of automatic replacement of an exchangeable grain-filled tanker by an empty one in a proposed sorghum harvester, which implements an inertial-stripping method for threshing broom crops on the root, is

described. This system allows, when filling one of the exchangeable tanker, to turn off the grain supply to it, redirecting the threshed grain mass to the compensator. The grain-filled tanker is replaced by an empty one and at the same time descends to the field for further transportation by a robotic manipulator to the edge of the field for unloading grain into a vehicle or grain reloader. The parameters of the system for automatic replacement of a grain-filled exchangeable tanker with an empty one using the Rechtshafner plan have been optimized. According to the optimization criterion, i.e. the degree of filling of the exchangeable tanker with grain by 95%, the ranges of optimal values of the selected system parameters are determined: the angle of installation of the exchangeable tanker with respect to the horizon should be from 30 to 34°, the volume of the grain pipeline of the feeding unit – from 4.7 to 5.6 liters, the installation height of the end sensor of the grain supply flap in the exchangeable tanker – from 130 up to 150 mm. For practical application, the following values of basic parameters are accepted: the angle of installation of the exchangeable tanker with respect to the horizon is 30°, the volume of the grain pipeline from the compensator gate to the tanker inlet is 5 liters and the installation height of the end sensor of the grain supply overlap flap in the exchangeable tanker is 140 mm.

**Keywords:** grain sorghum, sorghum harvester, exchangeable tanker, degree of filling, tanker replacement system, optimal design parameters

**For citation:** Ryadnov A.I., Tronev S.V., Sharipov R.V., Pavlovsky D.S. Parametric optimization of the system for replacing exchangeable tankers of a sorghum harvester. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):79-89. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_79-89](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_79-89).

## Введение

Одним из важных этапов завершения сельскохозяйственного года является уборка урожая сельскохозяйственных культур. В настоящее время на уборке зерновых культур используется в основном технология сплошного среза растений, которая имеет существенные недостатки: самые высокие затраты труда и средств, существенные потери урожая, травмирование зерна, неблагоприятное воздействие на почву тяжелыми зерноуборочными комбайнами и транспортом для сбора зерна из бункеров комбайнов [8]. В связи с этим учеными и специалистами научных и учебных организаций и конструкторских бюро ведутся разработки новых технологий уборки зерновых культур [2, 10]. В частности, предложена технология уборки зерновых культур методом очеса растений на корню и машины для ее реализации [12, 15], при этом существенно растет производительность комбайна (в 1,5–2,0 раза) и снижается расход топлива (на 35–50%), однако дробление зерна, например озимой пшеницы, достигает 1,9% [1]. Эта технология позволяет существенно сократить сроки уборки, однако требуется ее дальнейшее совершенствование.

От выполнения агротехнических требований на технологические операции возделывания и уборки зерновых культур существенно зависит валовый сбор зерна. В частности, при уборке зерновых культур необходимо строгое соблюдение агротехнических сроков выполнения каждой предусмотренной технологической операции. Для большинства культур как зерновых, так и метелочных продолжительность уборки не должна превышать пяти календарных дней [6, 11, 14]. Только в этом случае потери зерна будут находиться на допустимом уровне, так как при нарушении агротехнических сроков уборки зерновых культур недобор урожая достигает 23–30% [9], а при уборке зерновых культур на семена снижается их качество [11, 16].

Сократить продолжительность уборки до оптимальных сроков можно за счет исключения потерь времени на выгрузку зерна из бункера комбайна в транспортное средство [5, 14, 17]. Это может быть достигнуто путем использования комбайна, который имеет возможность замены заполненного зерном бункера пустым сменным. При этом заполненный зерном бункер должен сбрасываться на поле или перегружаться в транспортное средство без остановки комбайна.

При замене заполненного зерном бункера пустым при движении комбайна по полю будет исключено не только время на выгрузку зерна из бункера, но и организаци-

онное время на ожидание транспортных средств, обеспечивающих транспортировку зерна от комбайнов к местам переработки или хранения. Только за счет исключения времени на выгрузку зерна из бункера, как показали наши исследования работы соргоуборочного комбайна методом сплошного хронометража, коэффициент использования времени смены увеличивается с 0,62 до 0,72, т. е. на 16%.

#### **Постановка задачи и метод решения**

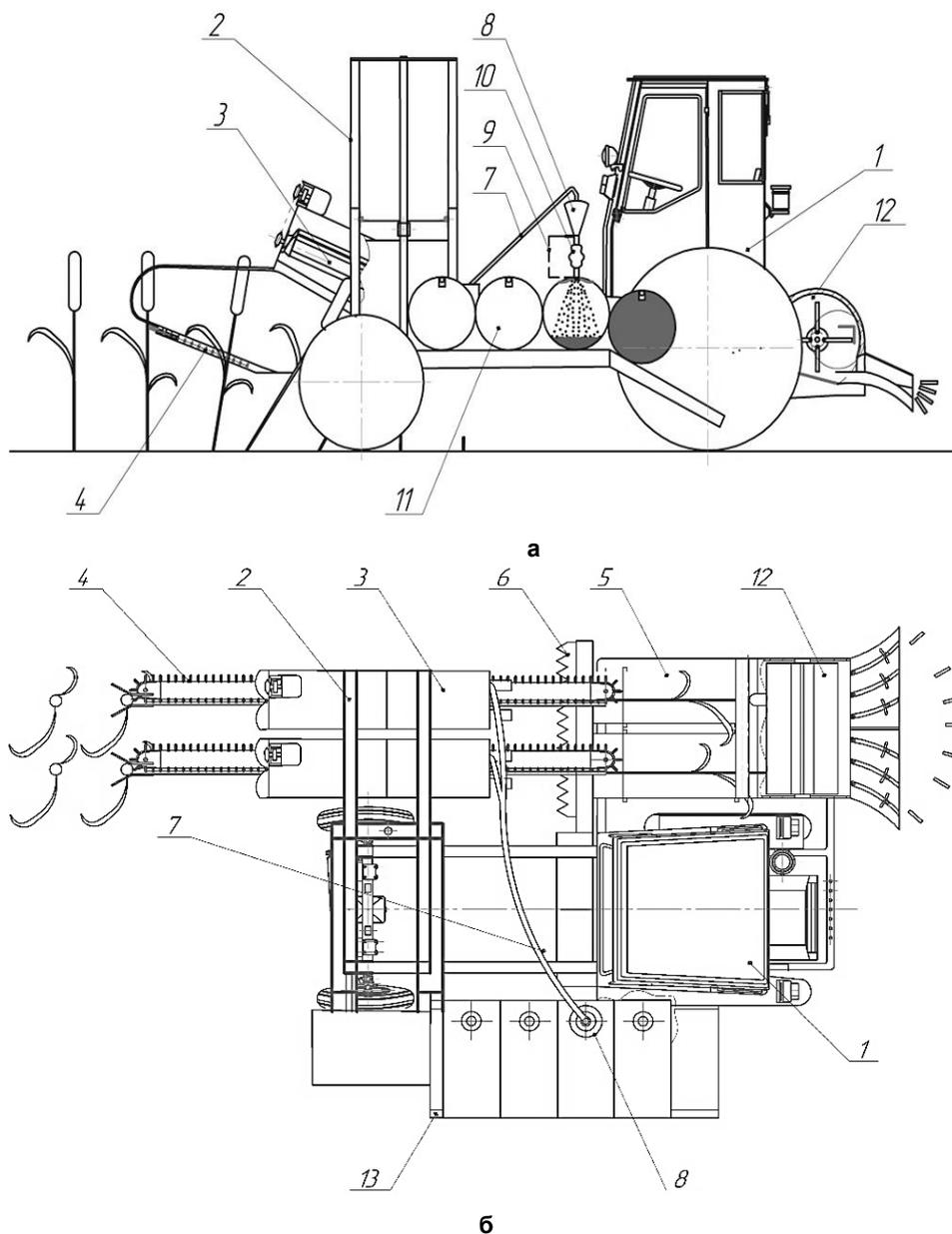
В Волгоградском ГАУ разработан экспериментальный навесной соргоуборочный комбайн с обмолотом метелочных культур на корню молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа [15]. Данный соргоуборочный комбайн явился базовой моделью ряда других навесных и прицепных соргоуборочных комбайнов, в том числе двухмодульного комбайна, оборудованного системой замены заполненного зерном бункера на пустой сменный (патенты РФ 2754450, 2744619, 2496296 и др.).

Общий вид экспериментального соргоуборочного комбайна представлен на рисунке 1, а его схематичное изображение – на рисунке 2.



**Рис. 1. Экспериментальный соргоуборочный комбайн**

Экспериментальный соргоуборочный комбайн работает следующим образом. Перед началом уборки зернового сорго гидравлической навеской 2 (рис. 2) устанавливают прямоточную выносную молотильную камеру 3 на заданную высоту, которая соответствует высоте убираемой культуры. На опору 13 самоходного шасси 1 загружают сменные бункеры 11. Сменные бункеры могут быть в виде параллелепипеда, цилиндра, пирамиды или шара. В представленных исследованиях сменный бункер имел форму цилиндра. Опора 13 оборудована цепным транспортером, который приводится в движение от электродвигателя, управляемого системой автоматического перекрытия зерна, поступающего от молотильно-сепарирующего устройства прямоточной выносной молотильной камеры 3 в сменный бункер, захватами бункера, обеспечивающими их расположение в заданном положении, и устройством наклона бункеров. Кроме того, задняя часть опоры 13 выполнена с наклоном в сторону поверхности поля. Опору можно также регулировать по ее наклону к самоходному шасси от горизонтального положения до вертикального с интервалом 5°. Вертикальная установка опоры используется при движении комбайна по дорогам общего пользования.

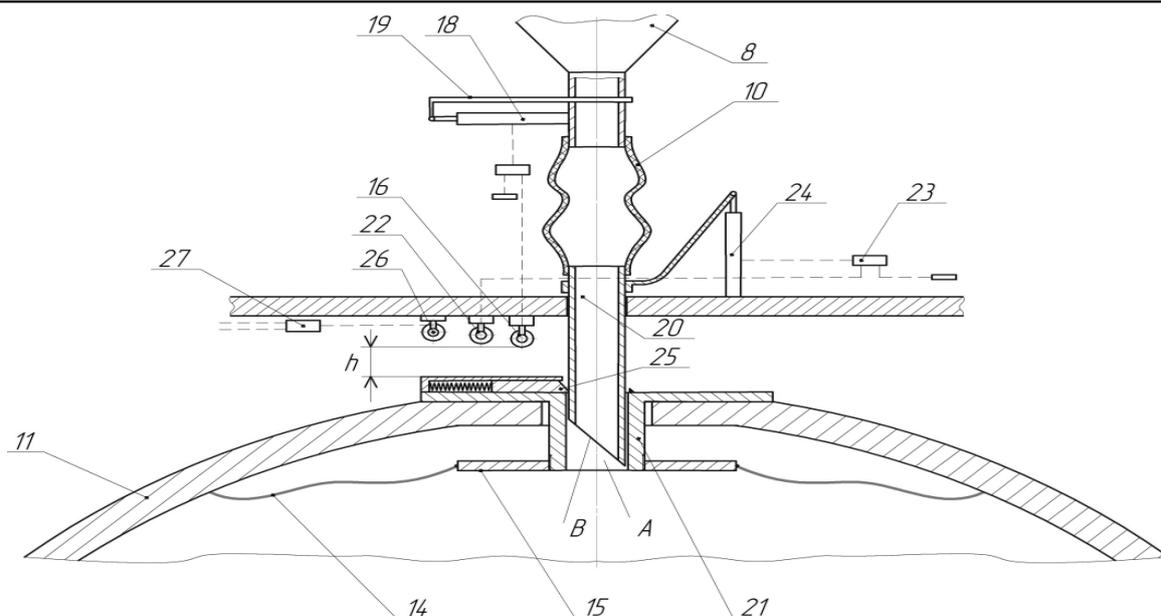


**Рис. 2. Схема экспериментального соргоуборочного комбайна:  
а – вид сбоку; б – вид сверху**

При движении комбайна по полю растения зернового сорго захватываются нормализатором 4, который подает их на инерционно-очесный обмолот в прямооточную выносную молотильную камеру 3. Обмолоченные растения срезаются жаткой 5 комбайна, подаются транспортером 6 к измельчителю 12 на измельчение и разбрасывание по полю.

Обмолоченное молотильно-сепарирующим устройством прямооточной выносной молотильной камеры 3 зерно вентиляционной системой подается по трубопроводу 7 через компенсирующую 8 и промежуточную 10 емкости в сменный бункер 11.

При заполнении до заданного объема сменного бункера 11, размещенного в данный момент времени под компенсирующей 8 и промежуточной 10 емкостями, срабатывает система 9 автоматического перекрытия подачи зерна в сменный бункер 11, схема которой представлена на рисунке 3.



**Рис. 3. Система автоматического перекрытия подачи зерна, поступающего от молотильно-сепарирующего устройства в сменный бункер**

Система автоматического перекрытия подачи зерна в сменный бункер работает следующим образом. При заполнении зерном бункера 11 зерно воздействует на полотно 14 и соединенное с ним кольцо 15, которое по мере заполнения бункера зерном перемещается вверх вместе с втулкой 21. При касании верхней поверхности клапана 25, закрепленного сверху втулки 21, концевого датчика 16 срабатывает реле устройства 18 перемещения затвора 19. Затвор 19 перекрывает поступление зерна из компенсирующей емкости 8 в промежуточную емкость 10 и в сменный бункер 11. Зерно из промежуточной емкости 10 и трубки 20 высыпается в бункер 11.

Затем, после срабатывания концевого датчика 22 и реле 23, включается устройство 24 подъема трубки 20, которое перемещает трубку 20 в верхнее положение. Клапан 25 под действием пружины перекрывает проходное отверстие *A* во втулке 21 и закрывает бункер 11. Одновременно с этим срабатывают концевой датчик 26 и реле 27, которое подключает электродвигатель механизма замены бункеров. Заполненный зерном бункер спускается на поле по наклонной части опоры 13, а очередной сменный бункер с помощью захватов цепного механизма устанавливает его в необходимое положение и подается на заполнение зерном.

Движение сменных бункеров осуществляется до подачи сигнала от концевого датчика 26 на остановку движения цепного транспортера. Одновременно с этим срабатывает концевой датчик 22, связанный электрической цепью с реле 23, которое включает устройство 24 подъема трубки. Трубка 20 опускается, клапан 25 обеспечивает опускание трубки 20 в сменный бункер. При этом срабатывает реле 16, и устройство 18 перемещает затвор 19, открывая проход зерна из компенсирующей емкости 8 и от прямой выносной молотильной камеры 3 в сменный бункер 11, установленный под заполнение зерном.

Заполненный зерном сменный бункер заменяется пустым и одновременно опускается на поле для дальнейшей транспортировки роботизированным манипулятором на край поля для выгрузки зерна в транспортное средство или перегружатель зерна.

При заполнении зерном всех сменных бункеров на комбайн устанавливается комплект других сменных бункеров.

Качественная работа экспериментального соргоуборочного комбайна при уборке сорго, в частности зернового, будет достигнута при оптимальных геометрических и кинематических параметрах всех систем и механизмов комбайна. В связи с этим цель настоящей работы – оптимизация основных конструктивных параметров системы замены зерновых бункеров.

При заполнении сменного бункера зерном важно не допускать пересыпания зерна из зернопровода (от затвора компенсатора до входного отверстия бункера) во время смены заполненного зерном бункера пустым сменным и потерь зерна при перекрытии клапаном входного отверстия бункера. Кроме того, необходимо максимально использовать объем бункера.

В связи с этим выбран критерий оптимизации системы замены зерновых бункеров – степень заполнения зерном объема сменного бункера, определяемая коэффициентом заполнения сменного бункера  $K_3$ :

$$K_3 = 1 - \sqrt{\left(1 - \frac{V_\phi}{V_T}\right)^2}, \quad (1)$$

где  $V_\phi$  – фактический объем заполненного зерном сменного бункера, л;

$V_T$  – теоретический объем сменного бункера, л.

Предварительные экспериментальные исследования позволили установить – бункер до момента перекрытия затвором подачи зерна из компенсирующей емкости в промежуточную емкость должен быть заполнен в среднем на 95%.

На экспериментальный соргоуборочный комбайн было установлено 4 сменных бункера. Объем каждого бункера равен 200 л.

Степень заполнения зерном сменного бункера определялась с использованием мерной емкости, объем которой равнялся 220 л. При этом мерная емкость размещалась на устройстве, позволяющем имитировать колебания сменного бункера за время его наполнения зерном при движении соргоуборочного комбайна по полю. Точность измерения степени заполнения зерном сменного бункера  $\pm 1$  л.

В результате полевых исследований экспериментального соргоуборочного комбайна, оборудованного системой замены бункера, заполненного зерном, на пустой сменный, на уборке зернового сорго сорта Премьер на опытном поле УМПЦ «Горная Поляна» Волгоградского ГАУ выявлено, что наибольшее влияние на степень заполнения сменного бункера зерном оказывают:

- угол установки сменного бункера по отношению к горизонту;
- объем зернопровода от затвора компенсатора до входного отверстия бункера;
- высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер.

Исследуемый диапазон изменения угла установки сменного бункера по отношению к горизонту выбираем из следующих положений. Известно, что при работе машинно-тракторных агрегатов на уклонах поверхности поля  $5-7^\circ$  наблюдается снижение его рабочей скорости, а также ухудшаются условия труда механизатора [3]. В данной работе отмечается также, что в ЦЧР РФ имеются поля с особо опасными уклонами ( $10^\circ$  и более). В связи с этим для обеспечения горизонтального расположения сменного бункера при движении комбайна поперек уклона поля минимальный угол установки сменного бункера должен быть  $10^\circ$ . С целью исключения возможного опрокидывания комбайна с полностью заполненным зерном сменным бункером при движении комбайна поперек уклона поля с особо опасным уклоном при расположении сменных бункеров ниже по склону, чем шасси комбайна, максимальный угол установки сменного бункера, как показали расчеты, должен быть не более  $40^\circ$ .

Минимальное значение второго выбранного для оптимизации конструктивного параметра – объема зернопровода подающего блока (объема зернопровода от затвора компенсатора до входного отверстия бункера) – определяется размерами трубки 20 (рис. 3), диаметр и длина которой рассчитываются с учетом ее конструктивных параметров, толщины клапана 25, высоты датчика 16 и кронштейна его крепления, а длина – еще и минимально возможным перемещением ее с целью выхода из сменного бункера. Расчеты показали, что минимальное значение второго оптимизируемого показателя равно 2,0 л, то есть этот объем составляет 1,0% объема сменного бункера.

Максимальное значение объема зернопровода от затвора компенсатора до входного отверстия бункера определено предварительными исследованиями и равно 8 л, что составляет 4,0% объема сменного бункера.

Высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер определена следующим образом. Минимальное значение выбрано исходя из возможности заполнения бункера зерном на 92%, а максимальное – на 100%.

Для выбранных оптимизируемых параметров назначены уровни и интервалы их варьирования (табл. 1).

Таблица 1. Оптимизируемые параметры, их уровни и интервалы варьирования

Параметр	Уровни фактора			Интервал варьирования, ε
	0	-1	+1	
$x_1$ – угол установки сменного бункера, град.	25	10	40	15
$x_2$ – объем зернопровода подающего блока, л	5	2	8	3
$x_3$ – высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер, мм	130	80	180	50

Настройка системы замены бункера, заполненного зерном, пустым сменным осуществлялась по принятой методике исследования, а оптимизация трех выбранных ее конструктивных параметров – по предельно насыщенному плану Рехтшафнера. По специальной программе для ЭВМ определены коэффициенты уравнения регрессии, значимость которых оценивалась по критерию Стьюдента.

### Результаты и их обсуждение

В результате расчетов получены уравнения регрессии в кодированном виде для изменения доли заполнения сменного бункера зерном в зависимости от исследуемых параметров:

$$K_3 = 0,947 + 0,019x_1 + 0,001x_2 + 0,003x_3 + 0,005x_1x_2 + 0,003x_1x_3 + 0,003x_2x_3 - 0,022x_1^2 - 0,026x_2^2 - 0,011x_3^2. \quad (2)$$

Полученная математическая модель (2) проверялась на адекватность с использованием критерия Фишера [13]:

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S^2(y)}, \quad (3)$$

где  $S^2(y) = \sum_1^N \sum_1^n (y_{iq} - \bar{y}_i)^2 / N(n - 1)$  – дисперсия ошибки опыта;

$S_{ад}^2 = n \sum_1^n (y_l - \bar{y}_i)^2 / (N - [k - 1])$  – дисперсия неадекватности модели;

$y_l$  – случайная величина, рассчитанная по математической зависимости;

$y_i$  – среднееарифметическое значение случайной величины;

$y_{iq}$  – значение  $i$ -й величины в  $q$ -м опыте;

$n$  – число повторностей опыта;

$N$  – число строк матрицы плана;

$k$  – число параметров.

При исследовании критерия оптимизации – доли заполнения сменного бункера зерном – определено, что  $F = 1,033$ , то есть  $F_{0,05} > F$  (здесь  $F_{0,05} = 2,599$  – табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 5% [13]).

Таким образом, полученная математическая модель адекватна экспериментальным результатам.

По программе, предложенной в работе [4], определены оптимальные значения исследуемых параметров (табл. 2).

Таблица 2. Оптимальные значения выбранных для оптимизации конструктивных параметров

Параметр	Оптимальные значения
$x_1$ – угол установки сменного бункера, град.	<u>0,45</u> 32
$x_2$ – объем зернопровода подающего блока, л	<u>0,07</u> 5,2
$x_3$ – высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер, мм	<u>0,21</u> 141

Примечание: в числителе – в кодированном виде, в знаменателе – в раскодированном виде.

Для анализа и систематизации полученную математическую модель второго порядка привели к типовой канонической форме.

Расчетами на ЭВМ определены коэффициенты регрессии в канонической форме и значения критерия оптимизации в оптимальной точке  $Y_s$ .

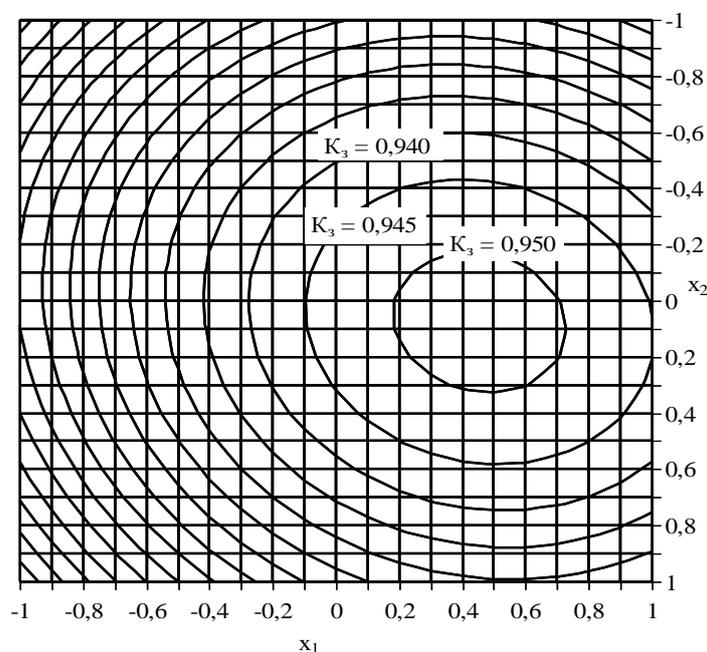
Уравнения регрессии в канонической форме (2) имеет вид

$$K_3 - 0,952 = -0,021X_1^2 - 0,027X_2^2 - 0,011X_3^2. \quad (4)$$

В связи с тем, что в уравнении (4) все коэффициенты при квадратных членах отрицательны, то поверхности откликов, описанные уравнением (2), представляют трехмерные параболоиды с координатами центров поверхностей в оптимальных значениях параметров.

При анализе двумерного сечения поверхностей отклика по уравнению регрессии (2) относительно угла установки сменного бункера ( $x_1$ ) и объема зернопровода подающего блока ( $x_2$ ), параметр – высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер – находился на уровне оптимального значения  $x_3 = 0,21$ .

Результаты расчетов представлены графически на рисунке 4.



**Рис. 4.** Двумерное сечение при изучении влияния параметров  $x_1$  и  $x_2$  при  $x_3 = 0,21$  на коэффициент заполнения зерном сменного бункера  $K_3$

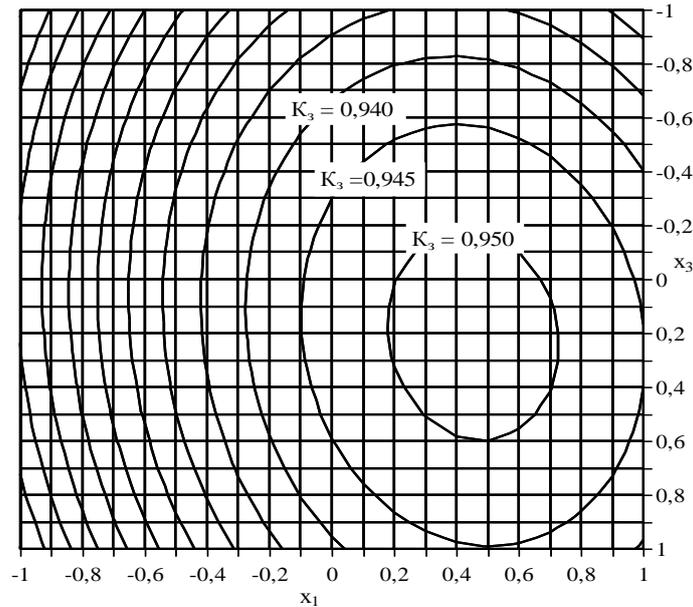
В соответствии с рисунком 4 можно рекомендовать следующие диапазоны оптимальных значений параметров:  $x_1$  – от 0,3 до 0,6; и  $x_2$  – от  $-0,1$  до  $-0,2$ .

При анализе двумерного сечения поверхностей отклика по уравнению регрессии (2) относительно угла установки сменного бункера ( $x_1$ ) и высоты установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер ( $x_3$ ), параметр – объем зернопровода подающего блока – фиксировался на уровне оптимального значения  $x_2 = 0,07$ .

Результаты расчетов представлены графически на рисунке 5.

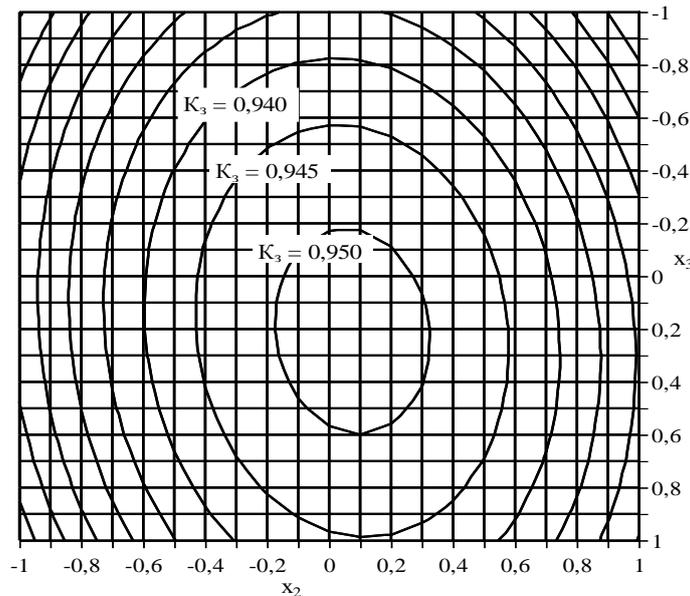
В соответствии с рисунком 5 можно рекомендовать следующие диапазоны оптимальных значений параметров:  $x_1 = 0,3-0,6$  и  $x_3 = 0-0,4$ .

При анализе двумерного сечения поверхностей отклика по уравнению регрессии (2) относительно объема зернопровода подающего блока ( $x_2$ ) и высоты установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер ( $x_3$ ) параметр – угол установки сменного бункера – фиксировался на уровне оптимального значения  $x_1 = 0,45$ .



**Рис. 5.** Двумерное сечение при изучении влияния параметров  $x_1$  и  $x_3$  при  $x_2 = 0,07$  на коэффициент заполнения зерном сменного бункера  $K_3$

Результаты расчетов представлены графически на рисунке 6.



**Рис. 6.** Двумерное сечение при изучении влияния параметров  $x_2$  и  $x_3$  при  $x_1 = 0,45$  на коэффициент заполнения зерном сменного бункера  $K_3$

В соответствии с рисунком 6 можно рекомендовать следующие диапазоны оптимальных значений параметров:  $x_2$  – от  $-0,1$  до  $-0,2$  и  $x_3$  – от  $0$  до  $-0,4$ .

Анализ двумерных сечений, представленных на рисунках 4, 5 и 6, показал, что для выбранной степени заполнения зерном объема сменного бункера, равной 95% ( $K_3 = 0,95$ ), могут быть рекомендованы следующие диапазоны оптимальных значений параметров:

$x_1$  – от  $0,3$  до  $0,6$  ( $30$ – $34^\circ$ ),  $x_2$  – от  $-0,1$  до  $-0,2$  ( $4,7$ – $5,6$  л),  $x_3$  – от  $0$  до  $0,4$  ( $130$ – $150$  мм).

Для удобства при практическом применении оптимальных значений параметров системы автоматической замены заполненного зерном сменного бункера пустым в конструкции соргоуборочного комбайна принято, что угол установки сменного бункера по отношению к горизонту должен быть равным  $30^\circ$ , объем зернопровода от затвора компенсатора до входного отверстия бункера – 5 л и высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер – 140 мм.

Таким образом, определены оптимальные значения параметров системы автоматической замены заполненного зерном сменного бункера пустым, обеспечивающие заполнение зерном сменных бункеров на 95%.

### **Заключение**

Оптимизация конструктивных параметров системы замены сменных бункеров соргоуборочного комбайна осуществлялась по плану Рехтшафнера.

По критерию оптимизации – степени заполнения сменного бункера зерном на 95% – определены диапазоны оптимальных значений выбранных параметров конструкции системы замены сменных бункеров соргоуборочного комбайна:

- угол установки сменного бункера по отношению к горизонту – от 30 до 34°;
- объем зернопровода подающего блока – от 4,7 до 5,6 л;
- высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный блок – от 130 до 150 мм.

Для практического применения приняты следующие значения базовых параметров:

- угол установки сменного бункера по отношению к горизонту – 30°;
- объем зернопровода от затвора компенсатора до входного отверстия бункера – 5 л;
- высота установки концевого датчика заслонки перекрытия подачи зерна в сменный бункер – 140 мм.

### **Список источников**

1. Бурьянов М.А., Бурьянов А.И., Червяков И.В. и др. Разработка и совершенствование методов обоснования технологии комбайновой уборки зерновых колосовых культур очесом // Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 2(38). С. 59–72.
2. Виневский Е.И., Папуша С.К., Жадько В.В. Оценка конкурентоспособности отечественных и зарубежных зерноуборочных комбайнов // Сельский механизатор. 2022. № 1. С. 6–7.
3. Ворохобин А.В. Повышение устойчивости движения колесного трактора корректированием вертикальных нагрузок на колеса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. № 4(67). С. 63–72. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.4.63.
4. Дегтярев Ю.П., Филатов А.И. Регрессионный анализ на ПЭВМ // Повышение надежности и эффективности использования сельскохозяйственной техники: труды Волгоградского СХИ. Волгоград: ВолСХИ. 1992. С. 128–131.
5. Ломакин С.Г., Бердышев В.Е. Условия уборки зерна в Российской Федерации и обеспеченность сельскохозяйственных предприятий зерноуборочными комбайнами // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2016. № 4(74). С. 11–15.
6. Маслов Г.Г. Оптимизация продолжительности уборки озимой пшеницы многофункциональным агрегатом // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 6. С. 48–51.
7. Маслов Г.Г., Палапин А.В., Ринас Н.А. Оптимизация продолжительности уборки зерновых культур и основных параметров многофункционального агрегата // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. 2014. № 2. С. 3–8.
8. Маслов Г.Г., Папуша С.К., Юдина Е.М. и др. Принципы совершенствования технологии уборки зерновых колосовых культур методом очёса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3(95). С. 145–150. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-145-150.
9. Маслов Г.Г., Ткаченко В.Т. Проблемы повышения качества механизированных работ // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107. С. 318–332.
10. Маслов Г.Г., Юдина Е.М., Палагута А.А. и др. Инновационно-технологические предпосылки повышения конкурентоспособности зерна // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 132. С. 249–264.
11. Орбинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В. и др. Исследование качественных показателей семян озимой пшеницы при комбайновой уборке и послеуборочной обработке // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 21(184). С. 84–97.
12. Ридный С.Д., Фусточенко А.Ю. К вопросу об уборке зерновых методом очёсывания на корню // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. № 1-2. С. 244–245.
13. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента: справочное руководство. Москва: Наука, 1971. 192 с.
14. Ряднов А.И., Федорова О.А., Поддубный О.И. Потери зерна от увеличения сроков уборки зерновых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2(58). С. 375–384. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-37.
15. Ряднов А.И., Шарипов Р.В. Совершенствование конструкции соргоуборочного комбайна // Сельский механизатор. 2019. № 7. С. 10–11.
16. Тарасенко А.П., Орбинский В.И., Гиевский А.М. и др. Улучшение качества зернового вороха при уборке и послеуборочной обработке // Техника и оборудование для села. 2009. № 5. С. 23–26.
17. Шабанов Н.И. Резервы повышения эффективности комбайновой уборки зерновых культур // Вестник аграрной науки Дона. 2014. Т. 4, № 28. С. 23–29.

**Reference**

1. Burianov M.A., Buryanov A.I., Chervyakov I.V. et al. Design and improvement of methods for substantiating the technology of combine harvesting of grain crops by tow. *Don Agrarian Science Bulletin*. 2017;2(38):59-72. (In Russ.).
2. Vinevskij E.I., Papusha S.K., Zhad'ko V.V. Assessment of the competitiveness of domestic and foreign grain harvesters. *Selskiy Mechanizator*. 2022;1:6-7. (In Russ.).
3. Vorokhobin A.V. Improving the stability of a wheeled tractor motion by adjusting vertical loads on the wheels. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;4(67):63-72. DOI: 10.17238/issn2071-2243. 2020.4.63. (In Russ.).
4. Degtyarev Yu.P., Filatov A.I. Regression analysis on a PC: Proceedings of Volgograd Agricultural Institute. Volgograd: Volgograd Agricultural Institute Publishers; 1992:128-131. (In Russ.).
5. Lomakin S.G., Berdyshev V.E. Conditions of grain harvesting in the Russia and availability of combine harvesters in agricultural enterprises. *Vestnik of Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University Named After V.P. Goryachkin"*. 2016;4(74):11-15. (In Russ.).
6. Maslov G.G. Optimization of duration of winter wheat harvesting by means of a multifunctional unit. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2016;6:48-51. (In Russ.).
7. Maslov G.G., Palapin A.V., Rinas N.A. Optimization of the duration of harvesting grain crops and the main parameters of a multifunctional unit. *Bulletin of Sukhoi State Technical University of Gomel*. 2014;2:3-8. (In Russ.).
8. Maslov G.G., Papusha S.K., Yudina E.M. et al. Principles of improving the technology of harvesting cereal crops using the tow method. *Isvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;3(95):14-150. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-145-150. (In Russ.).
9. Maslov G.G., Tkachenko V.T. Improving the quality of mechanized operations. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015;107:318-332. (In Russ.).
10. Maslov G.G., Yudina E.M., Palaguta A.A. et al. Innovative and technological prerequisites for increasing the competitiveness of grain. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2017;132:-264. (In Russ.).
11. Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Chernyshov A.V. et al. Research of qualitative indicators of winter wheat seeds during combine harvesting and postharvest processing. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2020;21(184):84-97. (In Russ.).
12. Ridny S.D., Fustochenko A.Yu. On the harvesting standing grain crops by combing method. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2012;1-2:244-245. (In Russ.).
13. Rumshinsky L.Z. Mathematical processing of experimental results: reference guide. Moscow: Nauka Publishers; 1971. 192 p. (In Russ.).
14. Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Poddubny O.I. Grain losses from increase terms of harvesting grain crops. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2020;2(58):375-384. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-37. (In Russ.).
15. Ryadnov A.I., Sharipov R.V. Improving the design of sorghum harvester. *Selskiy Mechanizator*. 2019;7:10-11. (In Russ.).
16. Tarasenko A.P., Orobinsky V.I., Gievsky A.M. et al. Grain heap quality improvement during harvesting and postharvest processing. *Machinery and Equipment for Rural Areas*. 2009;5:23-26. (In Russ.).
17. Shabanov N.I. Reserves for increasing the efficiency of combine harvesting of grain crops. *Don Agrarian Science Bulletin*. 2014;4.28:23-29. (In Russ.).

**Информация об авторах**

А.И. Ряднов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», alex.rjadnov@mail.ru.

С.В. Тронеv – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», stronev@mail.ru.

Р.В. Шарипов – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», renat\_sharipov@mail.ru.

Д.С. Павловский – аспирант кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», dima.pavlovskiy.20@inbox.ru.

**Information about the authors**

A.I. Ryadnov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honorary Figure of Russian Higher Education, Professor, the Dept. of Operation and Technical Service of Machines in Agriculture, Volgograd State Agrarian University, alex.rjadnov@mail.ru.

S.V. Tronev, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Professor, the Dept. of Operation and Technical Service of Machines in Agriculture, Volgograd State Agrarian University, stronev@mail.ru.

R.V. Sharipov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Operation and Technical Service of Machines in Agriculture, Volgograd State Agrarian University, renat\_sharipov@mail.ru.

D.S. Pavlovskiy, Postgraduate Student, the Dept. of Operation and Technical Service of Machines in Agriculture, Volgograd State Agrarian University, dima.pavlovskiy.20@inbox.ru.

Статья поступила в редакцию 18.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 02.04.2024.

The article was submitted 18.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 02.04.2024.

© Ряднов А.И., Тронеv С.В., Шарипов Р.В., Павловский Д.С., 2024

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

Научная статья

УДК 631.243

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_90

EDN: EWFSAY

### Обоснование параметров системы разгрузки цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции

Владимир Викторович Васильев<sup>1✉</sup>, Дарья Дмитриевна Афоничева<sup>2</sup>,  
Игорь Игоревич Аксенов<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup> vasiliev.vladimir87@mail.ru✉

**Аннотация.** Сохранность урожая является одной из самых важных задач, стоящих перед сельхозтоваро-производителями. Оптимальным способом хранения сыпучей продукции, в первую очередь зерна, являются бункеры. Предложен цилиндрический бункер для хранения с.-х. продукции с повышенной производительностью разгрузки. Выполнение в фундаменте цилиндрического бункера сквозных дополнительных каналов с транспортерами обеспечивает равномерную разгрузку бункера по всей его площади с минимальными остатками продукции на полу. При этом установленные в сквозных дополнительных каналах транспортеры работают независимо друг от друга, что позволяет реализовать максимально возможную подачу продукции на каждый транспортер. Высокая производительность разгрузки цилиндрического бункера достигается не только за счет выполнения в фундаменте сквозных дополнительных каналов с транспортерами, но и обоснования рациональных параметров системы разгрузки бункера, в которую входят центральный транспортер, транспортеры, расположенные в сквозных дополнительных каналах, воронки, устройства управления, регулирующие подачу продукции через воронки. Приведена методика обоснования параметров системы разгрузки бункера, которая позволяет определить фактические ширину и высоту желобов скребковых транспортеров, используемых для выгрузки сельскохозяйственной продукции из бункера. Данная методика основывается на том, что фактические ширина и высота желобов скребковых транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах, определяются из условия равенства технической производительности транспортера суммарной пропускной способности дополнительных воронок, связанных с данным транспортером, а фактические ширина и высота желобов скребкового центрального транспортера – из условия равенства технической производительности центрального транспортера сумме технических производительностей транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах, и суммарной пропускной способности воронок, связанных с центральным транспортером.

**Ключевые слова:** цилиндрический бункер, сельхозпродукция, хранение, сквозной канал, скребковый транспортер, желоб, воронка, производительность

**Для цитирования:** Васильев В.В., Афоничева Д.Д., Аксенов И.И. Обоснование параметров системы разгрузки цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 90–99. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_90](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_90)–99.

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

Original article

### Justification of the parameters of the unloading system of a cylindrical hopper for storing agricultural products

Vladimir V. Vasiliev<sup>1✉</sup>, Daria D. Afonicheva<sup>2</sup>, Igor I. Aksenov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,  
Voronezh, Russia

<sup>1</sup> vasiliev.vladimir87@mail.ru✉

**Abstract.** Crop safety is one of the most important targets facing agricultural producers. The optimal way to store bulk products, primarily grain, are hoppers. A cylindrical hopper for storing agricultural products (for example, grain) with increased unloading capacity is proposed. The implementation of additional open-ended channels with conveyors in the foundation of the cylindrical hopper ensures uniform unloading of the hopper over its entire area with minimal product residues on the floor. At the same time, the conveyors installed in the additional open-ended

channels operate independently of each other, which allows for the maximum possible supply of products to each conveyor. High unloading performance of a cylindrical hopper is achieved not only by performing additional open-ended channels with conveyors in the foundation, but also by substantiating the rational parameters of the hopper unloading system, which includes a central conveyor, conveyors located in additional open-ended channels, bins, control devices regulating the supply of products through the bins. The methodology for substantiating the parameters of the hopper unloading system is presented, which allows determining the actual width and height of the chutes of scraper conveyors used to unload agricultural products from the hopper. This technique is based on the fact that the actual width and height of the chutes of scraper conveyors located in additional open-ended channels are determined from the condition of equality of the technical productivity of the conveyor of the total throughput of additional bins associated with this conveyor, and the actual width and height of the chutes of the scraper central conveyor – from the condition of equality of the technical productivity of the central conveyor to the sum of the technical capacities of the conveyors located in additional open-ended channels and the total throughput of the bins connected to the central conveyor.

**Keywords:** cylindrical hopper, agricultural products, storage, open-ended channel, scraper conveyor, chute, bin, productivity

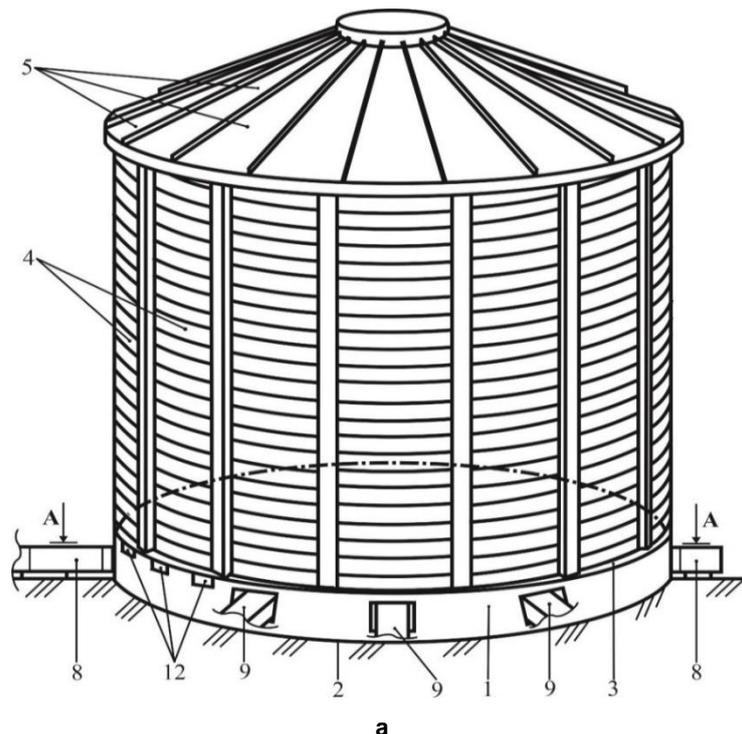
**For citation:** Vasiliev V.V., Afonicheva D.D., Aksenov I.I. Justification of the parameters of the unloading system of a cylindrical hopper for storing agricultural products. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):90-99. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_90-99](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_90-99).

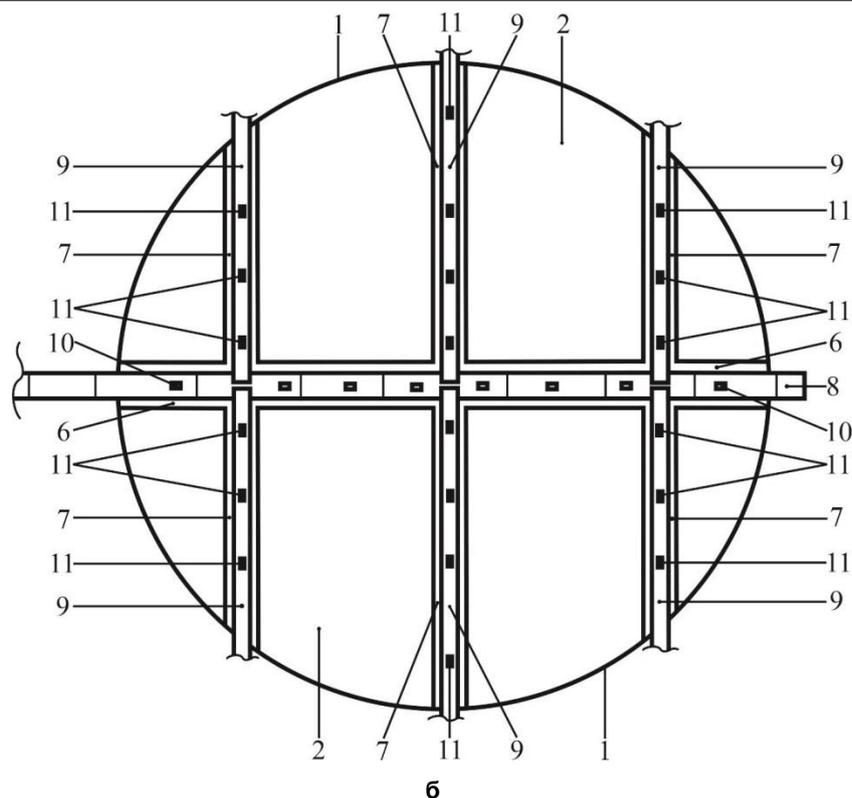
## Введение

Вопросы правильной организации хранения сельскохозяйственной продукции всегда были чрезвычайно актуальны для сельхозтоваропроизводителей. Оптимальными способами хранения сыпучей продукции, в первую очередь зерна, являются бункеры и силосы. В России широкое распространение получило хранение сыпучей сельскохозяйственной продукции в металлических цилиндрических бункерах, которые имеют различную конструкцию [4, 6, 10, 11, 13].

Проведенный анализ ряда известных технических решений, применяемых в России и других странах мира, показал, что они характеризуются низкой производительностью системы разгрузки, что особенно остро проявляется при большом диаметре бункера [4, 6, 8, 14–21].

Предложен цилиндрический бункер для хранения сельскохозяйственной продукции (например, зерна, гранулированного шрота и комбикорма, минеральных удобрений) с повышенной производительностью разгрузки [1, 12] (рис. 1).





**Рис. 1. Цилиндрический бункер для хранения сельскохозяйственной продукции:  
а – вид сбоку; б – разрез А-А**

Предложенный бункер содержит фундамент 1, имеющий пол 2 и фундаментную подушку 3, на фундамент 1 установлена в сборе боковая стенка 4, сверху которой закреплена в сборе крышка 5. В фундаменте 1 ниже пола 2 выполнены сквозной центральный канал 6, проходящий по всей длине диаметра фундамента 1, и сквозные дополнительные каналы 7, расположенные параллельно друг другу и пересекающие сквозной центральный канал 6 под прямым углом. В сквозном центральном канале 6 установлен центральный транспортер 8, выходящий за фундамент 1, в сквозных дополнительных каналах 7 – транспортеры 9, каждый из которых одним концом выходит за фундамент 1, а другим концом соединен с центральным транспортером 8, который связан с воронками 10, выполненными в полу 2 фундамента 1 вдоль сквозного центрального канала 6 (рис. 1 и 2). Транспортеры 9 связаны с дополнительными воронками 11, выполненными в полу 2 фундамента 1 и расположенными вдоль сквозных дополнительных каналов 7. По периметру фундамента 1 по обеим сторонам сквозного центрального канала 6 имеются аэрационные каналы 12, сверху которых установлены металлические решетки 13 (рис. 2).

Повышение производительности разгрузки цилиндрического бункера по сравнению с прототипом [8] достигается за счет следующих его конструктивных особенностей:

- выполнение в фундаменте ниже пола сквозных дополнительных каналов параллельно друг другу, которые пересекают сквозной центральный канал под прямым углом;
- установка в сквозных дополнительных каналах транспортеров, каждый из которых одним концом выходит за фундамент, а другим концом соединен с центральным транспортером, при условии, что установленные в сквозных дополнительных каналах транспортеры связаны с дополнительными воронками, выполненными в полу фундамента и расположенными вдоль сквозных дополнительных каналов [1, 12].

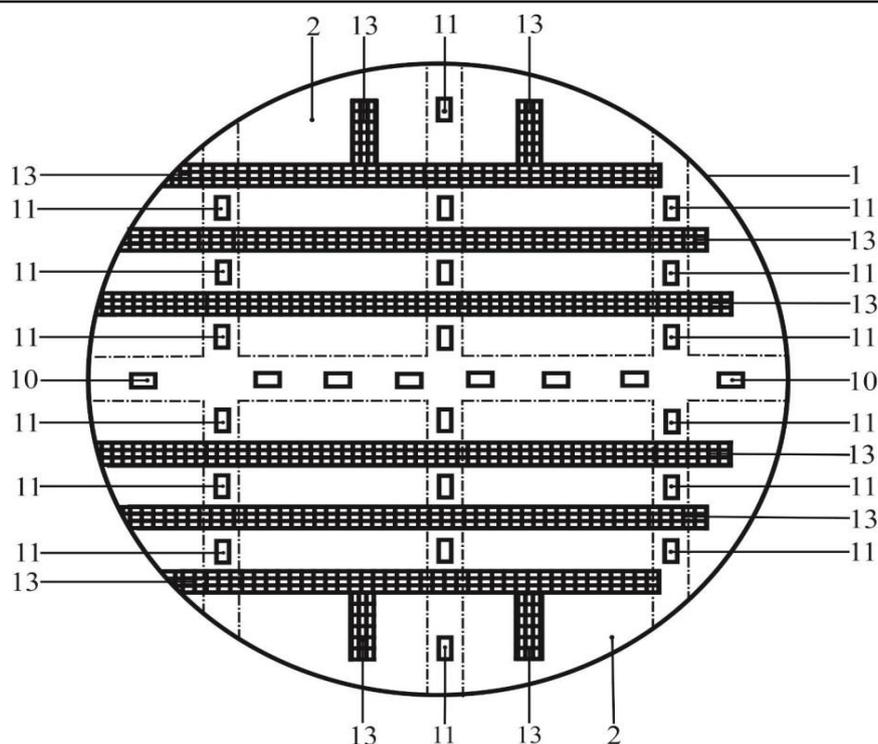


Рис. 2. Фундамент цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции: вид сверху

Наличие в фундаменте сквозных дополнительных каналов с транспортерами позволяет:

во-первых, обеспечивать равномерную разгрузку цилиндрического бункера по всей его площади с минимальными остатками сельскохозяйственной продукции на полу и работу установленных в дополнительных каналах транспортеров независимо друг от друга, тем самым создавать максимально возможную подачу продукции на каждый транспортер;

во-вторых, производить техническое обслуживание и ремонт транспортеров независимо от уровня заполнения бункера сельскохозяйственной продукцией, а при выходе из строя любого транспортера исключать экстренную остановку процесса.

Высокая производительность разгрузки цилиндрического бункера достигается не только за счет выполнения в фундаменте сквозных дополнительных каналов с транспортерами, но и обоснования рациональных параметров системы разгрузки бункера.

На основании вышеизложенного определена цель работы: обосновать параметры системы разгрузки цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции.

#### Методика исследования

Система разгрузки цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции включает в себя центральный транспортер 8, транспортеры 9, воронки 10 и дополнительные воронки 11, а также устройства управления, регулирующие подачу хранящейся продукции через воронки. На каждый транспортер 9 подается продукция через дополнительные воронки 11, выполненные в полу фундамента вдоль сквозного дополнительного канала. В свою очередь, на центральный транспортер продукция подается не только транспортерами 9, но и через воронки 10, выполненные в полу фундамента вдоль сквозного центрального канала, в котором установлен центральный транспортер 8.

Для обоснования параметров системы разгрузки цилиндрического бункера принимаем следующие условия:

$$\sum_{i=1}^{n_j} V_{двji} \leq \Pi_{Tj}; \quad \sum_{j=1}^m \Pi_{Tj} + \sum_{k=1}^z V_{Bk} \leq \Pi_{ЦТ}, \quad (1)$$

где  $V_{двji}$  – пропускная способность (максимальная подача)  $i$ -й дополнительной воронки, расположенной в зоне действия  $j$ -го транспортера, т/ч;

$n_j$  – количество дополнительных воронок, расположенных в зоне действия  $j$ -го транспортера;

$\Pi_{Tj}$  – техническая производительность  $j$ -го транспортера, т/ч;

$m$  – количество транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах;

$V_{Bk}$  – пропускная способность  $k$ -й воронки, расположенной в зоне действия центрального транспортера, т/ч;

$z$  – количество воронок, расположенных в зоне действия центрального транспортера;

$\Pi_{ЦТ}$  – техническая производительность центрального транспортера, т/ч.

Так как воронки имеют прямоугольное сечение, то пропускная способность любой воронки  $V$  рассчитывается по формуле [2, 3]

$$V = 3600v_c \rho_c l_B b_B k_y^2, \quad (2)$$

где  $v_c$  – скорость истечения хранящейся продукции из воронки, м/с;

$\rho_c$  – насыпная плотность хранящейся продукции, т/м<sup>3</sup>;

$l_B$  – длина воронки при входе в транспортер, м;

$b_B$  – ширина воронки при входе в транспортер, м;

$k_y$  – коэффициент учета наибольшего размера типичных кусков.

Для разгрузки цилиндрического бункера в качестве центрального транспортера и транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах, могут выбираться ленточные, скребковые или винтовые транспортеры. Как показывает практика [13, 14, 16, 18, 21], в цилиндрических бункерах наиболее целесообразно использовать скребковые транспортеры, которые зарекомендовали себя с наилучшей стороны. Учитывая вышеприведенное, принимаем следующее допущение: центральный транспортер и дополнительные транспортеры являются скребковыми. При этом техническая производительность каждого отдельного скребкового транспортера  $\Pi$  определяется из следующей зависимости [2, 5, 7, 9]:

$$\Pi = 3600b_{ж} h_{ж} v_{дс} \rho_c \psi_{ж} \varphi_{ж}, \quad (3)$$

где  $b_{ж}$  – ширина желоба транспортера, м;

$h_{ж}$  – высота желоба транспортера, м;

$v_{дс}$  – скорость движения скребков, м/с;

$\psi_{ж}$  – коэффициент заполнения желоба;

$\varphi_{ж}$  – коэффициент, учитывающий угол наклона транспортера.

Расчетные параметры всех воронок изначально устанавливаются в зависимости от требуемого времени истечения хранящейся продукции из воронки при полной загрузке цилиндрического бункера.

Для каждого транспортера, соединенного с  $n_j$  дополнительными воронками, параметры которых принимаются одинаковыми, с учетом неравенства (1) и выражений (2) и (3), должно выполняться следующее условие:

$$n_j v_C l_{\text{РДВ}} b_{\text{РДВ}} k_y^2 \leq b_{\text{РЖТ}} h_{\text{РЖТ}} v_{\text{ДС}} \psi_{\text{Ж}} \varphi_{\text{Ж}}, \quad (4)$$

где  $l_{\text{РДВ}}$  – расчетная длина дополнительной воронки, м;

$b_{\text{РДВ}}$  – расчетная ширина дополнительной воронки, м;

$b_{\text{РЖТ}}$  – расчетная ширина желоба транспортера, м;

$h_{\text{РЖТ}}$  – расчетная высота желоба транспортера, м.

Для центрального транспортера, соединенного с  $m$  транспортерами и  $z$  воронками, параметры которых должны быть одинаковыми, с учетом неравенства (1) и выражений (2) и (3), должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{j=1}^m q_{\text{Tj}} + z v_C l_{\text{РВ}} b_{\text{РВ}} k_y^2 \leq b_{\text{ЖЦТ}} h_{\text{ЖЦТ}} v_{\text{ДСЦТ}} \psi_{\text{ЖЦТ}} \varphi_{\text{ЖЦТ}}; \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m q_{\text{Tj}} = \frac{\sum_{j=1}^m \Pi_{\text{Tj}}}{3600 \rho_C}; \quad q_{\text{T}} = b_{\text{РЖТ}} h_{\text{РЖТ}} v_{\text{ДС}} \psi_{\text{Ж}} \varphi_{\text{Ж}},$$

где  $l_{\text{РВ}}$  – расчетная длина воронки, м;

$b_{\text{РВ}}$  – расчетная ширина воронки, м;

$b_{\text{ЖЦТ}}$  – ширина желоба центрального транспортера, м;

$h_{\text{ЖЦТ}}$  – высота желоба центрального транспортера, м;

$v_{\text{ДСЦТ}}$  – скорость движения скребков центрального транспортера, м/с;

$\psi_{\text{ЖЦТ}}$  – коэффициент заполнения желоба центрального транспортера;

$\varphi_{\text{ЖЦТ}}$  – коэффициент, учитывающий угол наклона центрального транспортера;

$q_{\text{Tj}}$  – подача  $j$ -го транспортера, расположенного в сквозном дополнительном канале, на центральный транспортер, м<sup>3</sup>/с.

### Результаты и их обсуждение

В связи с тем что транспортеры, расположенные в сквозных дополнительных каналах, могут быть соединены либо с тремя, либо с четырьмя дополнительными воронками (рис. 1), обоснование параметров ( $b_{\text{ФЖТ}}$  – фактическая ширина желоба скребкового транспортера, м;  $h_{\text{ФЖТ}}$  – фактическая высота желоба скребкового транспортера, м;  $l_{\text{ФДВ}}$  – фактическая длина дополнительной воронки, м;  $b_{\text{ФДВ}}$  – фактическая ширина дополнительной воронки, м) для каждого из названных вариантов выполняется отдельно соответственно при  $n_j = 3$  и  $n_j = 4$ .

Так как дополнительные воронки имеют изначальные расчетные показатели  $l_{\text{РДВ}}$  и  $b_{\text{РДВ}}$ , причем показатель  $b_{\text{РДВ}}$  регламентирует расчетное значение ширины желоба транспортера  $b_{\text{РЖТ}}$ , то  $b_{\text{РЖТ}} = 1,1 b_{\text{РДВ}}$ . Отсюда следует, что дальнейшее обоснование параметров желоба транспортера сводится к определению показателя  $h_{\text{РЖТ}}$ .

Для каждого транспортера, соединенного с  $n_j$  дополнительными воронками, расчетная высота желоба  $h_{\text{РЖТ}}$  будет равна

$$h_{\text{РЖТ}} = \frac{n_j v_C l_{\text{РДВ}} b_{\text{РДВ}} k_y^2}{b_{\text{РЖТ}} v_{\text{ДС}} \psi_{\text{Ж}} \varphi_{\text{Ж}}} \quad (6)$$

Зная показатель  $h_{\text{РЖТ}}$  при  $n_j = 3$  или  $n_j = 4$ , можно рассчитать коэффициент отношения расчетной ширины желоба к его расчетной высоте:

$$k_{\text{ЖТ}} = \frac{b_{\text{РЖТ}}}{h_{\text{РЖТ}}} \quad (7)$$

Если  $k_{\text{ЖТ}} = 2-4$  [5, 9], то параметры  $b_{\text{РЖТ}}$  и  $h_{\text{РЖТ}}$  желоба транспортера определены верно. На основании полученных данных подбирается скребковый транспортер с фактическими параметрами желоба  $b_{\text{ФЖТ}}$  и  $h_{\text{ФЖТ}}$ , установленными производителем. Причем выбор скребкового транспортера осуществляется при условии, что  $b_{\text{РЖТ}} \leq b_{\text{ФЖТ}}$  и  $h_{\text{РЖТ}} \leq h_{\text{ФЖТ}}$ . Также следует отметить, что в данном случае фактическая длина каждой дополнительной воронки при входе в транспортер  $l_{\text{ФДВ}}$  будет равна ее расчетной длине  $l_{\text{РДВ}}$ , а фактическая ширина  $b_{\text{ФДВ}}$  – расчетной ширине  $b_{\text{РДВ}}$ .

В случае, когда  $k_{\text{ЖТ}} \neq 2-4$ , определяется площадь поперечного сечения желоба транспортера:

$$F_{\text{ЖТ}} = h_{\text{РЖТ}} b_{\text{РЖТ}} \quad (8)$$

Из формулы (7) расчетная ширина желоба транспортера  $b_{\text{РЖТ}} = k_{\text{ЖТ}} h_{\text{РЖТ}}$ , тогда площадь поперечного сечения желоба транспортера составит

$$F_{\text{ЖТ}} = k_{\text{ЖТ}} h_{\text{РЖТ}}^2 \quad (9)$$

С учетом равенства (9) высота желоба транспортера будет равна

$$h_{\text{РЖТ}} = \sqrt{\frac{F_{\text{ЖТ}}}{k_{\text{ЖТ}}}} \quad (10)$$

Откорректированную ширину желоба  $b_{\text{РЖТ}}$  получаем на основании расчета по формуле (8), при условии, что  $h_{\text{РЖТ}}$  рассчитывается по формуле (10)

$$b_{\text{РЖТ}} = \frac{F_{\text{ЖТ}}}{h_{\text{РЖТ}}} \quad (11)$$

Зная расчетные значения  $h_{\text{РЖТ}}$  и  $b_{\text{РЖТ}}$ , определенные соответственно по формулам (10) и (11), выполняем подбор скребкового транспортера с фактической шириной  $b_{\text{ФЖТ}}$  и фактической высотой  $h_{\text{ФЖТ}}$ , установленными производителем. Выбор скребкового транспортера осуществляется при условии, что  $b_{\text{РЖТ}} \leq b_{\text{ФЖТ}}$  и  $h_{\text{РЖТ}} \leq h_{\text{ФЖТ}}$ . После выбора скребкового транспортера с установленными показателями  $b_{\text{ФЖТ}}$  и  $h_{\text{ФЖТ}}$  необходимо сравнить расчетную ширину дополнительной воронки при входе в транспортер  $b_{\text{РДВ}}$  с фактической шириной желоба транспортера  $b_{\text{ФЖТ}}$ . Если  $b_{\text{ФЖТ}} \geq 1,1 b_{\text{РДВ}}$ , то  $b_{\text{ФДВ}} = b_{\text{РДВ}}$ ,  $l_{\text{ФДВ}} = l_{\text{РДВ}}$ . В противном случае необходимо выполнить корректировки расчетной длины  $l_{\text{РДВ}}$  и расчетной ширины  $b_{\text{РДВ}}$  каждой дополнительной воронки. Площадь поперечного сечения дополнительной воронки рассчитывается по следующей формуле:

$$F_{\text{ДВ}} = b_{\text{РДВ}} l_{\text{РДВ}} \quad (12)$$

С учетом условия  $b_{\text{ФЖТ}} \geq 1,1 b_{\text{РДВ}}$  ширина дополнительной воронки будет равна

$$b_{\text{РДВ}} = \frac{b_{\text{ФЖТ}}}{1,1} \quad (13)$$

Из равенств (12) и (13) откорректированная длина дополнительной воронки составит

$$l_{\text{РДВ}} = \frac{F_{\text{ДВ}}}{b_{\text{РДВ}}}. \quad (14)$$

На основании откорректированных значений получаем  $b_{\text{ФДВ}} = b_{\text{РДВ}}$ ,  $l_{\text{ФДВ}} = l_{\text{РДВ}}$ .

Подача скребкового транспортера на центральный транспортер определяется по фактическим значениям ширины и высоты желоба  $q_{\text{T}} = b_{\text{ФЖТ}} h_{\text{ФЖТ}} v_{\text{ДС}} \psi_{\text{Ж}} \varphi_{\text{Ж}}$ . Зная параметры подач транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах, можно найти сумму этих подач  $\sum_{j=1}^m q_{\text{Tj}}$ , которая необходима для обоснования параметров центрального транспортера.

Учитывая уже известные расчетные параметры воронки  $l_{\text{РВ}}$  и  $b_{\text{РВ}}$ , а также расчетную ширину желоба  $b_{\text{РЖЦТ}} = 1,1b_{\text{РВ}}$ , определяем расчетную высоту желоба для центрального транспортера по следующей формуле:

$$h_{\text{РЖЦТ}} = \frac{\sum_{j=1}^m q_{\text{Tj}} + z v_{\text{С}} l_{\text{РВ}} b_{\text{РВ}} k_{\text{У}}^2}{b_{\text{РЖЦТ}} v_{\text{ДСЦТ}} \psi_{\text{ЖЦТ}} \varphi_{\text{ЖЦТ}}}. \quad (15)$$

Далее, используя формулы (7) – (14), по вышеизложенной методике определяем такие параметры, как:

- $b_{\text{ФЖЦТ}}$  – фактическая ширина желоба центрального скребкового транспортера, м;
- $h_{\text{ФЖЦТ}}$  – фактическая высота желоба центрального скребкового транспортера, м;
- $l_{\text{ФВ}}$  – фактическая длина воронки, м;
- $b_{\text{ФВ}}$  – фактическая ширина воронки, м.

Техническую производительность центрального скребкового транспортера (производительность системы разгрузки бункера) определяем по формуле (3), учитывая фактические значения ширины  $b_{\text{Ж}} = b_{\text{ФЖЦТ}}$  и высоты желоба  $h_{\text{Ж}} = h_{\text{ФЖЦТ}}$ .

### Выводы

1. Повышение производительности разгрузки цилиндрического бункера для хранения сельскохозяйственной продукции достигается, в частности, за счет:

- выполнения в фундаменте, ниже пола, сквозных параллельных друг другу дополнительных каналов, пересекающих сквозной центральный канал под прямым углом;
- размещения в сквозных дополнительных каналах транспортеров, каждый из которых одним концом выходит за фундамент, а другим концом соединен с центральным транспортером, при условии, что транспортеры в сквозных дополнительных каналах связаны с дополнительными воронками, выполненными в полу фундамента вдоль сквозных дополнительных каналов;
- обоснования рациональных параметров системы разгрузки бункера.

2. Предложенная методика обоснования параметров системы разгрузки бункера позволяет определить фактические ширину и высоту желобов скребковых транспортеров, используемых для выгрузки сельскохозяйственной продукции из бункера, при этом расчетные параметры всех воронок изначально подбираются в зависимости от требуемого времени истечения продукции из воронки при полной загрузке цилиндрического бункера.

3. Предложенная методика обоснования параметров системы разгрузки бункера основана на том, что фактические ширина и высота желобов скребковых транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах, определяются из условия равенства технической производительности транспортера суммарной пропускной способности дополнительных воронок, связанных с данным транспортером, а фактические ширина и высота желобов скребкового центрального транспортера – из условия равенства технической производительности центрального транспортера сумме технических производительностей транспортеров, расположенных в сквозных дополнительных каналах, и суммарной пропускной способности воронок, связанных с центральным транспортером.

#### Список источников

1. Васильев В.В., Афоничева Д.Д., Аксенов И.И. Усовершенствованный цилиндрический бункер для хранения сельскохозяйственной продукции // Наука в Центральной России. 2023. Т. 64, № 4. С. 37–46. DOI: 10.35887/2305-2538-2023-4-37-46.
2. Дьячков В.К. Машины непрерывного транспорта: учебное пособие для вузов. Москва: Машгиз, 1961. 352 с.
3. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Машиностроение, 1987. 432 с.
4. Зимняков В.М., Сергеев А.Ю. Сооружения и оборудование для хранения сельскохозяйственной продукции: учебное пособие. Пенза: РИО ПГСХА, 2015. 207 с.
5. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. 2-е изд., перераб. и доп. Минск: Вышэйшая школа, 1983. 350 с.
6. Малин Н.И. Технология хранения зерна: учебник для студентов вузов. Москва: Колос, 2005. 280 с.
7. Моргачев В.Л. Подъемно-транспортные машины: учебник. Москва: Машиностроение, 1964. 345 с.
8. Система разгрузки цилиндрического бункера: пат. 2570189 Рос. Федерация. № 2013103427/11; заявл. 17.06.2011; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 34. 18 с.
9. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: учебное пособие. 3-е изд. перераб. Москва: Машиностроение, 1983. 487 с.
10. Тарасенко А.П., Баскаков И.В., Чернышов А.В. и др. Современные технологии хранения зерна в хозяйствах: учебное пособие. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2014. 135 с.
11. Федоренко В.Ф., Гольяпин В.Я. Перспективные технологии послеуборочной обработки и хранения зерна: научный аналитический обзор. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 200 с.
12. Цилиндрический бункер для хранения сельскохозяйственной продукции: пат. 2799277 Рос. Федерация. № 2023110466; заявл. 24.04.2023; опубл. 04.07.2023, Бюл. № 19. 10 с.
13. Юкиш А.Е., Ильина О.А. Техника и технология хранения зерна. Москва.: Дели принт, 2009. 718 с.
14. Bala B.K. Drying and storage of cereal grains: 2nd edition. United Kingdom, Wiley Blackwell, 2017. 336 p.
15. Boumans G. Grain handling and storage. Amsterdam etc.: Elsevier, 1985. 436 p.
16. Fayed M.E., Skocir Th.S. Mechanical conveyors: selection and operation. USA: Technomic Publishing Company, 1996. 485 p.
17. Ghali A. Circular storage tanks and silos. New York: SRC Press, 2000. 455 p.
18. McGuire P.M. Conveyors: application, selection and integration. CRC Press, 2009. 194 p.
19. Pat. US 2006/018739 A1. Agricultural silo auger system apparatus and method / Lambert C.F.; Appl. No.: 10/854,230; filed: 27.05.2004; published 26.01.2006. 12 p.
20. Pat. US 2020/223649 A1. Sweep conveyor assembly for use in a silo or granary / Forsberg G. Appl. No.: 16/626,967; filed: 27.12.2019; published 16.07.2020. 31 p.
21. Silva F.A.N., Horowitz B., Delgado J.M.P.Q. et al. Design of reinforced concrete silo. 1<sup>st</sup> edition. Springer International Publishing, 2019. 93 p.

**References**

1. Vasiliev V.V., Afonicheva D.D., Aksenov I.I. Advanced cylindrical bin for agricultural products storage. *Science in the Central Russia*. 2023;64(4):37-46. DOI: 10.35887/2305-2538. (In Russ.).
2. Diyachkov V.K. Steam-flow transportation machinery: study guide. Moscow: Mashgiz Publishers; 1961. 352 p. (In Russ.).
3. Zenkov R.L., Ivashkov I.I., Kolobov L.N. Steam-flow transportation machinery: textbook. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1987. 432 p. (In Russ.).
4. Zimnyakov V.M., Sergeev A.Yu. Facilities and equipment for agricultural products storage: study guide. Penza: Penza State Agricultural Academy Publishers; 2015. 207 p. (In Russ.).
5. Kuzmin A.V., Maron F.L. Reference book on mechanical lifting and transport equipment. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Minsk: Vysshaya Shkola Publishers; 1983. 350 p. (In Russ.).
6. Malin N.I. Grain storage technique: textbook for university students. Moscow: Kolos Publishers; 2005. 280 p. (In Russ.).
7. Morgachev V.L. Lifting and shifting machinery: textbook. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1964. 345 p. (In Russ.).
8. Cylinder silo bin unloading system: Pat. 2570189 Russian Federation. No. 2013103427/11; claimed 17.06.2011; published 10.12.2015, Bulletin 34. 18 p. (In Russ.).
9. Spivakovskiy A.O., Diyachkov V.K. Transportation machinery: study guide. 3<sup>rd</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1983. 487 p. (In Russ.).
10. Tarasenko A.P., Baskakov I.V., Chernyshov A.V. et al. Modern technologies of grain storage in agricultural enterprises: study guide. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2014. 135 p. (In Russ.).
11. Fedorenko V.F., Golytyapin V.Ya. Future-oriented technologies for grain post-harvest treatment and storage: scientific & analytical review. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2017. 200 p. (In Russ.).
12. Cylindrical silo bin for agricultural products storage: Pat. 2799277 Russian Federation. No. 2023110466; claimed 24.04.2023; published 04.07.2023, Bulletin 19. 10 p. (In Russ.).
13. Yukish A.E., Il'ina O.A. Technique and technology for grain storage. Moscow: DeLi print Publishers; 2009. 718 p. (In Russ.).
14. Bala B.K. Drying and storage of cereal grains: 2<sup>nd</sup> edition. United Kingdom, Wiley Blackwell; 2017. 336 p.
15. Boumans G. Grain handling and storage. Amsterdam etc.: Elsevier; 1985. 436 p.
16. Fayed M.E., Skocir Th.S. Mechanical conveyors: selection and operation. USA: Technomic Publishing Company; 1996. 485 p.
17. Ghali A. Circular storage tanks and silos. New York: SRC Press, 2000. 455 p.
18. McGuire P.M. Conveyors: application, selection and integration. CRC Press, 2009. 194 p.
19. Pat. US 2006/018739 A1. Agricultural silo auger system apparatus and method / Lambert C.F.; Appl. No.: 10/854,230; filed: 27.05.2004; published 26.01.2006. 12 p.
20. Pat. US 2020/223649 A1. Sweep conveyor assembly for use in a silo or granary / Forsberg G. Appl. No.: 16/626,967; filed: 27.12.2019; published 16.07.2020. 31 p.
21. Silva F.A.N., Horowitz B., Delgado J.M.P.Q. et al. Design of reinforced concrete silo. 1<sup>st</sup> edition. Springer International Publishing; 2019. 93 p.

**Информация об авторах**

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.

Д.Д. Афоничева – обучающийся факультета технологии и товароведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», daria.afonicheva@yandex.ru.

И.И. Аксенов – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», igor-aksenov1989@ya.ru.

**Information about the authors**

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.

D.D. Afonicheva, Student of the Faculty of Technology and Commodity Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, daria.afonicheva@yandex.ru.

I.I. Aksenov, Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer, the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, igor-aksenov1989@ya.ru.

**Статья поступила в редакцию 16.05.2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 23.06.2024.**

**The article was submitted 16.05.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 23.06.2024.**

© Васильев В.В., Афоничева Д.Д., Аксенов И.И., 2024

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

Научная статья

УДК 681.3:631.333.5

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_1\_100

EDN: EYZZAK

### Теоретическое определение скорости скольжения подстилочного овечьего навоза по поверхности ворошителя конической треугольной формы

Бибигуль Джексенбаевна Сарбалина<sup>1✉</sup>, Анатолий Иванович Завражнов<sup>2</sup>,  
Владимир Юрьевич Ланцев<sup>3</sup>, Михаил Сергеевич Колдин<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

<sup>1</sup> rumasa79@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В хозяйствах ЦЧР и других регионов России овцеводство во многом зависит от природно-климатических условий. Традиционно наиболее приемлемым способом содержания овец является стойловый на глубокой несменяемой подстилке, исключающий ежедневную уборку и транспортирование навоза. В соответствии с технологией содержания на несменяемой подстилке (измельченная солома, торф, опилки) предусмотрено постоянное добавление в стойло свежего материала, который, смешиваясь с продуктами жизнедеятельности животных, уплотняется и его слой увеличивается в высоту. За стойловый период в помещениях и на выгульных площадках накапливается пласт подстилочного навоза толщиной от 70 см до 1 м. Существуют различные способы уборки накопившейся массы, требующие дополнительных затрат, а также различные функциональные машины, предназначенные для выполнения уборочных работ. Представлен анализ технологии уборки и измельчения подстилочного навоза, разработанной с целью приготовления органического удобрения. Для уборки навоза предложено техническое решение – ворошитель-измельчитель погрузчик подстилочного овечьего навоза, выполненный по патенту на полезную модель 215500 РФ. При движении агрегата рабочий орган, состоящий из нескольких трехгранных клиньев, осуществляет отделение подстилки от поверхности пола с последующим ее разрыхлением. В процессе работы за счет формы рабочего органа масса перемещается по рабочей поверхности клина, растягивается за счет увеличения общей длины соприкосновения с рабочей гранью и разрыхляется. Далее навоз поступает к шнековому транспортеру, который при подаче убираемой массы в транспортное средство, установленное за трактором, дополнительно ее разрыхляет. Выполнен анализ движения частицы убираемой массы при перемещении клина, рассчитаны скорости движения частицы, графически показано взаимодействие трехгранного клина с подстилкой. Обоснована необходимость определения параметров углов клиньев для устранения скопления подстилочной массы при движении по поверхности рабочего органа и обеспечения стабильной работы устройства.

**Ключевые слова:** овцеводство, стойловое содержание овец, глубокая несменяемая подстилка, ворошитель-измельчитель, погрузчик подстилочного навоза, рабочий орган, трехгранный клин, геометрические параметры

**Для цитирования:** Сарбалина Б.Д., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю., Колдин М.С. Теоретическое определение скорости скольжения подстилочного овечьего навоза по поверхности ворошителя конической треугольной формы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 100–106. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_1\\_100-106](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_100-106).

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

Original article

### Theoretical dimensioning of the farmyard sheep manure sliding velocity along the surface of a conical triangular litter lifter

Bibigul D. Sarbalina<sup>1✉</sup>, Anatoliy I. Zavrazhnov<sup>2</sup>,  
Vladimir Yu. Lantsev<sup>3</sup>, Mikhail S. Koldin<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

<sup>1</sup> rumasa79@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** In the farms of the Central Chernozem Region and other regions of Russia, sheep breeding largely depends on natural and climatic conditions. Traditionally, the most acceptable method of keeping sheep is a stable on a deep, permanent litter, excluding daily cleaning and transportation of manure. In accordance with the technology of keeping on a permanent litter (crushed straw, peat, wood shredding), a constant addition of fresh material to the stall is provided, which, mixing with animal waste products, condenses and increases in height.

During the stall period, a layer of litter manure accumulates in the premises and on walking grounds from 70 cm to 1 m. There are various ways to clean up the accumulated mass, which require additional costs, as well as various functional machines designed to perform the cleaning function. The analysis of the technology of cleaning and grinding of litter manure, developed for the purpose of preparing organic fertilizer, is presented. For manure harvesting, a technical solution has been proposed, i.e. litter lifter shredder loader of bedding sheep manure, made in accordance with the utility model patent 215500 RF. When the unit is moving, the working body, consisting of several triangular wedges, separates the litter from the floor surface and then loosens it. During operation, due to the shape of the working body, the mass moves along the working surface of the wedge, stretches due to an increase in the total length of contact with the working face and loosens. Next, the manure goes to the screw conveyor, which, when feeding the harvested mass into the vehicle installed behind the tractor, additionally loosens it. The analysis of the motion of a particle of the removed mass during the motion of the wedge is performed, the velocities of the particle movement are calculated, the interaction of a triangular wedge with a litter is graphically shown. The necessity of determining the parameters of the wedge angles to eliminate the accumulation of litter mass when moving along the surface of the working body and ensure stable operation of the device is substantiated.

**Keywords:** sheep breeding, stable sheep keeping, deep permanent litter, litter lifter & shredder, loader of litter manure, working body, triangular wedge, geometric parameters

**For citation:** Sarbalina B.D., Zavrazhnov A.I., Lantsev V.Yu., Koldin M.S. Theoretical dimensioning of the farm-yard sheep manure sliding velocity along the surface of a conical triangular litter lifter. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):100-106. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_100-106](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_100-106).

**В**ведение  
Овцеводство как подотрасль животноводства в хозяйствах Центрально-Черноземного и других регионов России во многом зависит от природно-климатических условий и зональных отраслевых особенностей. В регионах с достаточно длительными и суровыми зимами, когда животные не имеют возможности пастись из-за высокого снежного покрова и достаточно сильных морозов, традиционно наиболее приемлемыми способами содержания овец являются стойлово-пастбищный и стойловый. Стойловый способ подходит хозяйствам с интенсивными методами разведения овец, при котором концентрация поголовья позволяет не только эффективнее использовать оборудование, но и развивать малозатратные технологии производства продуктов овцеводства [4]. При этом в стойловый период животные могут содержаться как на глубокой несменяемой подстилке, так и на щелевых полах.

Содержание овец на глубокой несменяемой подстилке позволяет исключить ежедневную уборку, погрузку и транспортирование навоза. В соответствии с технологией содержания на глубокой несменяемой подстилке (измельченная солома, торф, опилки) предусмотрено постоянное добавление в стойло свежего материала, который постоянно смешивается с продуктами жизнедеятельности животных, растительными остатками грубых кормов, уплотняется во время их перемещения и его слой увеличивается в высоту. Плотность образовавшейся массы может достигать  $800 \text{ кг/м}^3$ . Навоз из помещений убирают весной после выгона овец в поле, поэтому максимальная толщина пласта навоза, которую необходимо разрушить перед удалением из овчарни, может достигать 70 см и более [9, 11]. Убираемая подстилка может перерабатываться либо на органическое удобрение, либо на биотопливо [14].

В настоящее время существуют различные способы уборки накопившегося подстилочного овечьего навоза, а также различные функциональные машины, предназначенные для выполнения уборочных работ.

Удаление уплотненной массы подстилки из помещения требует больших затрат энергии, времени, так как является весьма трудоемким процессом. В качестве технических средств чаще всего используют трактор с бульдозерной навеской (нож-отвал), который также малоэффективен при работе в овчарне. Наиболее целесообразно в этом случае использовать техническое решение, выполненное по патенту РФ на полезную модель 215500, – ворошитель-измельчитель погрузчик подстилочного овечьего навоза, который предварительно разрыхляет слежавшуюся массу и транспортирует ее в тележку, расположенную за трактором [3, 13].

### Методика эксперимента

Технологический процесс удаления навоза реализуется следующим образом. При движении агрегата рабочий орган, состоящий из нескольких трехгранных клиньев (например, четырех), осуществляет отделение подстилки от поверхности пола и ее разрыхление. За счет работы клиньев масса перемещается по рабочей поверхности клина, растягивается за счет увеличения общей длины соприкосновения с рабочей гранью и разрыхляется. Далее навоз поступает к шнековому транспортеру, где он дополнительно разрыхляется и подается в транспортное средство, установленное за трактором.

Для повышения качества выполнения технологического процесса необходимо определить оптимальную форму трехгранного клина.

Основными геометрическими параметрами трехгранного клина являются углы крошения  $\alpha$  и сдвига  $\gamma$ , длина рабочего органа в направлении движения  $l$  (рис. 1) [1, 2].

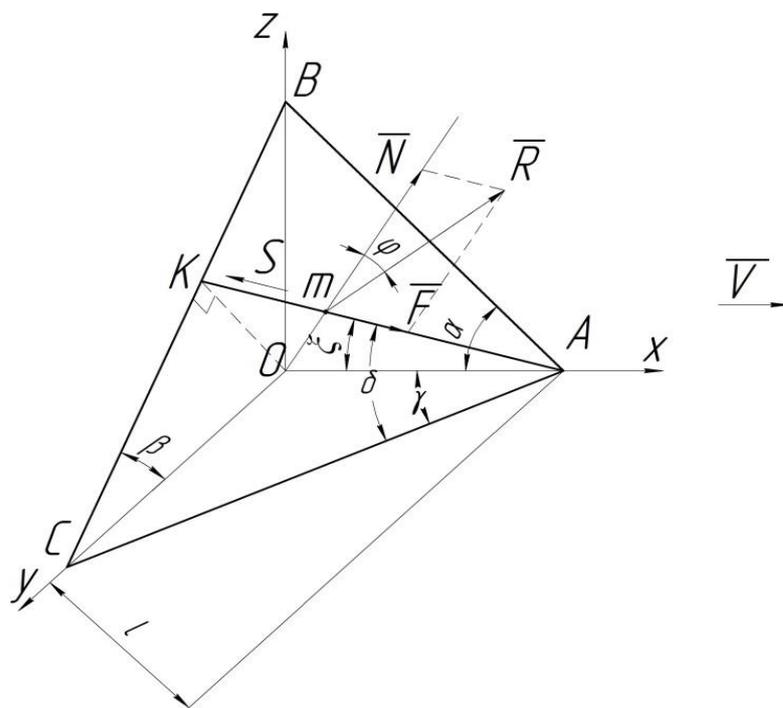


Рис. 1. Взаимодействие трехгранного клина с подстилочным материалом

Для моделирования процесса работы трехгранного клина на первом этапе необходимо определить угол вхождения материала на клин  $\delta$  (рис. 1).

Рассмотрим треугольники, образующие поверхность клина  $ABC$ :

$$\text{из } \triangle OAB \text{ следует } \operatorname{tg} \alpha = \frac{OB}{OA} \rightarrow OB = OA \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

$$\text{из } \triangle OAC \text{ следует } \operatorname{tg} \gamma = \frac{OC}{OA} \rightarrow OC = OA \cdot \operatorname{tg} \gamma; \operatorname{sin} \gamma = \frac{CO}{AC} \rightarrow AC = \frac{CO}{\operatorname{sin} \gamma};$$

$$\text{из } \triangle OCB \text{ следует } \operatorname{tg} \beta = \frac{OB}{OC} = \frac{OA \cdot \operatorname{tg} \alpha}{OA \cdot \operatorname{tg} \gamma} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma}; \operatorname{cos} \beta = \frac{CK}{CO} \rightarrow CK = CO \cdot \operatorname{cos} \beta.$$

Найдем угол траектории движения частицы навоза по поверхности ножа, из  $\triangle ACK$

$$\operatorname{sin} \delta = \frac{KC}{AC} = \frac{CO \cdot \operatorname{cos} \beta}{\frac{CO}{\operatorname{sin} \gamma}} = \operatorname{cos} \beta \cdot \operatorname{sin} \gamma = \operatorname{cos} \left( \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma} \right) \operatorname{sin} \gamma.$$

На рисунке 2 представлена диаграмма изменения угла  $\delta$  в зависимости от геометрических параметров рабочего органа ворошителя-измельчителя, имеющего коническую треугольную форму.

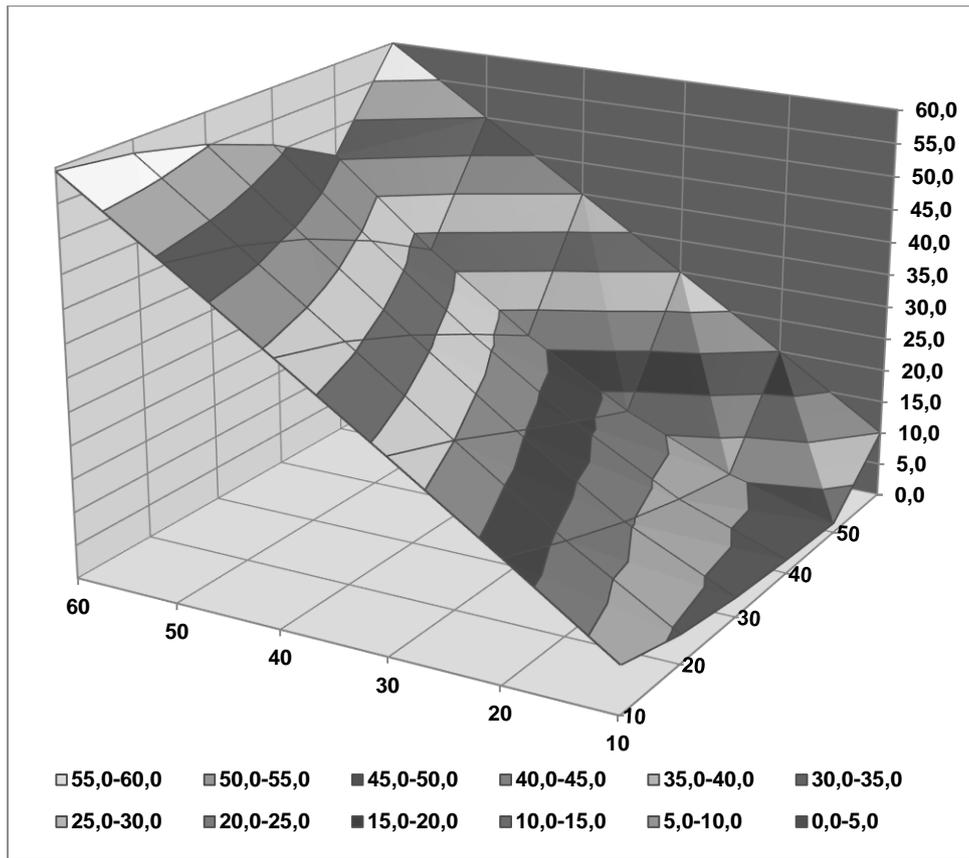


Рис. 2. Зависимость изменения угла  $\delta$  от геометрических параметров рабочего органа

**Результаты и их обсуждение**

Большее влияние на угол траектории движения материала оказывает угол  $\gamma$ , следовательно, при проведении экспериментальных исследований одним из значимых факторов является данный угол. Максимальное значение угла вхождения материала на клин  $\delta$  определяем из условия скольжения частиц по поверхности рабочего органа без образования сгуживания [1, 7].

Условие скольжения материала по поверхности клина выполняется, если  $\zeta < 90 - \varphi$ , где  $\varphi$  – угол трения подстилочной массы при движении по лезвию.

Значение угла  $\zeta$  находим из следующих взаимозависимостей:

$$\begin{aligned} \cos\delta &= \frac{AS}{AC} \rightarrow AS = AC \cdot \cos\delta; \\ \cos\gamma &= \frac{OA}{AC} \rightarrow AC = \frac{OA}{\cos\gamma}; \\ \cos\zeta &= \frac{OA}{AK} = \frac{OA}{AC \cdot \cos\delta} = \frac{OA}{\frac{OA}{\cos\gamma} \cdot \cos\delta} = \frac{\cos\gamma}{\cos\delta}. \end{aligned}$$

При движении материала по поверхности трехгранного клина (траектория движения  $S$ ) возникает сила трения  $R$ , которая определяет траекторию движения подстилочной массы по плоскости клина (рис. 1).  $R$  является результирующей силой  $N$  и  $F$ , где  $F$  – сила трения, направленная в сторону, противоположную движению [6, 8, 12].

Рассмотрим движение частицы подстилочной массы при перемещении клина по линии  $AK$ . Направление движения агрегата соответствует оси  $Ox$ , движение частицы навоза происходит по линии  $AK$ . За время  $t$  агрегат перемещается из точки  $A$  в точку  $A_1$ , за это же время частица навоза перемещается из точки  $A$  в точку  $K$  (рис. 3).



**Выводы**

В результате проведенного исследования показано, что знание скорости движения частицы подстилочной массы по поверхности рабочего органа позволяет определить такие параметры углов трехгранного клина, при которых масса не будет накапливаться на поверхности и обеспечивается стабильная работа ворошителя-измельчителя погрузчика подстилочного овечьего навоза.

---

**Список источников**

1. Бледных В.В. Законы Ньютона при исследовании и проектировании почвообрабатывающих орудий: учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов и конструкторов. Челябинск: ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия», 2011. 56 с.
2. Бледных В.В. Основные закономерности силового взаимодействия трехгранного клина с почвой // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 8. С. 33–35.
3. Ворошитель-измельчитель погрузчик подстилочного овечьего навоза: патент на полезную модель 215500 Российская Федерация. Хмыров В.Д., Сарбалина Б.Д., Труфанов Б.С. и др. № 2022110718; заявл. 19.04.2022; опублик. 15.12.2022, Бюл. № 35. 3 с.
4. Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Лебедев Д.С. и др. Совершенствование технологии и технических средств стойлового способа содержания овец применительно к центральному региону РФ // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3(11). С. 213–223.
5. Пикушов А.Н., Драгуленко В.В. Сопротивление перемещения трехгранного клина в почве [Электронный ресурс] // Труды Кубанского аграрного университета. 2009. № 16. URL: <https://kgau-works.kubsau.ru/> (дата обращения: 12.12.2023).
6. Пикушов А.Н. Снижение сопротивления при перемещении в почве трехгранного клина [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Научный журнал КубГАУ. 2006. № 18(02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/02/12/p12.asp> (дата обращения: 12.12.2023).
7. Свечников П.Г. Модернизация почвообрабатывающих рабочих органов на основе исследования процесса их взаимодействия с почвой: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Челябинск, 2013. 44 с.
8. Сидоренко С.М., Петунин А.Ф., Ефремова В.Н. Крошение пласта трехгранным клином [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101(07). URL: <http://ej.kubagro.ru/viewaut.asp?id=3972> (дата обращения: 12.12.2023).
9. Федорова К.В., Старцев А.С., Хмыров В.Д. и др. Физико-механические свойства овечьего навоза // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 150–153. DOI: 10.28983/asj.y2023i3pp150-153. DOI: 10.28983/asj.y2023i3pp150-153.
10. Хмыров В.Д., Куденко В.Б. Совершенствование средств механизации уборки навоза глубокой подстилки: монография. Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2011. 125 с.
11. Хмыров В.Д., Куденко В.Б., Труфанов Б.С. Технология производства и уборки подстилочного навоза // Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства: материалы международной науч.-практ. конф., посвященной 95-летию ФГОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет» (Воронеж, 23–24 октября 2007 г.). Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2008. Ч. 1. С. 159–162.
12. Хмыров В.Д., Куденко В.Б., Труфанов Б.С. Устройство для выгрузки навоза глубокой подстилки // Сельский механизатор. 2008. № 11. С. 34.
13. Хмыров В.Д., Сарбалина Б.Д., Федорова К.В. Экспериментальная установка ворошителя-измельчителя погрузчика овечьего навоза // Современная наука: теория методология, практика: материалы IV Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. (Тамбов, 20–21 апреля 2022 г.). Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2022. С. 300–302.
14. Хмыров В.Д., Узеринов Л.Г., Куденко В.Б. Технология переработки подстилочного навоза // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 5. С. 11.

**References**

1. Blednykh V.V. Newton's laws in the study and design of soil tillage implements: textbook for students, undergraduates, postgraduates and designers. Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agroengineering Academy Publishers; 2011. 56 p. (In Russ.).
2. Blednykh V.V. The main laws of power interaction of three-edged wedge with a soil. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*. 2008;8:33-35. (In Russ.).

3. Litter lifter & grinder, loader of sheep manure: Utility Model Patent 215500 Russian Federation. Khmyrov V.D., Sarbalina B.D., Trufanov B.S. et al. No. 2022110718; claimed 19. 04.2022; published 15.12.2022, Bulletin 35. 3 p. (In Russ.).
4. Mirzoyants Yu.A., Firichenkov V.E., Lebedev D.S. et al. Improving the technology and means of penning method the maintenance of sheep in relation to the Central Region of the Russian Federation. *Journal of VNIIMZH*. 2013;3(11):213-223. (In Russ.).
5. Pikushov A.H., Dragulenko V.V. Resistance of movement of a triangular wedge in the soil. *Proceedings of the Kuban Agrarian University*. 2009;16. URL: <https://kgau-works.kubsau.ru>. (In Russ.).
6. Pikushov A.N. Reduction of resistance when moving a triangular wedge in the soil. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. KubGAU Scientific Journal*. 2006;18(02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/02/12/p12.asp>. (In Russ.). (In Russ.).
7. Svechnikov P.G. Modernization of tillage working bodies based on the study of the process of their interaction with the soil: Author's Abstract of Doctoral Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Chelyabinsk; 2013. 44 p. (In Russ.).
8. Sidorenko S.M., Petunin A.F., Efremova V.N. Layer destruction with the trihedral wedge. *Polythematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. KubGAU Scientific Journal*. 2014;101(07). URL: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=3972>. (In Russ.).
9. Fedorova K.V., Startsev A.S., Khmyrov V.D. et al. Physical and mechanical properties of sheep manure. *Agricultural Scientific Journal*. 2023. No. 3. pp. 150-153. DOI: 10.28983/asj.y2023i3pp150-153. (In Russ.).
10. Khmyrov V.D., Kudenko V.B. Improving mechanical means for deep litter manure removal: monograph. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University Publishers; 2011. 125 p. (In Russ.).
11. Khmyrov V.D., Kudenko V.B., Trufanov B.S. Technology of production and removal of litter manure. World experience and prospects of agricultural development: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference dedicated to the 95<sup>th</sup> anniversary of Voronezh State Agrarian University (Voronezh, October 23-24, 2007). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2008;1:159-162. (In Russ.).
12. Khmyrov V.D., Kudenko V.B., Trufanov B.S. Device for unloading of deep litter manure. *Rural Engineer*. 2008;11:34. (In Russ.).
13. Khmyrov V.D., Sarbalina B.D., Fedorova K.V. Experimental installation of a litter lifter & grinder, loader of sheep manure. Modern science: theory, methodology, practice: Proceedings of the IV All-Russian (National) Research-to-Practice Conference (Tambov, April 20-21, 2022). Tambov: Publishing House of Chesnokov A.V.; 2022:300-302. (In Russ.).
14. Khmyrov V.D., Uzerinov L.G., Kudenko V.B. Technology of litter manure processing. *Mechanization and Electrification of Agriculture*. 2006;5:11. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Б.Д. Сарбалина – аспирант кафедры технологических процессов и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», [rumasa79@mail.ru](mailto:rumasa79@mail.ru).

А.И. Завражнов – академик РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», [aiz@mgau.ru](mailto:aiz@mgau.ru).

В.Ю. Ланцев – доктор технических наук, зав. кафедрой транспортно-технологических машин и основ конструирования, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», [lan-vladimir@yandex.ru](mailto:lan-vladimir@yandex.ru).

М.С. Колдин – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», [koldinms@yandex.ru](mailto:koldinms@yandex.ru).

#### Information about the authors

B.D. Sarbalina, Postgraduate Student, the Dept. of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University, [rumasa79@mail.ru](mailto:rumasa79@mail.ru).

A.I. Zavrazhnov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Michurinsk State Agrarian University, [aiz@mgau.ru](mailto:aiz@mgau.ru).

V.Yu. Lantsev, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Transport Technological Machines and Principles of Design, Michurinsk State Agrarian University, [lan-vladimir@yandex.ru](mailto:lan-vladimir@yandex.ru).

M.S. Koldin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport Technological Machines and Principles of Design, Michurinsk State Agrarian University, [koldinms@yandex.ru](mailto:koldinms@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 20.02.2024; одобрена после рецензирования 26.03.2024; принята к публикации 02.04.2024.

The article was submitted 20.02.2024; approved after reviewing 26.03.2024; accepted for publication 02.04.2024.

© Сарбалина Б.Д., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю., Колдин М.С., 2024

---

---

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

Научная статья

УДК 621.311

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_107

EDN: FCHQHK

#### Применение технологии холодной атмосферной плазмы для обработки атмосферных сточных вод с целью повторного использования в сельском хозяйстве

Александр Анатольевич Белов<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия

<sup>1</sup> belalexan85@gmail.com✉

**Аннотация.** В связи с дефицитом в мире пресной воды разрабатываются и применяются различные способы обеззараживания, в частности атмосферных сточных вод с целью их повторного использования, в том числе в сельском хозяйстве. Большинство известных способов обеззараживания воды не насыщают ее питательными элементами. Технология холодной атмосферной плазмы активирует воду, однако влияние плазменно-активированных сточных вод на сельскохозяйственные культуры остается недостаточно изученным. Обработка сточных вод проводилась плазмой искровых разрядов на разработанной экспериментальной установке, новизна которой заключается в наличии двух формирующих промежутков для увеличения крутизны фронта импульсов, повышения симметрии и управляемости схемы и предотвращения колебательных процессов. Параметры установки были следующие: напряжение – 20 кВ, конденсаторы – 0,025 мкФ, частота разряда – 1 Гц, одиночная загрузка – 2,5 л, рабочий зазор – 1 мм, формирующие зазоры – 5 мм. Был поставлен полевой эксперимент по выращиванию редиса в открытом грунте при орошении активированными плазмой водами (АПВ) Жулебинского коллектора и Курьяновского канала в сравнении с водами, обработанными УФ-излучением. Концентрация бактерий в воде всех вариантов составляла 10<sup>6</sup> КОЕ/мл, содержание нитратов находилось в пределах от 6,3 до 10,0 мг/л в зависимости от варианта. Средняя сырая масса корнеплодов редиса с делянки при поливе АПВ Жулебинского коллектора была на 17% выше, чем при поливе водой, обработанной УФ-излучением. Средняя сырая масса стеблей с листьями составила 27%. Наибольшая общая и средняя сырая масса редиса отмечена на делянке при поливе АПВ Курьяновского канала. По сравнению с поливом водой Жулебинского коллектора прибавка средней сырой массы корнеплодов редиса составила 10%, по сравнению с поливом водой, обработанной УФ-излучением, – 28%. Повторное использование плазменно-активированных сточных вод при поливе не оказывает отрицательного влияния на рост редиса, способствует экономии пресной воды и повышению урожайности.

**Ключевые слова:** атмосферные сточные воды, обеззараживание, технология холодной атмосферной плазмы, УФ-излучение, тест-культура – редис, насыщение питательными элементами

**Для цитирования:** Белов А.А. Применение технологии холодной атмосферной плазмы для обработки атмосферных сточных вод с целью повторного использования в сельском хозяйстве // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 107–116. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_107-116](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_107-116).

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

Original article

#### Cold atmospheric plasma technology application at atmospheric wastewater treatment for the purpose of their reusing in agriculture

Aleksandr A. Belov<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

<sup>1</sup> belalexan85@gmail.com✉

**Abstract.** Due to the shortage of fresh water, various methods of disinfection, in particular of atmospheric wastewater, are being developed and applied for the purpose of their reuse, for example in agriculture. Most known methods of water disinfection do not saturate it with nutrients. Cold atmospheric plasma technology activates water, but the effects of plasma-activated wastewater on crops remain poorly understood. Wastewater treatment was carried out with spark discharge plasma on a developed experimental installation, the novelty of which lies in two forming gaps to increase the steepness of the pulse front, increase the symmetry and controllability of the circuit and

prevent oscillatory processes. The installation parameters were as follows: voltage – 20 kV, capacitors – 0.025  $\mu$ F, discharge frequency – 1 Hz, single load – 2.5 l, working gap – 1 mm, forming gaps – 5 mm. A field experiment was conducted on growing garden radish in open ground under irrigation with plasma activated waters (PAW) of the Zhulebinsky collector and the Kuryanovsky canal in comparison with waters treated with UV radiation. The concentration of bacteria in the water of all options was  $10^6$  CFU/ml, the nitrate content in the water ranged from 6.3 to 10.0 mg/l, depending on the option. The average fresh weight of radish roots at the variant irrigated with the PAW of the Zhulebinsky collector was 17% higher than at the variant irrigated with the water treated with UV radiation. The average fresh weight of stems with leaves was 27%. The highest total and average wet weight of radish was noted at the variant irrigated with the PAW of the Kuryanovsky Canal. Compared to irrigation with water from the Zhulebinsky collector, the increase in the average fresh weight of radish was 10%, compared to irrigation with water treated with UV radiation – 28%. Reuse of plasma-activated wastewater for irrigation does not exert any negative effect on the growth of radish and helps to save water.

**Keywords:** atmospheric wastewater, disinfection, cold atmospheric plasma technology, UV radiation, test culture, radish, saturation with nutrients

**For citation:** Belov A.A. Cold atmospheric plasma technology application at atmospheric wastewater treatment for the purpose of their reusing in agriculture. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):107-116. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_107-116](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_107-116).

## Введение

Трудно представить бытовую, промышленную и сельскохозяйственную деятельность человека без пресной воды. Однако в некоторых странах мира и во многих регионах России ощущается ее острая нехватка, что считается одной из глобальных проблем современности. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 28% населения земного шара не имеют возможности удовлетворить свои банальные потребности в чистой питьевой воде [21].

Водные ресурсы на нашей планете считаются ограниченными, но, к счастью, возобновляемыми по своей природе. Однако из-за промышленного загрязнения и эвтрофикации водоемов запасы чистой пресной воды постоянно сокращаются, поэтому требуют бережного и экономного использования. Одним из способов снижения количества потребляемой воды является ее повторное использование для различных целей.

Известна технология бытового повторного использования пресной воды после очистки и обеззараживания для смыва туалетов [16]. При промышленном производстве напитков, в основном за счет мытья бутылок, образуются значительные объемы сточных вод, которые также могут быть использованы повторно [19]. Повторное использование воды особенно важно в засушливых регионах. В африканских странах сточные воды широко используются для орошения ландшафтов [10].

В результате выпадения осадков и снеготаяния образуются атмосферные сточные воды, которые используются в сельском хозяйстве для полива растений. В условиях ухода за почвой и посевами для предотвращения болезней растений такую воду необходимо обеззараживать перед поливом, для чего разрабатывают различные методы [15].

Извлечение чистой воды из загрязненных объемных водоисточников путем сорбционного сбора паров воды является одной из перспективных экологически безопасных, но еще малоизученных и редко применяемых технологий.

Снижение содержания органических загрязнителей в сточных водах может быть достигнуто обработкой их водорослями [4]. Однако этот способ очистки воды необходимо дополнить последующим микробным обеззараживанием [20].

Солнечная фотокаталитическая технология используется для очистки воды от инсектицидов и микроорганизмов для повторного использования [11]. Такая технология имеет ярко выраженную зависимость от наличия солнечной радиации, доступность которой в некоторых районах ограничена [8].

Биофильтры применяются в высокоэффективных технологиях очистки сточных вод с органическими отходами [6]. Однако ее новизна делает эту технологию дорогой с точки зрения эксплуатационных и финансовых затрат.

Наиболее экономичный способ обеззараживания воды хлорированием используется уже очень давно. Недостатком является образование побочных продуктов [14].

Озонирование обладает высоким бактерицидным свойством, нейтрализует почти 95% антибиотиков [7]. В процессе обеззараживания воды озоном образуется небольшое количество побочных продуктов, однако внедрение озонирования предполагает большие капиталовложения.

Ультрафиолетовое облучение требует умеренных эксплуатационных расходов и низких капиталовложений. Ультрафиолет обладает высокой степенью бактерицидного действия и практически не имеет побочных эффектов [9]. Однако обработка ультрафиолетом не позволяет активизировать полезные элементы в воде и насытить или обогатить воду питательными веществами.

Относительно новым методом обеззараживания является обработка воды плазмой электроискровых разрядов. Были проведены различные исследования воздействия плазменно-активированной воды на овощные, зерновые и травяные культуры. Опыты по выращиванию салата-латука при орошении водопроводной водой, обработанной плазмой, показали улучшение его физиологических показателей и отчетливое увеличение массы и объема листьев [13].

Нанесение обработанной плазмой воды на листья картофеля в период вегетативного роста обеспечивает повышение урожайности клубней [17].

Активация прорастания семян гороха, кукурузы, риса и других культур возможна за счет их смачиваемости плазменно-активированной водой [18].

Однако для широкого внедрения плазменного метода обработки поливной воды в сельском хозяйстве этих отдельных лабораторных опытов явно недостаточно.

Учитывая вышеизложенное, сформировалась научная гипотеза о том, что сточные воды не являются отходами, а после обработки плазмой искрового разряда становятся регенеративным ресурсом пресной поливной воды и источником питательных веществ для различных сельскохозяйственных культур, в частности овощных.

Основной целью представленного исследования являлось изучение влияния активированной плазмой атмосферных сточных вод на рост редиса.

### **Материалы и методы**

В ходе проведения исследования применялись различные научные методы, в частности методы анализа и расчета технических средств, систем управления и безопасности эксплуатации высоковольтных электротехнологических установок сельскохозяйственного назначения.

Пробы атмосферных сточных вод отбирались в летний период из Жулебинского коллектора и Курьяновского канала г. Москвы, расположенных на расстоянии 12 км друг от друга.

Определение количества нитратов в сточных водах проводили иономером (ИТАН рН-метр/иономер) с электродом ЭЛИС-121NO<sub>3</sub> методом прямой потенциометрии с точностью  $\pm 5\%$  в соответствии с РД 52.24.367-2010.

Концентрацию бактерий в сточных водах измеряли люминометром EnSURE Touch по инструкции M980099 с точностью  $\pm 7\%$ .

Качество оросительной воды оценивали на соответствие гигиеническим нормативам согласно нормам технологического проектирования НТП 10-95.

Сырую массу редиса измеряли с помощью весогабаритного измерителя ViBRATM-561E с точностью  $\pm 5\%$ . Высоту розетки, а также диаметр корнеплодов редиса измеряли с помощью цифрового штангенциркуля Inforce 06-11-40 с точностью  $\pm 6\%$ .

### Результаты и их обсуждение

Разработана экспериментальная установка для выполнения исследований, генерирующая высокое напряжение при периодическом разряде и заряде конденсаторов. Разряд накапливаемой энергии осуществляется синхронно в рабочем искровом промежутке и формирующих зазорах [2].

Обработка сточных вод проводилась плазмой искровых разрядов на разработанной экспериментальной установке, отличительной особенностью которой является наличие двух формирующих зазоров для увеличения крутизны фронта импульсов, повышения симметрии и управляемости схемы и предотвращения колебательных процессов [3]. Преимущества такой схемы заключаются в следующем:

1) возможность накопления дозированного количества энергии с ее импульсной подачей затем в рабочий зазор;

2) значительное сокращение длительности импульса, предотвращение колебательных процессов, способствующих созданию практически одного мощного, очень кратковременного импульса при каждом цикле заряда и разряда:

3) создание крутого фронта импульса, исключающего возможность перехода в дуговой разряд;

4) получение для заданного рабочего промежутка любых из допустимых для данной экспериментальной установки значений тока и напряжения;

5) возможность изменения формы импульса и характера разряда в рабочем промежутке путем симметричного или асимметричного регулирования формирующих промежутков;

6) повышение степени управляемости схемы;

7) выстраивание последовательности пробоя зазоров, при которой сначала прорывается формирующий зазор, а затем рабочий зазор при выделении на нем наибольшей доли энергии.

Параметры установки были следующие:

- напряжение – 20 кВ;
- конденсаторы – 0,025 мкФ;
- частота разряда – 1 Гц;
- одиночная загрузка – 2,5 л;
- рабочий зазор – 1 мм;
- формирующие зазоры – 5 мм.

Рабочий зазор выполнен по схеме шип-диск. Формирующие зазоры выполнены на алюминиевых шарах диаметром 80 мм. Наконечник положительного электрода площадью 2 мм<sup>2</sup> выполнен в виде шипа. Острие отрицательного электрода площадью 500 мм<sup>2</sup> представляет собой диск.

Экспериментальная установка проста в обслуживании, ремонте, сборке и разборке. Компоненты установки размещены в камере, состоящей из двух отсеков. Трансформатор с выпрямителем, вентилятор охлаждения, ограничительный резистор, конденсаторы, первый формообразующий разрядник и система управления размещены в одном отсеке. В другом отсеке находятся второй формообразующий зазор, рабочий зазор и исполнительное устройство.

Для защиты от шума искровых разрядов стенки камеры толщиной 100 мм выполнены звуконепроницаемыми с диэлектрическим заполнением. Для защиты от действия тока и напряжения металлический корпус камеры и ее электрооборудование подключаются к контуру заземления.

Вентилятор УВ-360 для охлаждения трансформатора включается при его непрерывной работе более 1 часа.

Ограничительное сопротивление предназначено для снятия остаточного напряжения с конденсаторов после окончания работы.

На рисунке 1 представлен общий вид экспериментальной установки для обработки сточных вод плазмой искровых разрядов.



**Рис. 1.** Общий вид экспериментальной установки для обработки атмосферных сточных вод плазмой искровых разрядов: 1 – вентилятор; 2 – сопротивление; 3 – система управления; 4 – трансформатор; 5 – конденсаторы; 6 – исполнительное устройство; 7 – разрядники

Система управления состоит из коммутационного устройства включения предельного сопротивления, рукоятки изменения первого образующего промежутка, блока автоматических выключателей, регулировки напряжения автотрансформатором SK2.1LTR0500 и контроля тока амперметром EONE ET201.

В ранее проведенных исследованиях было установлено, что обработка искровыми разрядами сточной воды позволяет увеличивать содержание нитратов и снижать ее бактериальную загрязненность [12], причем расходуемая удельная энергия (Дж/л) меньше, чем при ультрафиолетовом облучении. Приняв во внимание вышеприведенное свойство, автор выдвинул научное предположение о возможном положительном эффекте использования обработанной сточной воды при поливе овощных культур [1].

Для проверки научной гипотезы был поставлен полевой эксперимент по выращиванию редиса в открытом грунте с применением для орошения плазменно-активированных сточных вод.

Редис сорта Жара был выбран в качестве тест-культуры из-за его короткого вегетационного периода для проведения ускоренных экспериментов. Редис высевали в

суглинистую почву на трех делянках площадью по 0,6 м<sup>2</sup>, в количестве 150 семян в 6 рядов на каждой делянке. Расстояние между рядами составляло 40 мм. В соответствии с существующими нормами орошения (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) – 10 л/м<sup>2</sup>) каждую делянку непосредственно перед посевом поливали 1 л сточной воды, обработанной разными способами.

Первая делянка (УФ) поливалась сточными водами Жулебинского коллектора после обработки УФ-излучением. Концентрация бактерий в воде снижалась с 10<sup>10</sup> КОЕ/мл до 10<sup>6</sup> КОЕ/мл (норматив ФАО), количество нитратов до и после ультрафиолетовой обработки было неизменным – 6,3 мг/л.

Вторая делянка (ЖК) поливалась плазменно-активированными сточными водами Жулебинского коллектора. Оптимальная продолжительность плазменной обработки воды искровыми разрядами была выбрана равной 2 мин. За это время концентрация бактерий в сточной воде Жулебинского коллектора снижалась с 10<sup>10</sup> КОЕ/мл до норматива ФАО – 10<sup>6</sup> КОЕ/мл, а содержание нитратов повышалось с 6,3 мг/л до 10 мг/л (норматив ФАО).

Третья делянка (КК) поливалась плазменно-активированной водой Курьяновского канала. При обработке воды Курьяновского канала необходимая минимальная продолжительность для соблюдения норматива обеззараживания, то есть снижения начальной концентрации бактерий с 10<sup>9</sup> КОЕ/мл до 10<sup>6</sup> КОЕ/мл, составляла менее 2 мин. Однако в данном случае содержание нитратов не поднималось выше 6 мг/л, поэтому с учетом обоих факторов влияния было выбрано оптимальное время обработки – 3 мин. За это время содержание нитратов повышалось с 4,4 мг/л до норматива ФАО – 10 мг/л. Недостатком в этом случае будет снижение производительности и увеличение затрат. Преимуществом дальнейшего снижения концентрации бактерий может быть увеличение срока хранения такой воды.

После посева каждую делянку поливали 1 л обеззараженной воды ежедневно в вечернее время в течение всего вегетационного периода. Через 4 дня после посева число взошедших семян было следующим: на 1-й, 2-й и 3-й делянках – соответственно 69, 79 и 104 шт.

Через 10 дней после посева на варианте УФ было 126 проросших семян, на ЖК – 133, на КК варианте – 139. Было проведено прореживание 20 побегов, выявившее незначительные отличия биометрических показателей редиса по вариантам опыта. Отмечено увеличение диаметра корнеплодов редиса до 15 и 16 мм соответственно на 2-й и 3-й делянках при 11 мм на 1-й. На вариантах ЖК и КК высота розетки увеличилась соответственно на 10 и 30% по сравнению с вариантом УФ.

Прореженные побеги редиса взвешивали. Сырая масса 20 побегов на варианте УФ составила 120 г, ЖК – 160 г и КК – 180 г. Средняя сырая масса одного корнеплода редиса на варианте УФ составила 6 г, на вариантах ЖК и КК – соответственно 8 и 9 г. Прибавка средней сырой массы на варианте ЖК по сравнению с УФ составила 33%, на варианте КК по сравнению с УФ – 50% и на варианте КК по сравнению с ЖК – 13%.

Средняя площадь листа побегов редиса на 1-й делянке составила 129 мм<sup>2</sup>, на 2-й – 156 мм<sup>2</sup>, на третьей – 175 мм<sup>2</sup>. Площадь листьев редиса на 2-й и 3-й делянках была больше соответственно на 21 и 35% по сравнению с 1-й.

В ходе проведения эксперимента измеряли площадь листьев, высоту розетки, диаметр корнеплодов и сырую массу редиса через 10, 16 и 20 дней после посева по вариантам опыта. Результаты измерений биометрических показателей роста редиса представлены на рисунках 2 и 3.

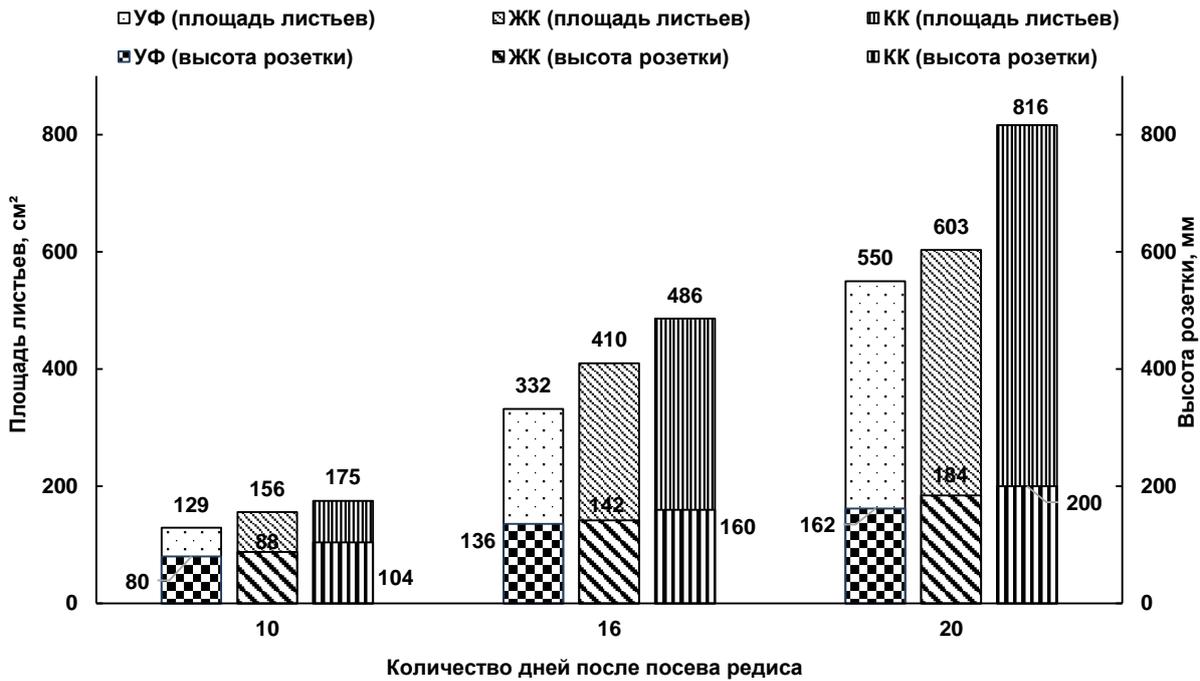


Рис. 2. Площадь листьев и высота розетки редиса через 10, 16, 20 дней после посадки при поливе очищенными сточными водами по вариантам опыта

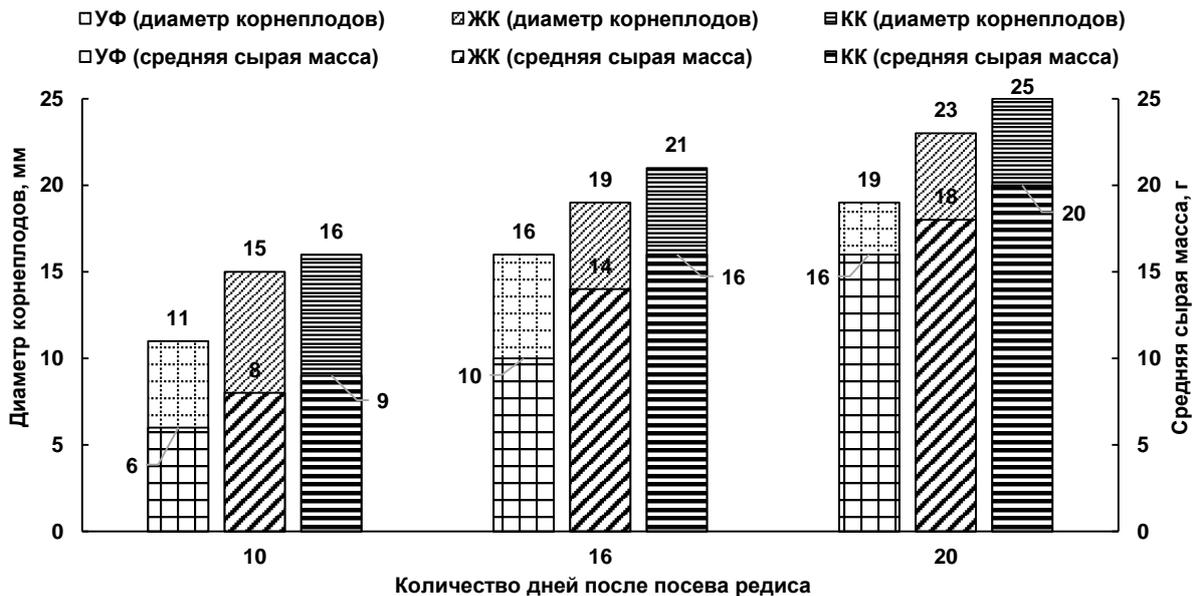


Рис. 3. Диаметр корнеплодов и средняя сырая масса редиса через 10, 16, 20 дней после посева при поливе очищенными сточными водами по вариантам опыта

Таким образом, по результатам измерений через 10, 16 и 20 дней наибольший прирост площади листьев, высоты розетки, диаметра корнеплодов и сырой массы редиса отмечен на варианте КК.

Сбор урожая был проведен через 24 дня после посева. Редис с каждой делянки соответствовал нормативным требованиям на редис по внешнему виду, состоянию мякоти, запаху, вкусу [5]. Были измерены такие показатели, как количество всходов и сырая масса редиса (см. табл.).

## Количество всходов и масса редиса по вариантам опыта

Показатель	Первая делянка (УФ)	Вторая делянка (ЖК)	Третья делянка (КК)
Количество всходов редиса, шт.	126	133	139
Общая сырая масса редиса, г	3654	4655	5143
Сырая масса стеблей с листьями, г	1386	1862	1946
Сырая масса корнеплодов, г	2268	2793	3197
Средняя сырая масса редиса, г	29	35	37
Средняя сырая масса стеблей с листьями, г	11	14	14
Средняя сырая масса корнеплодов, г	18	21	23

Учитывая тот факт, что на 2-й и 3-й делянках количество всходов редиса было больше, чем на 1-й, соответственно на 6 и 10% при равном количестве высеянных семян, при сравнении использовали средние значения показателей роста и развития тест-культуры.

Увеличение средней сырой массы корнеплодов редиса варианта ЖК по сравнению с УФ составило 17%. При этом увеличение средней сырой массы стеблей с листьями составило 27%. Прибавка средней сырой массы редиса на варианте ЖК по сравнению с УФ составила 21%. Орошение плазменно-активированными сточными водами Жулебинского коллектора в большей степени стимулировало рост стеблей и листьев, чем корнеплодов.

Самые высокие значения общей и средней сырой массы редиса отмечены на варианте КК, что связано с более высоким содержанием нитратов. По сравнению с вариантом ЖК прибавка средней сырой массы редиса составила 10%, по сравнению с УФ – 28%. Орошение плазменно-активированными сточными водами Курьяновского канала значительно активизирует рост корнеплодов, стеблей и листьев тест-культуры.

### Выводы

Результаты исследования показали положительное влияние сточных вод, активированных холодной атмосферной плазмой, на рост редиса.

Зафиксирован более существенный рост средней массы корнеплодов при выращивании редиса на варианте, почву которого увлажняли атмосферной сточной водой, обработанной по предлагаемому методу.

Таким образом, подтверждается выдвинутая перед проведением эксперимента научная гипотеза.

Плазменно-активированные сточные воды можно рекомендовать повторно использовать в сельском хозяйстве при поливе овощных культур не только с целью экономии ресурсов пресной воды, но и повышения урожайности.

### Список источников

1. Белов А.А. Влияние обработки искровыми разрядами на обеззараживание атмосферных сточных вод // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 3(67). С. 64–67. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-64-67.
2. Белов А.А. Влияние полива водой после обработки искровыми разрядами на рост и развитие редиса // Аграрный научный журнал. 2023. № 10. С. 21–25. DOI: 10.28983/asj.y2023i10pp21-25.
3. Белов А.А. Обоснование параметров и режима работы лабораторной электрогидравлической установки для обеззараживания воды // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 4(67). С. 167–173. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.4.167.
4. Вайшля О.Б., Кулятов Д.В. Перспективные виды микроводорослей для биодegradации поллютантов водных экосистем юга западной Сибири // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1-4. С. 787–789.

5. ГОСТ 34216-2017. Редис свежий. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2018. 8 с.
6. Дорохов А.С., Ковалев Д.А., Федотов А.В. Эффективность анаэробной переработки органических отходов в биофильтрах с использованием кондуктивного носителя // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2021. Т. 68, № 1(42). С. 86–92. DOI: 10.22314/2658-4859-2021-68-1-86-92.
7. Селюков А.В., Семенов М.Ю. Доочистка биологически очищенных городских сточных вод озонированием // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2022. № 2. С. 41–45. DOI: 10.35776/VST.2022.02.06.
8. Трунов С.С., Хименко А.В., Тихомиров Д.А. и др. Установка электроснабжения удаленных объектов с солнечным термоэлектрическим генератором // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2023. Т. 70, № 3(52). С. 48–55. DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-3-48-55.
9. Юферев Л.Ю. Применение энергосберегающего ультрафиолетового электрооборудования в сельском хозяйстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16, № 2. С. 69–75. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-69-75.
10. Adewumi J.R., Ilemobade A.A., van Zyl J.E. Treated wastewater reuse in South Africa.pdf (520.32 KB): Overview, potential and challenges // *Resources Conservation and Recycling*. 2010. Vol. 15(2). Pp. 225–247. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.09.012.
11. Aliste M., Garrido I., Hernández V. et al. Assessment of reclaimed agro-wastewater polluted with insecticide residues for irrigation of growing lettuce (*Lactuca sativa* L.) using solar photocatalytic technology // *Environmental Pollution*. 2022. Vol. 292(PtA). Article no. 118367. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.118367.
12. Belov A., Vasilyev A., Dorokhov A. et al. Effect of high-voltage spark discharges on reduction of the concentration of total bacterial count in wastewater // *Journal of Water Process Engineering*. 2022. Vol. 45. Article no. 102465. DOI: 10.1016/j.jwpe.2021.102465.
13. Kucerova K., Henselova M., Slovakova L. et al. Effect of plasma activated water, hydrogen peroxide, and nitrates on lettuce growth and its physiological parameters // *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11(5). Article no. 1985. DOI: 10.3390/app11051985.
14. Li C., Lin Q., Dong F. et al. Formation of iodinated trihalomethanes during chlorination of amino acid in waters // *Chemosphere*. 2019. Vol. 217. Pp. 355–363. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.190.
15. Norton-Brandao D., Scherrenberg S.M., van Lier J.B. Reclamation of used urban waters for irrigation purposes: A review of treatment technologies // *Journal of Environmental Management*. 2013. Vol. 122. Pp. 85–98. DOI: 10.1016/j.jenvman.2013.03.012.
16. Priya A., Rekha P., Kumar P.S. et al. The war using microbes: A sustainable approach for wastewater management // *Environmental Pollution*. 2021. Vol. 275. Article no. 116598. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.116598.
17. Rashid M., Rashid M.M., Alam M.S. et al. Stimulating effects of plasma activated water on growth, biochemical activity, nutritional composition and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) // *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. 2022. Vol. 42. Pp. 131–145. DOI: 10.1007/s11090-021-10216-0.
18. Rathore V., Tiwari B.S., Nema S.K. Treatment of pea seeds with plasma activated water to enhance germination, plant growth, and plant composition // *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. 2022. Vol. 42. Pp. 109–129. DOI: 10.1007/s11090-021-10211-5.
19. Sheldon M.S., Mkhize I. Multi-stage EGSB/MBR treatment of soft drink industry wastewater // *Chemical Engineering Journal*. 2016. Vol. 285. Pp. 368–377. DOI: 10.1016/j.cej.2015.10.021.
20. Vincent F., Rao T.S., Kumar R. et al. Exploring the effects of organic loading rate and domestic wastewater treatment by algal-bacterial granules under natural daylight conditions // *Water Environment Research*. 2023. Vol. 95(1). Article no. 10831. DOI: 10.1002/wer.10831.
21. World Health Organization: Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: Special focus on gender. New York: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene. 2023. 173 p. URL: <https://www.who.int/publications/m/item/progress-on-household-drinking-water--sanitation-and-hygiene-2000-2022>.

## References

1. Belov A.A. Effect of spark treatment for disinfection of atmospheric waste water. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2022;17(3):64-67. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-64-67. (In Russ.).
2. Belov A.A. The effect of irrigation with water after spark discharge treatment on the growth and development of radish. *Agrarian Scientific Journal*. 2023;10:21-25. DOI: 10.28983/asj.y2023i10pp21-25. (In Russ.).
3. Belov A.A. Substantiation of parameters and operating mode of electrohydraulic laboratory set for water decontamination. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(4):167-173. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.4.167. (In Russ.).
4. Vayshlya O.B., Kulyatov D.V. Promising species of microalgae for the biodegradation of pollutants in aquatic ecosystems in the south of Western Siberia. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2011;13(1–4):787-789. (In Russ.).
5. ГОСТ 34216-2017. Fresh garden radish. Specifications. Moscow: Standartinform, 2018. 8 p. (In Russ.).

6. Dorokhov A.S., Kovalev D.A., Fedotov A.V. Efficiency of anaerobic processing of organic waste in bio-filters using a conductive. *Electrical Technologies and Electrical Equipment in the Agro-Industrial Complex*. 2021;68(1):86-92. DOI: 10.22314/2658-4859-2021-68-1-86-92. (In Russ.).
7. Seliukov A., Semenov M. Tertiary treatment by ozonation of municipal wastewater after biological treatment. *Water Supply and Sanitary Technique*. 2022;2:41-45. DOI: 10.35776/VST.2022.02.06. (In Russ.).
8. Trunov S.S., Khimenko A.V., Tikhomirov D.A. et al. Power supply installation for remote rural settlements with solar thermoelectric generator. *Electrical Technologies and Electrical Equipment in the Agro-Industrial Complex*. 2023;70(3):48-55. DOI: 10.22314/2658-4859-2023-70-3-48-55. (In Russ.).
9. Yuferev L.Yu. The use of energy-saving ultraviolet electrical equipment in agriculture. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2022;16(2):69-75. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-69-75. (In Russ.).
10. Adewumi J.R., Ilemobade A.A., Van Zyl, J.E. Treated wastewater reuse in South Africa.pdf (520.32 KB): Overview, potential and challenges. *Resources Conservation and Recycling*. 2010;15(2):225-247. DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.09.012.
11. Aliste M., Garrido I., Hernández V. et al. Assessment of reclaimed agro-wastewater polluted with insecticide residues for irrigation of growing lettuce (*Lactuca sativa* L.) using solar photocatalytic technology. *Environmental Pollution*. 2022;292(PtA):118367. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.118367.
12. Belov A., Vasilyev A., Dorokhov A. et al. Effect of high-voltage spark discharges on reduction of the concentration of total bacterial count in wastewater. *Journal of Water Process Engineering*. 2022;45:102465. DOI: 10.1016/j.jwpe.2021.102465.
13. Kucerova K., Henselova M., Slovakova L. et al. Effect of plasma activated water, hydrogen peroxide, and nitrates on lettuce growth and its physiological parameters. *Applied Sciences*. 2021;11(5):1985. DOI: 10.3390/app11051985.
14. Li C., Lin Q., Dong F. et al. Formation of iodinated trihalomethanes during chlorination of amino acid in waters. *Chemosphere*. 2019;217:355-363. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.190.
15. Norton-Brandao D., Scherrenberg S.M., van Lier J.B. Reclamation of used urban waters for irrigation purposes - A review of treatment technologies. *Journal of Environmental Management*. 2013;122:85-98. DOI: 10.1016/j.jenvman.2013.03.012.
16. Priya A., Rekha P., Kumar P.S. et al. The war using microbes: A sustainable approach for wastewater management. *Environmental Pollution*. 2021;275:116598. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.116598.
17. Rashid M., Rashid M.M., Alam M.S. et al. Stimulating effects of plasma activated water on growth, biochemical activity, nutritional composition and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. 2022;42:131-145. DOI: 10.1007/s11090-021-10216-0.
18. Rathore V., Tiwari B.S., Nema S.K. Treatment of pea seeds with plasma activated water to enhance germination, plant growth, and plant composition. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. 2022;42:109-129. DOI: 10.1007/s11090-021-10211-5.
19. Sheldon M.S., Mkhize I. Multi-stage EGSB/MBR treatment of soft drink industry wastewater. *Chemical Engineering Journal*. 2016;285:368-377. DOI: 10.1016/j.cej.2015.10.021.
20. Vincent F., Rao T.S., Kumar R. et al. Exploring the effects of organic loading rate and domestic wastewater treatment by algal-bacterial granules under natural daylight conditions. *Water Environment Research*. 2023;95(1):e10831. DOI: 10.1002/wer.10831.
21. World Health Organization: Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: Special focus on gender. New York: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene. 2023. 173 p. URL: <https://www.who.int/publications/m/item/progress-on-household-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2000-2022>.

### Информация об авторе

A.A. Белов – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», belalexan85@gmail.com.

### Information about the author

A.A. Belov, Doctor of Engineering Sciences, Chief Research Scientist, Electrophysical Impact on Agricultural Objects and Materials Laboratory, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, belalexan85@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 30.04.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 05.06.2024.

The article was submitted 30.04.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 05.06.2024.

© Белов А.А., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.431.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_117

EDN: FDHRTM

**Особенности формирования и развития  
многоукладной аграрной экономики России**

**Игорь Леонидович Воротников<sup>1</sup>, Любовь Николаевна Девяткина<sup>2</sup>,  
Алексей Юрьевич Петров<sup>3✉</sup>, Ахат Шакирович Ситалиев<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Нижегородский государственный агротехнологический университет,  
Нижний Новгород, Россия

<sup>3</sup> dr.ajpetrov@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследования современной аграрной структуры России, предметом которого являлись категории, уклады и типологии сельскохозяйственных товаропроизводителей. Такая группировка повышает информативность анализа и корректность оценок, а также дает возможность четко сформулировать адресные рекомендации как по тиражированию положительного опыта на основе выявленных «точек роста», так и преломления отрицательных тенденций. Выявлено, что трансформационное развитие укладов хотя и взаимосвязано, но во многом происходит относительно автономно, с разной скоростью, часто разнонаправлено, при этом сложно поддается регулированию. Дана характеристика основных категорий сельскохозяйственных товаропроизводителей Нижегородской области: сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств населения. Показана целесообразность локализации элементов цепи добавленной стоимости по ключевым и перспективным направлениям АПК с приоритетным размещением территориальных кластеров в «полюсах роста» в соответствии с концепцией пространственного развития сельских территорий Нижегородской области. Многоукладность экономики должна быть сохранена за счет формирования и развития регионального аграрного кластера. В рамках АПК Нижегородской области кластерная инициатива подразумевает создание конкурентоспособного производства в рамках трех субкластеров (молочного, картофельного и волокнистого) за счет внедрения в этих отраслях высоких технологий. Делается вывод, что успешная кластерная политика в сельском хозяйстве возможна на основе комплексного подхода, охватывающего различные аспекты от производства до маркетинга и обеспечивающего равномерное и устойчивое развитие сельских территорий. Устойчивое развитие многоукладной аграрной экономики и агропромышленного комплекса связано с технологическим перевооружением отрасли, внедрением цифровых технологий для эффективного управления ресурсами отрасли и ее производственными процессами, организацией системных научных исследований в сфере АПК и стимулирования трансфера технологий.

**Ключевые слова:** многоукладность, фермерский уклад, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственные кооперативы, кластеры, интеграционный уклад

**Для цитирования:** Воротников И.Л., Девяткина Л.Н., Петров А.Ю., Ситалиев А.Ш. Особенности формирования и развития многоукладной аграрной экономики России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 117–125. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_117-125](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_117-125).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Features of the formation and development  
of a multi-structural agricultural economy in Russia**

**Igor L. Vorotnikov<sup>1</sup>, Lyubov N. Devyatkina<sup>2</sup>,  
Aleksey Yu. Petrov<sup>3✉</sup>, Akhat Sh. Sitaliev<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>3</sup> dr.ajpetrov@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The authors present the results of study on the modern agrarian structure of Russia, the subject of which was the categories, patterns and typologies of agricultural producers, are presented. Such grouping increases the information content of the analysis and the correctness of assessments, and also makes it possible to clearly formulate targeted recommendations for both replicating positive experience based on identified “growth points” and refraction of negative trends. It has been revealed that the transformational development of ways of living, although

interconnected, in many ways occurs relatively autonomously, at different speeds, often in different directions, while difficult to regulate. The characteristics of the main categories of agricultural producers of Nizhny Novgorod Oblast are given: agricultural organizations, peasant household farming units and households of the population. The expediency of localization of elements of the value chain in key and promising areas of agriculture with priority placement of territorial clusters in the "poles of growth" in accordance with the concept of spatial development of rural areas of Nizhny Novgorod Oblast is shown. The complexity of the economy should be preserved through the formation and development of a regional agrarian cluster. Within the framework of Nizhny Novgorod regional Agro-Industrial Complex, the cluster initiative implies the creation of competitive production within the framework of three subclusters (dairy, potato and fiber) through the introduction of high technologies in these industries. It is concluded that a successful cluster policy in agriculture is possible on the basis of an integrated approach covering various aspects from production to marketing and ensuring the uniform and sustainable development of rural areas. The sustainable development of a multi-structural agricultural economy and the Agro-Industrial Complex is associated with the technological re-equipment of the industry, the introduction of digital technologies for effective management of industry resources and its production processes, the organization of systematic scientific research in the field of agriculture and the promotion of technology transfer.

**Keywords:** multistructurality, farming way of living, Agro-Industrial Complex, agricultural cooperatives, clusters, integrative way of living

**For citation:** Vorotnikov I.L., Devyatkina L.N., Petrov A.Yu., Sitaliev A.Sh. Features of the formation and development of a multi-structural agricultural economy in Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):117-125. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_117-125](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_117-125).

Первая четверть XXI в. ознаменовалась для России удвоением реального ВВП, ростом совокупной производительности факторов производства, увеличением заработной платы, а также сменой чистого оттока частного капитала на больший по объему чистый приток [5].

На повестке дня по-прежнему стоит запрос на модернизацию структуры экономики страны в соответствии с требованиями нового витка научно-технического прогресса [4]. Наметившиеся в последние годы ускорение темпов развития науки и технологий, сокращение цикла внедрения инноваций в экономике и социальной сфере привели к значительным изменениям подходов к формированию и реализации государственной научно-технической и инновационной политики [7].

Создание новой технологической основы для развития экономической и социальной сфер предполагает повышение качества жизни граждан за счет широкого применения отечественных информационных и коммуникационных технологий, способствующих росту производительности труда и эффективности производства, привлечению инвестиций в сельскохозяйственное производство, обеспечению конкурентоспособности российской продукции на мировых рынках и, как следствие, достижению устойчивого и сбалансированного долгосрочного развития [9]. В современных условиях в экономической науке выделяют микроэкономический анализ, состоящий из частных экономических сюжетов, видов предприятий и предпринимательской деятельности, участников экономического оборота: потребители, производители [2].

При геополитической напряженности и внешних экономических вызовах развитие агропромышленного комплекса России возможно в том числе при условии комплексного устойчивого развития сельских территорий. По мнению экспертов, проблема обеспечения устойчивого развития сельских территорий относится к комплексной, которую необходимо решать на основе конвергенции информационных технологий, особенно актуальных для цифровой экономики, технологий управления крупными субъектами хозяйствования (мезо- и макроуровень), а также методов теории систем и системного анализа [11].

Формирование аграрного уклада, под которым понимается соотношение различных классов (типов) сельхозпроизводителей по какому-либо признаку: размеру бизнеса

(численности занятых), выручке от реализации, валовой продукции, юридическому статусу и другим социально-экономическим критериям, до сих пор остается в центре внимания как исследователей, так и органов власти. Интерес к этой теме объясняется тем, что формирование аграрного уклада, в частности через преимущественную поддержку того или иного типа сельскохозяйственных товаропроизводителей со стороны государства, равносильно выбору пути развития сельского хозяйства России и, как следствие, укреплению ее продовольственной безопасности. Именно по сложившемуся в регионе аграрному укладу можно судить о результате «раздела сфер влияния» между различными категориями и классами сельхозпроизводителей в борьбе за рынки и ресурсы – землю, кредиты, субсидии и пр.

Многоукладную экономику в аграрной сфере многие эксперты рассматривают как экономическую категорию, выражающую сущность экономических процессов и явлений, выделяя такие уклады, как сельскохозяйственные предприятия, крестьянские хозяйства, личные подсобные хозяйства (хозяйства населения) и др. Мы предлагаем в современной аграрной экономике выделять:

- государственный уклад (федеральные, государственные и муниципальные унитарные предприятия на праве хозяйственного ведения или оперативного управления);
- патриархально-крестьянский уклад (личные подсобные хозяйства и пр.);
- фермерский уклад (К(Ф)Х, ИП и СХО с параметрами микробизнеса) [3];
- корпоративный уклад (сельскохозяйственные предприятия, объединяющие в уставном (складочном) капитале имущество как физических, так и юридических лиц, например АО, ООО и других хозяйственных обществ корпоративного типа, не являющихся зависимыми и дочерними предприятиями, то есть не входящими в холдинги);
- кооперативный уклад (производственные и потребительские сельскохозяйственные кооперативы, а также их ассоциации и союзы);
- интеграционный уклад (агроформирования преимущественно холдингового типа, разновидности: группы компаний, кластеры, консорциумы, пулы, концерны и пр.).

Типология многоукладности строится на следующей формальной логике:

- первый – государственный – единственный, который сформирован на основе госсобственности.

Затем мы выделили две полярные и разнонаправленные системы: с одной стороны, крупные холдинги, которые имеют миллиардные товарообороты, разветвленную региональную и межрегиональную сеть дочерних и зависимых предприятий, с другой – патриархальные нетоварные хозяйства.

Между ними – три товарные структуры, отличающиеся друг от друга масштабами и целями производства, хозяйственной идеологией:

- фермерский микробизнес, сформированный на семейно-индивидуальной основе (реже на партнерских началах);
- сельскохозяйственные кооперативы (на паевых началах);
- прочие сельскохозяйственные организации на чисто корпоративной (долевой) форме собственности, передаваемой как вклад в уставной капитал.

Рассмотрим вышеприведенную типологию более подробно.

Государственный уклад стоит особняком от прочих из-за существенной специфики. Он единственный, который относится к государственной собственности и представлен унитарными предприятиями. Эти организации не имеют права собственности на имущество, вверенное им на праве оперативного управления или чаще – хозяйственного ведения. Заметим, что унитарное предприятие – единственный вид коммерческой организации, имеющей не общую правоспособность, а специальную, целевую. Для регистрации унитарного предприятия кроме установленного стандартного реги-

страционного пакета документов требуется решение об их создании уполномоченным государственным органом соответствующего уровня. Есть и другие существенные отличия государственных предприятий в управлении, принятии решений и ведении производственно-хозяйственной деятельности. На самом деле это важнейшая для аграрной экономики организационно-правовая форма. Унитарные предприятия в сельском хозяйстве создавались по социально-значимым направлениям, которые или не могут работать исключительно на коммерческой основе (учебно-опытные), или вообще нерентабельны из-за низкой покупательной способности (элитные, семеноводческие). В контексте разрабатываемой темы следует также отметить учхозы или учебно-опытные хозяйства образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования. Используя военную терминологию, учхозы – это полигоны для учащихся, студентов и аспирантов, без которых образовательный процесс можно считать неполноценным.

Следующий уклад, который мы выделили – «патриархально-крестьянский». В официальной статистике в последнее время он учитывается в такой категории сельскохозяйственных товаропроизводителей, как «хозяйства населения», к которой относятся личные подсобные хозяйства (приусадебное землепользование), индивидуальные и коллективные сады и огороды, индивидуальное и коллективное животноводство.

В России с советских времен домохозяйства, или приусадебные хозяйства сельских жителей, называются личными подсобными хозяйствами. В крестьяноведении их относят к крестьянским хозяйствам. По российскому законодательству они не являются товарными образованиями и ориентированы на сельскую семью [6]. Данный уклад основан на использовании преимущественно ручного труда с применением простейших орудий труда.

Личное подсобное хозяйство (ЛПХ) ведется гражданином или гражданином и совместно проживающими с ним и (или) совместно осуществляющими с ним ведение личного подсобного хозяйства членами его семьи в целях удовлетворения личных потребностей на земельном участке, предоставленном и (или) приобретенном для ведения личного подсобного хозяйства [6]. Максимальные по величине площади, занимаемые ЛПХ, находятся в Сибирском, Приволжском и Центральном федеральных округах.

В современном крестьяноведении указывается как на подобие, так и на различие категорий крестьянских и фермерских хозяйств. Практика научных исследований позволяет определить крестьян как мелких сельскохозяйственных производителей, которые, используя простой инвентарь и труд членов своей семьи, работают – прямо или косвенно – на удовлетворение своих потребительских нужд. Это социальный тип, который характеризуется четырьмя взаимозависимыми гранями: семейным хозяйством, хозяйствованием на земле, деревенской культурой и низшим положением в системах социальной иерархии.

Фермерское хозяйство – это деловое предприятие, то есть нечто большее, чем «образ жизни», каковым является ведение крестьянского хозяйства. В бизнес-менеджменте фермерского хозяйства присутствуют и сочетаются маркетинг, компетентное управление ресурсами (в том числе человеческими, финансовыми, техническими и природными), планирование и прогнозирование.

В современных условиях фермерским хозяйствам во всем мире присуще усложнение организационно-правовых форм. Кроме частной индивидуальной формы, для которой характерно непродолжительное время существования, ограниченное дееспособ-

ным возрастом главы хозяйства или его смертью, часто применяется юридическое оформление фермерского агробизнеса в форме партнерств и корпораций. Это оказывается удобным при налогообложении, наследовании, разделе или дроблении хозяйства. Фермерские партнерства и компании могут быть как семейными, так и объединять лиц, не состоящих в родстве, для соединения капиталов и прочих ресурсов с целью получения преимуществ, связанных с размером хозяйства.

Внедрение современных технологий в малые формы хозяйствования во многом аналогично сити-фермерским хозяйствам. Помимо непосредственной выгоды для сельского хозяйства Нижегородской области развитие сити-фермерства окажет существенное влияние на повышение научного уровня в области биологии сельскохозяйственных растений, информационных технологий (Интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные), а также будет способствовать импортозамещению в сфере производства высокотехнологичной сельскохозяйственной техники.

Основу корпоративного уклада составляют сельскохозяйственные предприятия – юридические лица, уставный капитал которых сформирован одним или несколькими физическими лицами (не всегда работниками этих организаций) и, возможно, при участии других юридических лиц. При этом они не входят в состав холдингов и других интеграционных формирований, не являются их зависимыми и дочерними предприятиями.

В Нижегородской области, как правило, выделяют таких представителей агробизнеса, как крупные многопрофильные холдинговые компании индустриального типа, например агрохолдинги общероссийского значения: ООО «Птицефабрика Павловская», ОАО «Агрофирма "Птицефабрика Сеймовская"», АО «Линдовская птицефабрика-племенной завод», ООО «Агрофирма "Металлург"», ООО «Племзавод "Пушкинское"», ООО «Агрофирма "Русское поле"», ООО «Племзавод им. Ленина», АО «Птицефабрика Ворсменская», ОАО «Агрокомбинат Горьковский».

Сохранение и развитие сельских поселений (сел и деревень) в настоящее время возможно только при условии включенности в этот процесс самих деревенских жителей, то есть через развитие местных инициатив. Идеальной платформой для этого является сельская кооперация, которая апробирована практически во всех странах мира.

«Кооперация» в переводе с латинского языка (*cooperatio*) означает «совместное ведение дел, сотрудничество» – это форма организации хозяйственной деятельности, когда достаточно большое сообщество людей совместно и на равных началах участвуют в одном и том же или в разных (но связанных между собой) процессах труда. По своей сути кооперация – это взаимодействие между хозяйствующими субъектами (физическими лицами, организациями), основанное на равноправном сотрудничестве по поводу приобретения, производства или реализации товаров [10].

В отличие от интеграции (объединения, слияния) определяющим признаком кооперации является основанная на личном интересе экономическая обособленность ее участников, хозяйствующих субъектов с различными организационно-правовыми формами отношений между ними (устный артельный договор, юридически оформленный контракт, выборный управленческий орган – правление).

Сельскохозяйственный кооператив – организация, созданная сельскохозяйственными товаропроизводителями и (или) ведущими личные подсобные хозяйства гражданами на основе добровольного членства для совместной производственной или иной хозяйственной деятельности, основанной на объединении их имущественных

паевых взносов в целях удовлетворения материальных и иных потребностей членов кооператива [8].

Развитие сельскохозяйственной потребительской кооперации находится в числе приоритетных задач, стоящих перед министерством сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области.

В процессе реформирования агропромышленного комплекса России также возникла необходимость совершенствования рыночных механизмов межотраслевого взаимодействия. В настоящее время во многих регионах России в АПК появились интеграционные формирования на основе финансовых и имущественных механизмов объединения и взаимодействия участников. Больше всех преуспели в создании агропромышленных интеграционных структур в Белгородской и Орловской областях. В Нижегородской области процессы агропромышленной интеграции не носили такого системного характера [1].

Интеграция в агропромышленном комплексе это, пожалуй, единственный способ обеспечения паритета экономических отношений сельскохозяйственных товаропроизводителей как фундамента всей экономики со своими партнерами: предприятиями перерабатывающей промышленности, обслуживающей деятельности и сферы реализации.

Агропромышленные объединения, агрофирмы как интегрированные формирования представляют собой не просто объединение юридических лиц, а объединение технологических и экономических интересов. Интеграционные процессы в АПК затрагивают все сферы – начиная от производства сельскохозяйственной продукции до ее реализации. Рынок сельскохозяйственной продукции, несмотря на большое количество независимо действующих на нем продавцов, не является совершенным, что в основном связано с отсутствием необходимой рыночной инфраструктуры, доступа к информации о рынке для действующих на нем сельскохозяйственных предприятий. Не являются совершенными и рынки материальных и кредитных ресурсов по отношению к сельскохозяйственному производству. Формирование и эффективная деятельность агропромышленных холдингов представляется перспективным направлением развития отечественного АПК в современных условиях.

Сельскохозяйственные товаропроизводители Нижегородской области представлены:

- 1) сельскохозяйственными организациями – юридическими лицами (СХО);
- 2) крестьянскими (фермерскими) хозяйствами – глава имеет статус индивидуального предпринимателя;
- 3) хозяйствами населения – непредпринимательская форма самозанятости сельских и некоторых городских жителей региона.

Многоукладность экономики должна быть сохранена за счет формирования и развития регионального аграрного кластера. В рамках АПК Нижегородской области кластерная инициатива подразумевает создание конкурентоспособного производства в рамках трех субкластеров (молочного, картофельного и волокнистого) на базе внедрения в этих отраслях высоких технологий.

Успешная кластерная политика в сельском хозяйстве возможна на основе комплексного подхода, охватывающего различные аспекты от производства до маркетинга и обеспечивающего равномерное и устойчивое развитие сельских территорий. Реализация кластерной политики включает модернизацию и расширение существующих производств, привлечение новых крупных инвесторов в развитие комплекса по ключевым направлениям кластеров, включая приоритетное размещение кластеров в соответствии с концепцией пространственного развития территорий Нижегородской области.

Кластерная политика предусматривает:

- развитие ключевых сырьевых направлений в объемах, необходимых для удовлетворения потребности населения в соответствии с рекомендуемыми нормами потребления;
- повышение обеспеченности собственными семенами и биоматериалом стратегически важных видов сельскохозяйственных культур и животных; создание регионального банка сельскохозяйственных культур и биопродукции;
- создание условий для ведения эффективной ветеринарной деятельности, в том числе модернизация ветеринарных лабораторий, а также ветеринарно-санитарных заводов;
- формирование эффективных систем контроля качества сельхозсырья и продукции переработки по всей цепочке создания стоимости.

Рассмотрим локализацию элементов цепи добавленной стоимости по ключевым и перспективным направлениям АПК с приоритетным размещением территориальных кластеров в «полюсах роста» в соответствии с Концепцией пространственного развития территорий Нижегородской области.

*Создание картофельного кластера в Нижегородской области позволит решить следующие задачи:*

- разработать и внедрить в производственный процесс современные технологии по выращиванию, сбору и обработке картофеля, методы искусственного семеноводства для получения качественного семенного материала (средние цены на импортируемый семенной картофель в 2023 г. выросли на 26%);
- организовать производство пищевых продуктов, технических материалов из картофельного сырья;
- оптимизировать процессы выращивания, уборки и «умного» хранения картофеля;
- оказывать поддержку системе долгосрочных контрактов между производителями и перерабатывающими предприятиями, а также предприятиям розничной торговли;
- реализовать крупные инвестиционные проекты картофельного кластера, в том числе в сфере переработки картофеля, организации сезонного хранения, подготовки картофеля к продаже.

Ожидаемые результаты: прирост валового регионального продукта к 2035 г. на 14,8 млрд руб. и развитие отечественного семенного фонда картофеля, обеспечение устойчивости поставок посевного материала для картофельной отрасли.

*Создание молочного кластера в Нижегородской области позволит решить следующие задачи:*

- создать производства глубокой переработки молока на территории Нижегородской области;
- стимулировать научно-исследовательские проекты, связанные с импортозамещением сырья;
- развивать геномную селекцию крупного рогатого скота;
- совершенствовать кормовую базу;
- содействовать формированию новых логистических цепочек для реализации экспортного потенциала Нижегородской области по продуктам глубокой переработки молока.

Ожидаемые результаты: достижение полной продовольственной безопасности в регионе по молочной продукции и обеспечение прироста валового регионального продукта к 2035 г. на 41,1 млрд руб. в год за счет развития продуктовых ниш глубокой переработки молока.

*Создание волокнистого кластера в Нижегородской области позволит решить следующие задачи:*

- развить новые и модернизировать существующие производства по глубокой переработке волокнистых материалов на территории Нижегородской области;
- оказать поддержку научно-исследовательским проектам, направленным на разработку инновационных технологий и материалов в данной сфере;
- создать новые логистические цепочки для эффективной реализации продукции волокнистого кластера на рынках, с учетом экспортного потенциала региона.

Ожидаемые результаты: создание конкурентоспособного производства по глубокой переработке волокнистых материалов и увеличение экспорта региона за счет нового направления глубокой переработки волокнистых материалов.

### **Выводы**

Устойчивое развитие многоукладной аграрной экономики и агропромышленного комплекса России связано с технологическим перевооружением отрасли, внедрением цифровых технологий для эффективного управления ресурсами отрасли и ее производственными процессами, организацией системных научных исследований в сфере АПК и стимулированием трансфера технологий с целью достижения технологического суверенитета и укрепления конкурентных позиций субъектов регионального АПК в цепочках добавленной стоимости сельскохозяйственной продукции, а также с непрерывным повышением качества продукции сельского хозяйства за счет роста доли экологической продукции, мониторинга качества, технологического лидерства по ключевым сферам присутствия российских компаний на рынках сельскохозяйственной продукции.

### **Список источников**

1. Агропромышленный комплекс России в 2018 году: Справочно-статистический сборник. Москва: Министерство сельского хозяйства РФ, 2019. 536 с.
2. Богомазов Г.Г., Благих И.А. Экономическая история России: учебник для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2024. 534 с.
3. Девяткина Л.Н. Фермерские хозяйства России: Итоги и проблемы развития // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 6. С. 53–60.
4. Кузнецова Г.В. Экономический потенциал России: учебник и практикум для вузов. Москва: Юрайт, 2023. 156 с.
5. Назин К.Н., Кокурин Д.И. Экономика России. Инфраструктура: учебник для бакалавриата и магистратуры. Москва: Юрайт, 2023. 277 с.
6. О личном подсобном хозяйстве: Федеральный закон от 07.07.2003 № 112-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/19694> (дата обращения: 10.03.2024).
7. Об утверждении Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 12.01.2017 № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://e-ecolog.ru/docs/DP9> (дата обращения: 10.02.2024).
8. О сельскохозяйственной кооперации: Федеральный закон от 08.12.1995 № 193-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/8583> (дата обращения: 10.03.2024).
9. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 10.03.2024).
10. Ярославцев А.В., Ярославцева Т.А. Кооперация: понятие, виды, механизмы создания, условия для эффективной деятельности потребительских обществ: методические рекомендации для муниципальных образований Хабаровского края. Хабаровск: Ассоциация «Совет муниципальных образований Хабаровского края», 2018. 188 с.
11. Zaporozhtseva L., Kleimenov D., Kuznetsova E. et al. Transformation of socio-economic development scenarios of Russian rural areas in the context of globalization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Proceedings of the Russian Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development AgroCON-2019 (Kurgan, April 18–19, 2019). Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. Vol. 341. Article no. 012029. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012029.

**References**

1. Agro-Industrial Complex of Russia in 2018: reference and statistical digest. Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation; 2019. 536 p. (In Russ.).
2. Bogomazov G.G., Blagikh I.A. Economic history of Russia: textbook for universities. 2<sup>nd</sup> ed., revised and enlarged. Moscow: Yurait; 2024. 534 p. (In Russ.).
3. Devyatkina L.N. Farms of Russia: Results and problems of development. *Economics of Agriculture of Russia*. 2015;6:53-60. (In Russ.).
4. Kuznetsova G.V. Economic potential of Russia: textbook and workshop for universities. Moscow: Yurait; 2023. 156 p. (In Russ.).
5. Nazin K.N., Kokurin D.I. Economics of Russia. Infrastructure: textbook for universities. Moscow: Yurait; 2023. 277 p. (In Russ.).
8. On Personal Subsidiary Farm: Federal Law dated 07.07.2003 No. 112-FZ. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/19694>. (In Russ.).
6. On the Forecast of Scientific and Technological Development of Agro-Industrial Complex of the Russian Federation for the period up to 2030: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated January 12, 2017 No. 3. <https://e-ecolog.ru/docs/DP9>. (In Russ.).
9. On Agricultural Cooperation: Federal Law dated 08.12.1995 No. 193-FZ. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/8583>. (In Russ.).
7. On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030: Decree of the President of the Russian Federation dated 09.05.2017 No. 203. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>. (In Russ.).
10. Yaroslavtsev A.V., Yaroslavtseva T.A. Cooperation: concept, types, mechanisms of creation, conditions for effective activity of consumer societies: methodological recommendations for municipalities of the Khabarovsk Territory. Khabarovsk: Publishing House of the Council of Municipalities of Khabarovsk Territory Association; 2018. 188 p. (In Russ.).
11. Zaporozhtseva L., Kleimenov D., Kuznetsova E. et al. Transformation of socio-economic development scenarios of Russian rural areas in the context of globalization. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Proceedings of the Russian Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development AgroCON-2019 (Kurgan, April 18–19, 2019). Kurgan: IOP Publishing Ltd. 2019;341:012029. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012029.

**Информация об авторах**

И.Л. Воротников – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, ректор ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [vorotnikov.i@nnsaa.ru](mailto:vorotnikov.i@nnsaa.ru).

Л.Н. Девяткина – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [kancel-nnsatu@bk.ru](mailto:kancel-nnsatu@bk.ru).

А.Ю. Петров – доктор педагогических наук, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, декан экономического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [dr.ajpetrov@yandex.ru](mailto:dr.ajpetrov@yandex.ru).

А.Ш. Ситалиев – аспирант экономического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [km-ngsha@yandex.ru](mailto:km-ngsha@yandex.ru).

**Information about the authors**

I.L. Vorotnikov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Management, Rector, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [vorotnikov.i@nnsaa.ru](mailto:vorotnikov.i@nnsaa.ru).

L.N. Devyatkina, Candidate of Economic Sciences, Docent, Senior Research Scientist, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [kancel-nnsatu@bk.ru](mailto:kancel-nnsatu@bk.ru).

A.Yu. Petrov, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Management, Dean of the Faculty of Economics, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [dr.ajpetrov@yandex.ru](mailto:dr.ajpetrov@yandex.ru).

A.Sh. Sitaliev, Postgraduate Student, the Faculty of Economics, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [km-ngsha@yandex.ru](mailto:km-ngsha@yandex.ru).

**Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 25.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.**

**The article was submitted 23.05.2024; approved after reviewing 25.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.**

© Воротников И.Л., Девяткина Л.Н., Петров А.Ю., Ситалиев А.Ш., 2024

---

---

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.133.44

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_126

EDN: FEFNSM

**Методологические аспекты структуризации институциональной  
среды агропродовольственного комплекса**

Юлия Николаевна Коваленко<sup>1✉</sup>, Андрей Валерьевич Улезько<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

<sup>2</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> yuliya.severina@gmail.com<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Агропродовольственный комплекс рассматривается как устойчивая форма организации агропродовольственных систем, а его институциональная среда – как совокупность разноуровневых институтов, формирующих нормы и правила взаимодействия субъектов, интегрированных в экономическое пространство агропродовольственной системы (АПрС). Институциональная среда АПрС национального уровня, формирующаяся под воздействием институтов макроэкономического и глобального уровней, представляется в виде совокупности институтов, ориентированных на конкретный уровень локализации экономического пространства и учитывающих специфику взаимодействия субъектов, интегрированных в агропродовольственную систему. АПрС национального уровня является совокупностью агропродовольственных систем более низкого уровня, организованных по территориальному или корпоративному типу, каждая из которых, в свою очередь, имеет собственную институциональную среду. В рамках институциональной среды территориальных и корпоративных агропродовольственных систем возникают институты, оказывающие непосредственное влияние на институциональную среду субъектов более низкого уровня (хозяйствующие субъекты и сельские сообщества). При этом институциональная среда анализируется как один из ключевых факторов, воздействующих на развитие агропродовольственного комплекса и входящих в его состав субъектов, а ее качество в значительной мере определяет возможности наращивания объемов агропромышленного производства и повышения эффективности функционирования производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции. Предлагаются приоритетные направления совершенствования институциональной среды агропродовольственного комплекса, способствующие развитию системы институционального обеспечения межсубъектных взаимодействий в агропродовольственных системах различного уровня с целью адаптации разноуровневых институтов к изменениям среды функционирования и минимизации транзакционных издержек (издержек, связанных с инициацией и поддержанием межсубъектных взаимодействий).

**Ключевые слова:** агропродовольственный комплекс, агропродовольственная система, институциональное пространство, институциональная среда, межсубъектные взаимодействия

**Для цитирования:** Коваленко Ю.Н., Улезько А.В. Методологические аспекты структуризации институциональной среды агропродовольственного комплекса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 126–135. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_126-135](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_126-135).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Methodological aspects of structuring the institutional  
environment of the agrifood complex**

Yulia N. Kovalenko<sup>1✉</sup>, Andrey V. Ulez'ko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

<sup>2</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> yuliya.severina@gmail.com<sup>✉</sup>

**Abstract.** The agrifood complex is considered as a stable form of organization of agrifood systems, and its institutional environment is considered as a set of institutions at various levels that form norms and rules of

interaction of subjects integrated into the economic space of the agrifood system (AFS). The institutional environment of the AFS at the national level, formed under the influence of institutions at the macroeconomic and global levels, is represented as a set of institutions focused on a specific level of localization of the economic space and taking into account the specifics of the interaction of subjects integrated into the agrifood system. AFS at the national level is a combination of lower-level agrifood systems organized by territorial or corporate type, each of which also has its own institutional environment. Within the framework of the institutional environment of territorial and corporate agrifood systems, institutions are emerging that directly affect the institutional environment of lower-level entities (business entities and rural communities). The institutional environment is considered as one of the key factor influencing the development of the agrifood complex and its constituent entities, and its quality largely determines the possibilities of increasing the volume of agro-industrial production and improving the efficiency of producers and processors of agricultural products. The authors suggest priority areas for improving the institutional environment of the agrifood complex, ensuring the development of a system of institutional support for intersubjective interactions in agrifood systems at various levels in order to adapt institutions of various levels to changes in the operating environment and minimize transaction costs (costs associated with the initiation and maintenance of intersubjective interactions).

**Keywords:** agrifood complex, agrifood system, institutional space, institutional environment, intersubjective interactions

**For citation:** Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V. Methodological aspects of structuring the institutional environment of the agrifood complex. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):126-135. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_126-135](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_126-135).

**В** последние годы в качестве специфического объекта экономических исследований все чаще используется пространство, трактуемое и как среда жизнедеятельности людей, и как территория, объединяющая совокупность взаимодействующих субъектов и определяющая границы взаимосвязей между ними, и как источник ресурсов, необходимых для ведения экономической деятельности, и как продукт институции в силу влияния на него взаимодействующих факторов [5, 7, 14, 15]. При этом территориальный подход к локализации экономического пространства целесообразно использовать лишь к экономическим системам, границы которых совпадают с границами административно-территориальных образований национального, регионального и муниципального уровней, тогда как локализация пространства отдельных хозяйствующих субъектов (от домохозяйств до крупных интегрированных формирований национального и межрегионального уровней) представляется более сложной задачей. С позиций институционализма границы экономического пространства отдельных субъектов определяются пределами, в которых хозяйствующий субъект может функционировать автономно без участия других субъектов данного уровня, а форматирование таких фрагментов пространства осуществляется под воздействием комплекса соответствующих институтов, образующих институциональную среду экономического пространства.

Исследование базируется на обобщении научных подходов к структуризации институциональной среды экономических систем различного уровня локализации и взаимосвязи экономического и институционального пространств.

О.М. Вертей [3], рассуждая об институциональности экономического пространства, констатирует наличие органической взаимосвязи институционального и экономического пространств в форме организации отношений взаимодействующих субъектов, в рамках которой институции активно воздействуют на процессы формирования и функционирования институционального пространства, определяя специфику и размер трансакций, способы координацию действий взаимосвязанных субъектов, сценарии и варианты их поведения и др.

Ю.А. Коблова [8], исследуя вопросы организации институционального пространства, отмечает его сложную структурированность, обусловленную его изменениями в зависимости от уровней, зон и видов деятельности. В качестве уровней институционального пространства она выделяет мегауровень (наднациональный), макроуровень (национальный), мезоуровень (региональный), микроуровень (уровень хозяйствующего субъекта), наноуровень (уровень индивида). В основе зонирования институционального пространства по отдельным уровням в рамках данного подхода лежат различия в инсти-

туциональных расстояниях между группами действующих в этих зонах норм и правил, при этом структуризацию институционального пространства предлагается проводить по видам деятельности, в рамках которых происходит взаимодействие субъектов (например, промышленность, сельское хозяйство, строительство и др.).

Заслуживает внимания логика обоснования связи понятий «экономическое пространство» и «институциональное поле», предложенная Б.А. Ерзнкяном [6], который рассматривает экономическое пространство как совокупность интеракций (под интеракцией понимается единица взаимодействий индивидов). Интеракция приобретает статус экономической транзакции, если она осуществляется между экономическими агентами и в определенных институциональных рамках. Для совершения каждой транзакции необходима своя совокупность институтов, которую, по мнению Б.А. Ерзнкяна, следует называть институциональной матрицей, при этом совокупность всех институциональных матриц он рекомендует называть институциональным полем, то есть институциональное поле представляется как совокупность институтов, охватывающих все транзакции, а совокупность всех транзакций формирует единое поле-пространство. Принимая во внимание концепцию локализации экономического пространства, можно утверждать, что каждому уровню локализованного экономического пространства будет соответствовать собственное институциональное поле (институциональная среда).

В качестве одного из уровней локализации экономического пространства традиционно рассматриваются территориально-отраслевые комплексы, представляющие собой совокупность субъектов, взаимодействующих в границах определенных территориальных и институциональных локализаций, при этом критерии локализации экономического и институционального пространств совпадают, то есть применительно к агропродовольственному комплексу можно вести речь об институциональном пространстве, часто представляемом в виде институциональной среды.

С.В. Юрин [17], обосновывая концептуальную модель институциональной среды агропродовольственного комплекса, предлагает систематизировать формирующие ее институты в разрезе нескольких функциональных сред: административно-правовой, административно-управленческой, производственно-экономической, финансово-экономической, общественной, социальной, информационно-аналитической и внутренней среды хозяйствующих субъектов. Н.С. Бондарев, П.Д. Косинский и Г.С. Бондарева [2] в качестве конструктивных блоков институциональной среды АПК рекомендуют выделять институты развития, ресурсные институты, производственные институты и институты обеспечения, взаимодействующие в рамках контрактных отношений, существующих под воздействием институциональных ограничений и обеспечивающих координирование влияния на субъекты или их группы. Более широкую трактовку институциональной среды АПК дают Л.В. Агаркова, Т.Г. Гурнович, Р.И. Клинецвич [1], предлагающие, наряду с системоформирующими, системообеспечивающими, системовоспроизводящими и системорегулирующими институтами, включать в ее состав совокупность стратегических приоритетов институциональных преобразований агропродовольственного комплекса, триггеры, обеспечивающие инициацию этих процессов и интенсивность их протекания, типы укладов, характерных для аграрного сектора и задающих тренды развития межсубъектных взаимодействий, его организационную структуру, систему организационно-экономических и управленческих регуляторов.

По мнению Г.М. Гриценко и А.Н. Лукьянова [4], при определении структуры институциональной среды агропродовольственного комплекса следует выделять институты, формирующие личность индивидов и определяющие условия осуществления экономической деятельности этими индивидами и их сообществами, а также механизмы самоорганизации и организационно-экономические структуры (неформальные институты) и базовые формальные институты, совокупность которых ориентирована на

решение таких задач как: организация взаимодействия институтов конкретного институционального пространства и их связей с другими элементами институциональной среды; создание механизмов контроля за соблюдением субъектами агропродовольственного комплекса общепризнанных норм и правил поведения; гарантирование сбалансированности интересов субъектов агропродовольственного комплекса и их защиты; нормативно-правовое обеспечение жизнедеятельности сельского населения; создание условий роста эффективности функционирования субъектов агропродовольственного комплекса; реализация общесистемных функций агропродовольственного комплекса и стимулирование эффективных форм межсубъектных взаимодействий; выявление барьеров развития агропродовольственного комплекса и формирующих его субъектов и смягчение их ограничивающего воздействия.

Д.П. Фролов и А.В. Лаврентьева рассматривают институциональную структуру АПК в виде комплекса «взаимосвязанных институций, институтов, норм, правил, частичных правомочий собственности, требований, санкций, контрактов, стереотипов, устоев, обычаев и традиций» [16, с. 81], при этом агропромышленные институции они определяют как особые социальные формы, позволяющие закрепить конкретные функции за экономическими субъектами АПК, указывая на естественную взаимосвязь институциональных и экономических интересов субъектов и необходимость сохранения и усиления их статуса в конкретных хозяйственных системах, минимизации транзакционных издержек, формирования понятных и взаимовыгодных правил поведения субъектов АПК и условий достижения компромисса с субъектами других институциональных структур. Отмечая динамизм институциональной структуры, авторы выделяют в качестве основных видов ее изменений трансформацию (смену институциональной матрицы, обусловленную переходом к новому типу системы общественного производства), модификацию (изменения отдельных элементов институционального механизма и частные усовершенствования формальных правил и процедур, корректировки правил взаимодействий и межсубъектных отношений) и модернизацию (адаптационные изменения институциональной структуры, соответствующие изменениям коллективной потребностями в институтах, институциях, институциональных процедурах, нормах и правилах в результате обострения институциональных противоречий между субъектами АПК).

М.С. Оборин [9], используя термин «институциональная система АПК», трактует ее как множество институтов, обеспечивающих воспроизводственный процесс и его обслуживание, устойчиво взаимодействующих в рыночной среде и объединенных в рамках организационной (нормативно-правовая, управленческая, интеграционная (рыночная), технологическая, социальная компоненты), воспроизводственной (производственная, ресурсная (земельные угодья, кадры, материально-техническое оснащение), инновационная компоненты) и обслуживающей (финансово-кредитная, транспортно-логистическая, страховая, информационно-консультационная компоненты) подсистем.

Принципиально иной подход к раскрытию состава институциональной среды предлагают Х.М. Рахаев, М.Н. Энеева и М.Ш. Газаева [10]. Их исследование институциональной среды сельского хозяйства базируется на гипотезе о том, что хозяйственные институты неотделимы от хозяйствующих субъектов, то есть хозяйствующие субъекты являются признаком существования институтов, а институциональная среда сельского хозяйства представлена различными типами хозяйствующих субъектов аграрного сектора: сельскохозяйственными организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, индивидуальными предпринимателями, хозяйствами населения, некоммерческими объединениями граждан и др. На наш взгляд, прямое отождествление хозяйствующих субъектов с институтами, а представление институциональной среды как совокупности хозяйствующих субъектов противоречит базовым положениям тео-

рии институционализма, в рамках которой субъекты могут реализовывать функции институтов, но совокупность институтов не может быть сведена к совокупности субъектов. Институты являются элементами механизмов разных уровней, обеспечивающих организацию межсистемных и внутрисистемных взаимодействий.

Некоторые исследователи, в частности А.Н. Семин, М.М. Кислицкий, А.С. Лылов [12], предлагают оценивать качество институциональной среды АПК через расчет специального показателя (индекса качества институциональной среды) по следующей формуле:

$$I_{\text{АПК}} = \sqrt[3]{K_{\text{ПП}} \cdot K_{\text{ПБ}} \cdot D_{\text{СХ}}},$$

где  $K_{\text{ПП}}$  – коэффициент паритетности цен (среднее значение отношений индексов цен производителей сельскохозяйственной продукции и цен на приобретаемые ими промышленные товары);

$K_{\text{ПБ}}$  – коэффициент обеспеченности продовольственной безопасности (среднеарифметическое показателей уровня самообеспеченности РФ основными видами продовольственных ресурсов);

$D_{\text{СХ}}$  – доля занятого в сельском хозяйстве населения от общей численности занятых в экономике.

При этом под институциональной средой АПК ими понимается совокупность институтов, правил, стимулов, поведенческих моделей и условий межсубъектных взаимодействий в агропромышленном комплексе [13]. Включение в формулу расчета индекса всего трех показателей представляется не совсем корректным, поскольку количество факторов, влияющих на качество институциональной среды представляется гораздо более широким. Кроме того, расчет коэффициента обеспеченности продовольственной безопасности как среднеарифметического показателей уровня самообеспеченности РФ по таким видам продукции как зерно, мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты и картофель без оценки их значимости в формировании комплексного показателя уровня продовольственной безопасности видится неправомерным в силу их неодинакового влияния на интегральную оценку, а сокращение доли занятых в сельском хозяйстве является объективным трендом и не может однозначно указывать на снижение качества институциональной среды. В этом случае более справедливым будет использование показателя, отражающего уровень занятости сельского населения.

С.В. Рюмкин и И.Н. Рюмкина, исследуя институциональную среду устойчивого развития сельских территорий, трактуют ее как «совокупность формальных и неформальных правил, направленных на развитие аграрного сектора экономики на сельских территориях» [11, с. 50], выделяя три ее уровня, различающихся как «правилами игры», так и по совокупности «игроков», формирующих отдельные уровни институциональной среды. При этом при описании институциональной среды акцент делается на раскрытии содержания стратегических документов, характеризующих процесс устойчивого развития сельских территорий, а акторами институциональной среды считаются исполнители, указанные в этих документах.

Данный подход, по нашему мнению, является довольно абстрактным, поскольку отражает лишь один срез многослойной институциональной среды, характеризующий воздействие органов государственного и муниципального управления на развитие сельских территорий, тогда как институты, регламентирующие межсубъектные и межличностные взаимодействия, остаются за рамками исследования.

В контексте представленных исследований агропродовольственный комплекс представляется авторами как одна из форм агропродовольственной системы, а его институциональная среда – как совокупность институтов различных уровней, формирующих нормы и правила взаимодействия субъектов, интегрированных в экономическое пространство агропродовольственной системы.

Структуризацию институциональной среды агропродовольственной системы (АПрС) предлагается проводить, исходя из следующих методологических положений:

- агропродовольственная система рассматривается как элемент локализованного экономического пространства, характеризующийся собственной институциональной средой;

- институциональная среда представляет собой совокупность разнородных институтов, определяющих правила и нормы поведения субъектов, взаимодействующих в рамках локализованных экономических пространств;

- конечным объектом воздействия институциональной среды агропродовольственной системы являются индивиды или группы индивидов, объединенные по какому-либо признаку и осуществляющие деятельность в границах ее экономического пространства;

- институциональная среда агропродовольственной системы организуется как многоуровневое сложноструктурированное образование, обеспечивающее устойчивость и эффективность межсубъектных взаимодействий;

- поскольку агропродовольственная система является элементом системы общественного производства, то ее институциональная среда формируется под воздействием институтов макроэкономического уровня (внешних институтов);

- систематизацию институтов макроэкономического уровня (внешних институтов) следует проводить в разрезе институтов, формирующих условия развития системы общественного производства, общесистемные нормы и правила межсубъектных взаимодействий, а также порядок взаимодействия государства со всеми типами экономических субъектов и типовые модели поведения индивидов и отдельных социальных групп;

- иерархический принцип построения АПрС как экономической системы требует наличия не только внешних институтов, но и институтов внутрисистемных взаимодействий (внутренних институтов);

- агропродовольственная система одновременно является и объектом институциональных воздействий, и институтом (формирует институциональную среду для входящих в ее состав субъектов на основе внутренних институтов);

- каждый субъект агропродовольственной системы может рассматриваться как особого рода институт, определяющий порядок взаимодействия индивидов и их групп, локализованных в границах данного субъекта;

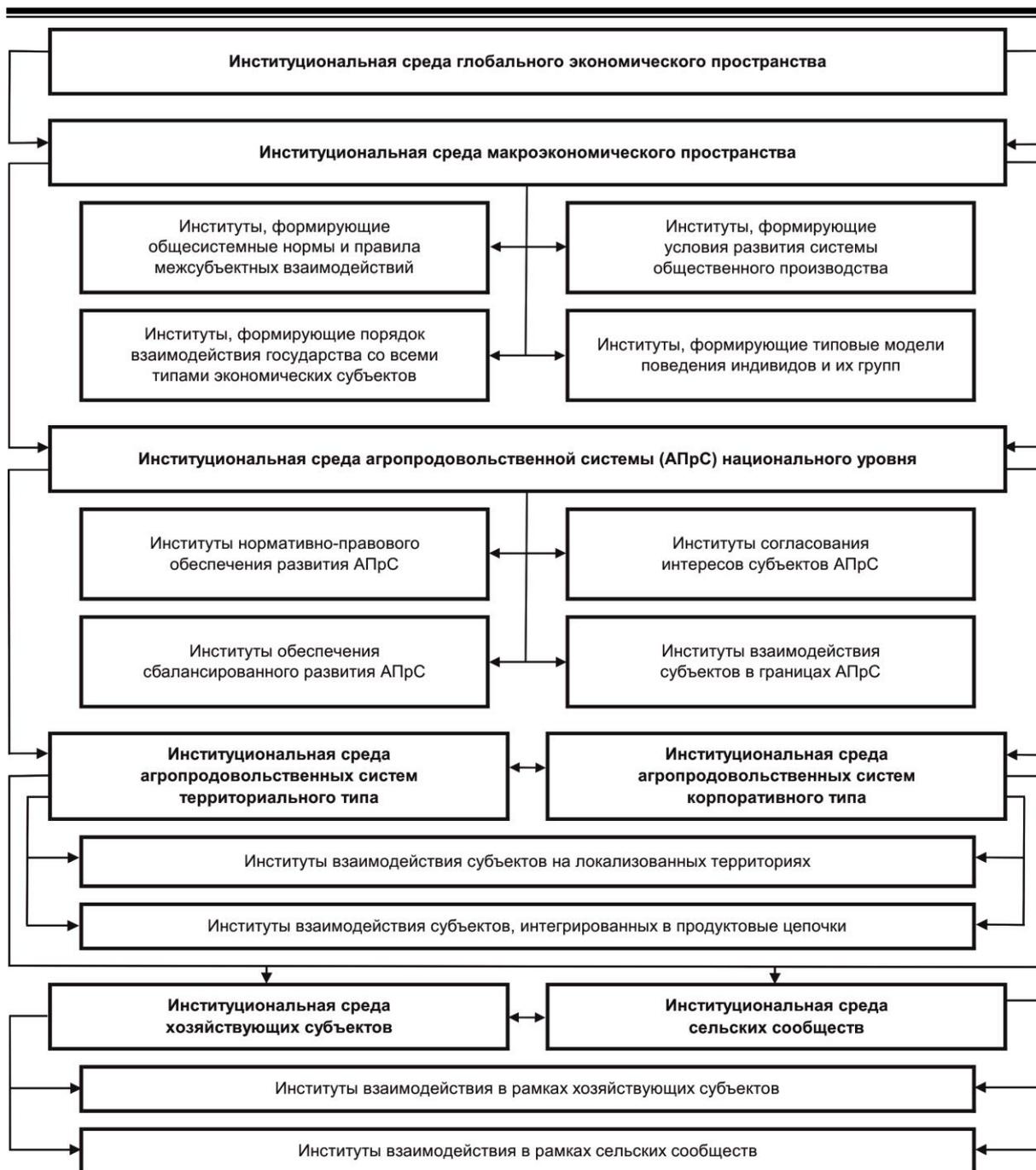
- институциональная среда агропродовольственной системы представляет собой многослойное образование, слои которого соответствуют уровням локализации ее экономического пространства;

- естественными уровнями локализации экономического пространства агропродовольственной системы традиционно являются национальный, региональный и муниципальный уровни;

- в качестве критериев локализации пространства могут рассматриваться границы как территориальных, так и корпоративных агропродовольственных систем, а также отдельных хозяйствующих субъектов и сельских поселений;

- каждый слой институциональной среды представляется как совокупность внутренних институтов, формирующихся под воздействием внешних институтов и др.

В общем виде структурная организация институциональной среды агропродовольственной системы представлена на рисунке. Предлагаемая схема не претендует на высокий уровень детализации отдельных институтов, но позволяет отразить принципиальное строение и иерархию институциональной среды.



**Общая схема структурной организации институциональной среды агропродовольственной системы**

Источник: разработка авторов.

Институциональная среда агропродовольственной системы национального уровня, формирующаяся под воздействием институтов макроэкономического и глобального уровней (внешних институтов), может быть представлена в виде совокупности институтов следующих типов:

- институты нормативно-правового обеспечения развития АПрС;
- институты согласования интересов и взаимодействия субъектов АПрС;
- институты обеспечения сбалансированного развития АПрС;
- институты взаимодействия субъектов в границах АПрС.

Выделенные институты ориентированы на конкретный уровень локализации экономического пространства и учитывают специфику взаимодействия субъектов, интегрированных в агропродовольственную систему.

Необходимо также отметить, что агропродовольственная система национального уровня представляет собой множество агропродовольственных систем более низкого уровня, организованных по территориальному или корпоративному типам. Экономические, а соответственно и институциональные пространства территориальных и корпоративных агропродовольственных систем естественным образом пересекаются, что обуславливает их взаимное влияние на субъекты, одновременно интегрированные в эти системы.

В агропродовольственных системах территориального типа в качестве критерия локализации экономического пространства используются административные границы территориальных образований (регионы, муниципальные районы), а их институциональная среда связана с организацией межсубъектных взаимодействий агентов, ведущих экономическую деятельность на локализованной территории, и воздействия на них с целью реализации интересов развития административно-территориальных единиц. Локализованные экономические пространства агропродовольственных систем корпоративного типа, пересекаясь с локализованными пространствами территориальных агропродовольственных систем, обуславливают ориентацию соответствующих институциональных пространств, в первую очередь, на организацию взаимодействия субъектов в пределах корпоративных структур и достижение целей их функционирования, но при этом требуют наличия механизма согласования интересов разных типов агропродовольственных систем и стратегий территориального и корпоративного развития. В рамках институциональной среды территориальных и корпоративных агропродовольственных систем возникают институты, непосредственно влияющие на институциональную среду субъектов более низкого уровня (хозяйствующих субъектов и сельских сообществ).

Именно на уровне хозяйствующих субъектов и сельских сообществ осуществляется непосредственно взаимодействие индивидов, при этом хозяйствующие субъекты могут рассматриваться как иерархически организованные системы, характеризующиеся собственными внутренними институтами, регулируемыми внутрисистемными отношениями и воспроизводственными процессами, а сельские сообщества – как группы индивидов, объединенных по различным социальным признакам и отличающихся моделями экономического и социального поведения.

### **Заключение**

Агропродовольственный комплекс представляет собой одну из форм организации агропродовольственных систем, а его институциональная среда – совокупность разноуровневых институтов, формирующих нормы и правила взаимодействия субъектов, интегрированных в экономическое пространство агропродовольственной системы.

Институциональная среда агропродовольственной системы национального уровня, формирующаяся под воздействием институтов макроэкономического и глобального уровней, может быть представлена в виде совокупности институтов, ориентированных на конкретный уровень локализации экономического пространства и учитывающих специфику взаимодействия субъектов, интегрированных в агропродовольственную систему. Агропродовольственная система национального уровня представляет собой множество агропродовольственных систем более низкого уровня, организованных по территориальному или корпоративному типам, каждая из которых также имеет собственную институциональную среду. В рамках институциональной среды территориальных и корпоративных агропродовольственных систем возникают институты, непосредственно влияющие на институциональную среду субъектов более низкого уровня (хозяйствующие субъекты и сельские сообщества).

Институциональная среда рассматривается как один из ключевых факторов, оказывающих влияние на развитие агропродовольственного комплекса и входящих в его состав субъектов, а ее качество в значительной мере определяет возможности наращивания объемов агропромышленного производства и повышения эффективности функционирования производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции.

Совершенствование институциональной среды агропродовольственного комплекса должно осуществляться по следующим направлениям:

- развитие институтов и механизмов государственного регулирования процессов агропромышленного производства и развития агропродовольственного комплекса;
- развитие институтов и механизмов взаимодействий производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции в рамках продуктовых цепочек;
- развитие институтов и механизмов согласования интересов территориального и отраслевого развития агропродовольственных систем, а также бизнес-структур и сельских сообществ;
- развитие институтов и механизмов внутрисистемных взаимодействий и управления воспроизводственными процессами в агропродовольственных системах различных типов и уровней;
- обеспечение связности институтов и сглаживание институциональных противоречий, возникающих при пересечении институциональных пространств одного уровня и др.

С точки зрения практической реализации совершенствование институциональной среды агропродовольственного комплекса может рассматриваться как развитие системы институционального обеспечения вертикальных и горизонтальных и сетевых межсубъектных взаимодействий в агропродовольственных системах различного уровня с целью адаптации разноуровневых институтов к изменениям среды функционирования и минимизации транзакционных издержек (издержек, связанных с инициацией и поддержанием межсубъектных взаимодействий).

#### Список источников

1. Агаркова Л.В., Гурнович Т.Г., Клинецвич Р.И. Особенности формирования и функционирования институциональной среды АПК региона // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 1(17). С. 275–280.
2. Бондарев Н.С., Косинский П.Д., Бондарева Г.С. Институциональная среда АПК как основа обеспечения населения продовольствием // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: матер. XVII международной науч.-практ. конф. (Кемерово, 13–14 ноября 2018 г.). Кемерово: ФГБОУ ВО Кемеровский СХИ, 2018. С. 370–375.
3. Вертей О.М. Институциональность экономического пространства как фактор реализации экономической политики государства // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2019. № 4. С. 22–25.
4. Гриценко Г.М., Лукьянов А.Н. Институциональная среда развития регионального АПК: теоретический аспект // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-4. С. 794–798.
5. Гришин К.Е., Казакова О.Б., Кузьминых Н.А. и др. Экономическое пространство: подходы к исследованию и форма представления // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2020. № 3(153). С. 4–10. DOI: 10.34773/EU.2020.3.1.
6. Ерзкян Б.А. Является ли институциональная матрица институциональной матрицей // Экономическая наука современной России. 2007. № 2(37). С. 52–63.
7. Иншаков О.В., Фролов Д.П. Институциональность пространства в концепции пространственной экономики // Пространственная экономика. 2007. № 1. С. 5–21.
8. Коблова Ю.А. Институциональное пространство в предметном поле экономической науки // Экономические науки. 2015. № 1(122). С. 15–19.
9. Оборин М.С. Институциональное обеспечение технологического развития АПК региона // АПК: экономика, управление. 2021. № 12. С. 60–68. DOI: 10.33305/2112-60.
10. Рахаев Х.М., Энеева М.Н., Газаева М.Ш. Выявление оптимальной структуры институциональной среды сельского хозяйства, формирующей устойчивый рост // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 67–74. DOI: 10.32651/192-67.
11. Рюмкин С.В., Рюмкина И.Н. Институциональная среда устойчивого развития сельских территорий Сибирского федерального округа // Журнал институциональных исследований. 2023. Т. 15, № 2. С. 45–60. DOI: 10.17835/2076-6297.2023.15.2.045-060.
12. Семин А.Н., Кислицкий М.М., Лылов А.С. Развитие методологического аппарата прогнозирования состояния институциональной среды АПК // АПК: экономика, управление. 2022. № 11. С. 53–60. DOI: 10.33305/2211-53.
13. Семин А.Н., Кислицкий М.М., Лылов А.С. и др. Совершенствование институциональной инфраструктуры АПК: вопросы теории и практики: монография. Москва: ООО «КОЛ ЛОК», 2023. 360 с.
14. Суворова А.В. Теоретические основы исследования экономического пространства: эволюция подходов // Журнал экономической теории. 2020. Т. 17, № 3. С. 629–642. DOI: 10.31063/2073-6517/2020.17-3.9.
15. Улезько А.В., Котарев А.В., Ясаков А.С. Экономические пространства агропродовольственных систем // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 6. С. 129–134.

16. Фролов Д.П., Лаврентьева А.В. Эволюция институциональной структуры АПК России: 150-летняя траектория «ловушек» // *Journal of Economic Regulation*. 2015. Т. 6, № 4. С. 79–93. DOI: 10.17835/2078-5429. 2015.6.4.079-093.

17. Юрин С.В. Институциональная структура и поведение экономических субъектов // *Экономические науки*. 2008. № 39. С. 114–117.

#### References

1. Agarkova L.V., Gurnovich T.G., Klitsevich R.I. Features of formation and functioning of institutional environment of regional AIC. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2015;1(17):275-280. (In Russ.).

2. Bondarev N.S., Kosinsky P.D., Bondareva G.S. Institutional environment of the AIC as a basis for securing the population by food. Modern trends in agricultural production in the global economy: Proceedings of the VII International Research-to-Practice Conference (Kemerovo, November 13-14, 2018). Kemerovo: Kemerovo State Agricultural Institute Publishers; 2018:370-375. (In Russ.).

3. Vertey O.M. Institutionality of the economic space as a factor in the implementation of the economic policy of the state. *Economics and Management: Research & Practice Journal*. 2019;4:22-25. (In Russ.).

4. Gritsenko G.M., Lukyanov A.N. Institutional environment of regional agricultural industry development: a theoretical aspect. *Fundamental Research*. 2014;12-4:794-798. (In Russ.).

5. Grishin K.E., Kazakova O.B., Kuzminykh N.A. et al. Economic space: approaches to research and architectures. *Economics and Management: Research & Practice Journal*. 2020;3(153):4-10. DOI: 10.34773/EU.2020.3.1. (In Russ.).

6. Yerznkyan B.A. Is an institutional matrix an institutional matrix? *Economics of Contemporary Russia*. 2007;2(37):52-63. (In Russ.).

7. Inshakov O.V., Frolov D.P. Institutionality of space in the concept of spatial economics. *Spatial Economics*. 2007;1:5-21. (In Russ.).

8. Koblova Yu.A. Institutional space in the subject field of economics. *Economic Sciences*. 2015;1(122):15-19. (In Russ.).

9. Oborin M.S. Institutional support for the technological development of the Agro-Industrial Complex of the region. *AIC: economics, management*. 2021;12: 60-68. DOI: 10.33305/2112-60. (In Russ.).

10. Rakhayev H.M., Eneeva M.N., Gazayeva M.Sh. Identification of the optimum structure of the institutional environment of agriculture forming the steady growth. *Economics of Agriculture of Russia*. 2019;2:67-74. DOI: 10.32651/192-67. (In Russ.).

11. Ryumkin S.V., Ryumkina I.N. The institutional environment of sustainable rural development in the Siberian Federal District. *Journal of Institutional Studies*. 2023;15(2):45-60. DOI: 10.17835/2076-6297.2023.15.2.045-060. (In Russ.).

12. Semin A.N., Kislitskii M.M., Lylov A.S. Development of the methodological apparatus for predicting the state of the institutional environment of the Agro-Industrial Complex. *AIC: economics, management*. 2022;11:53-60. DOI: 10.33305/2211-53. (In Russ.).

13. Semin A.N., Kislitskii M.M., Lylov A.S. et al. Improving the institutional infrastructure of the Agro-Industrial Complex: issues of theory and practice. Moscow: KOL LOK Publishers; 2023. 360 p. (In Russ.).

14. Suvorova A.V. Evolution of approaches in the theory of economic space. *Russian Journal of Economic Theory*. 2020;17(3):629-642. DOI: 10.31063/2073-6517/2020.17-3.9. (In Russ.).

15. Ulez'ko A.V., Kotarev A.V., Yasakov A.S. Economic spaces of agrofood systems. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2023;6:129-134. (In Russ.).

16. Frolov D.P., Lavrentyeva A.V. Evolution of institutional structure of Agro-Industrial Complex of Russia: 150-year trajectory of “traps”. *Journal of Economic Regulation*. 2015;6(4):79-93. DOI: 10.17835/2078-5429. 2015.6.4.079-093. (In Russ.).

17. Yurin S.V. Institutional structure and behaviour of economic subjects. *Economic Sciences*. 2008;39:114-117. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Ю.Н. Коваленко – кандидат экономических наук, доцент, доцент базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления г. Москвы Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, uliya.severina@gmail.ru.

А.В. Улезько – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела управления АПК и сельскими территориями, Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района – филиал ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В.В. Докучаева», arle187@rambler.ru.

#### Information about the authors

Yu.N. Kovalenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, Basic Department of Financial Control, Analysis and Audit of the Main Control Department of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, uliya.severina@gmail.ru.

A.V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Research Scientist, 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, arle187@rambler.ru.

Статья поступила в редакцию 16.04.2024; одобрена после рецензирования 20.05.2024; принята к публикации 23.05.2024.

The article was submitted 16.04.2024; approved after reviewing 20.05.2024; accepted for publication 23.05.2024.

© Коваленко Ю.Н., Улезько А.В., 2024

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.436.33+339

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_136

EDN: FHIHRI

#### **Развитие агропромышленных комплексов государств – членов Евразийского экономического союза как фактор повышения продовольственной безопасности и устойчивости национальных экономик**

Айна Биржановна Кусаинова<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Евразийская экономическая комиссия, Москва, Россия

<sup>1</sup> kussainova@eecommission.org<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Агропромышленный комплекс как важный сектор экономики государств – членов Евразийского экономического союза располагает существенным потенциалом для насыщения внутреннего рынка, совершенствования системы продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий. Несмотря на то что в 2019–2022 гг. АПК ЕАЭС функционировал в условиях пандемии COVID-19, геополитической напряженности и внешних экономических вызовов, основные показатели деятельности имели положительную динамику: производство продукции по сравнению с 2019 г. выросло на 11,3% (до 166,4 млрд долл. США). Исследовались особенности роста производства, его структуры, инвестиционная активность сельского, лесного и рыбного хозяйств каждой страны ЕАЭС, структура торговли ЕАЭС с третьими странами сельскохозяйственным сырьем и продовольствием, а также динамика экспорта и импорта с.-х. сырья и продовольствия в Союзе в 2019–2022 гг. Поступательное развитие АПК государств – членов ЕАЭС позволило нарастить объемы как внешней, так и взаимной торговли. В 2022 г. в сравнении с 2019 г. объемы внешней торговли с.-х. сырьем и продовольствием увеличилась на 30%. Рост товарооборота был достигнут в основном за счет увеличения экспорта на 58,6%. В то же время рост импорта составил лишь 6,4%. По итогам 2022 г. сальдо внешней торговли сложилось положительным в размере 4 млрд долл. США без учета Республики Беларусь. В структуре торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем ЕАЭС доля поставок на внутренний рынок за рассматриваемый период составила 45,7%. В 2022 г. совокупный объем взаимной торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем вырос по сравнению с 2019 г. на 22%. Сделан вывод, что благодаря реализуемой правительствами государств Союза национальной политике, а также предпринимаемым совместным мерам по обеспечению продовольственной безопасности и устойчивости экономик государств-членов удалось сохранить положительную динамику развития отрасли.

**Ключевые слова:** Евразийский экономический (ЕАЭС), государства-члены, Евразийская экономическая комиссия, сельскохозяйственное производство, сельскохозяйственное сырье, продовольственные товары, импорт, экспорт, продовольственная безопасность

**Для цитирования:** Кусаинова А.Б. Развитие агропромышленных комплексов государств – членов Евразийского экономического союза как фактор повышения продовольственной безопасности и устойчивости национальных экономик // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 136–148. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_136-148](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_136-148).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### **Development of agro-industrial complexes of the Eurasian Economic Union member states as a factor in boosting food security and sustainability of national economies**

Aina B. Kusainova<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Eurasian Economic Commission, Moscow, Russia

<sup>1</sup> kussainova@eecommission.org<sup>✉</sup>

**Abstract.** Despite the fact that in 2019-2022 the agro-industrial block of the Eurasian Economic Union functioned in the context of the COVID-19 pandemic, geopolitical tensions and external economic challenges, the main

indicators of the activity of the agro-industrial complexes of the EAEU member states had positive dynamics: production increased by 11.3% up to 166.4 billion US dollars. The features of production growth, its structure, investment activity of agriculture, forestry and fisheries of each EAEU country, the structure of trade of the EAEU with third countries in agricultural raw materials and food, as well as the dynamics of exports and imports of agricultural raw materials and food in the Union in 2019-2022 were studied. The progressive development of the agro-industrial complexes of the EAEU member states has made it possible to increase the volume of both foreign and mutual trade. In 2022 compared to 2019 foreign trade (volume of foreign trade) in agricultural raw materials and food increased by 30%. The increase in trade turnover was achieved mainly due to an increase in exports by 58.6%. At the same time, import growth amounted to only 6.4%, thus, by the end of 2022, the foreign trade balance was positive in the amount of 4 billion US dollars, excluding the Republic of Belarus. In the structure of trade in food products and agricultural raw materials of the EAEU, the share of supplies to the domestic market during the period under review amounted to 45.7%. In 2022 the total volume of mutual trade in food products and agricultural raw materials increased by 22% compared to 2019.

**Keywords:** Eurasian Economic Union (EAEU), member states, Eurasian Economic Commission, agricultural production, agricultural raw materials, food products, import, export, food security

**For citation:** Kusainova A.B. Development of agro-industrial complexes of the Eurasian Economic Union member states as a factor in boosting food security and sustainability of national economies. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):136-148. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_136-148](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_136-148).

**Ф**ормирование единого агропродовольственного рынка является одним из ключевых приоритетов экономической интеграции в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и в значительной степени определяется уровнем развития агропромышленных комплексов стран – участниц Союза.

Агропромышленный комплекс как важный сектор экономики государств – членов ЕАЭС располагает существенным потенциалом для насыщения внутреннего рынка, совершенствования системы продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий [1]. При этом следует отметить, что продовольственная безопасность рассматривается государствами-членами главным образом с точки зрения обеспечения продовольственной независимости за счет собственного производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия.

В настоящее время в составе ЕАЭС представлены пять стран: Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика и Российская Федерация, и в каждой из стран действуют национальные стратегические документы, определяющие целевые ориентиры для достижения продовольственной безопасности [4]:

- Республика Армения: Закон об обеспечении продовольственной безопасности [5], Концепция обеспечения продовольственной безопасности [7], Стратегия основных направлений, обеспечивающих экономическое развитие сельскохозяйственной сферы Республики Армения на 2020–2030 годы ... [9];

- Республика Беларусь: Доктрина национальной продовольственной безопасности [11];

- Республика Казахстан: Закон о национальной безопасности и о государственном регулировании развития агропромышленного комплекса и сельских территорий [12];

- Кыргызская Республика: Закон о продовольственной безопасности [13], Программа продовольственной безопасности и питания на 2019–2023 годы [8, 10];

- Российская Федерация: Доктрина продовольственной безопасности [6].

Несмотря на то что в 2019–2022 гг. агропромышленный блок Евразийского экономического союза (далее – АПК, ЕАЭС, Союз соответственно) функционировал в условиях пандемии COVID-19, геополитической напряженности и внешних экономи-

ческих вызовов, основные показатели деятельности агропромышленных комитетов государств – участников ЕАЭС демонстрировали положительную динамику: производство продукции по сравнению с 2019 г. выросло (в постоянных ценах) на 11,3% (47,8 млрд долл. США) до 166,4 млрд долл. США.

Наращивание объемов производства имело место во всех государствах-членах (рис. 1), наибольший темп роста к уровню 2019 г. наблюдался в России и Казахстане – соответственно 12,0% (до 126,9 млрд долл. США) и 12,8% (до 20,7 млрд долл. США). В Армении общий объем производства сельскохозяйственной продукции увеличился на 4,0% (до 2,5 млрд долл. США), в Беларуси – на 3,8% (до 12,1 млрд долл. США) и Кыргызстане – на 3,2% (до 4,2 млрд долл. США).

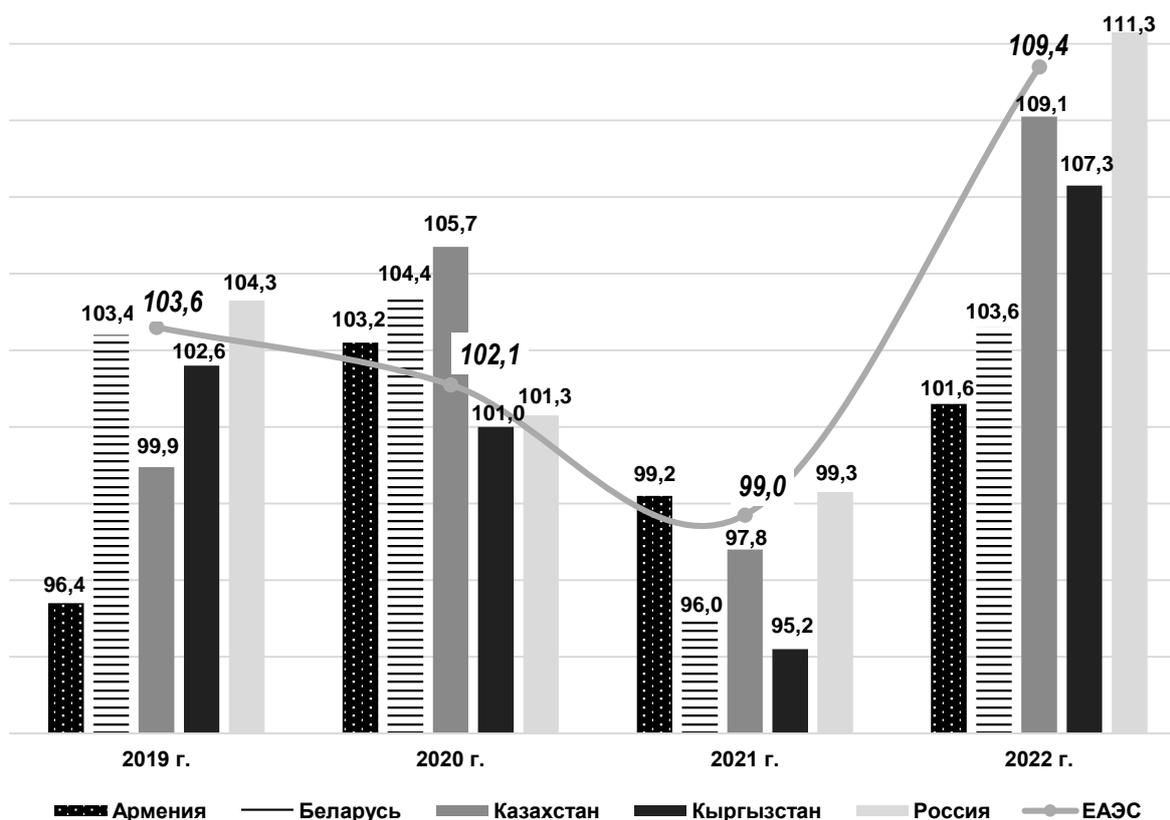


Рис. 1. Динамика производства продукции сельского хозяйства, в процентах к предыдущему году

Примечание: по Армении, Казахстану и Кыргызстану – продукция сельского, лесного и рыбного хозяйства.

Источник: [2, 14–18].

В структуре производства продукции сельского хозяйства государств – членов ЕАЭС по сравнению с 2019 г. отмечалось увеличение доли России и Казахстана – соответственно на 0,7 и 1,0 п.п. Доля Беларуси сократилась на 1,4 п.п., немного уменьшилась доля Армении и Кыргызстана – на 0,1 и 0,2 п.п.

В целом по ЕАЭС за период 2019–2022 гг. доля сельского хозяйства в структуре валового внутреннего продукта выросла с 3,8 до 4,2%. Показатель увеличился во всех странах Союза, за исключением Армении (снизился на 1,0 п.п.): в Беларуси – на 0,9 п.п., в Казахстане – на 0,8 п.п., в Кыргызстане – на 0,5 п.п. и России – на 0,4 п.п.

Во всех странах Союза, за исключением Беларуси, в сельхозпроизводстве преобладала продукция растениеводства, наибольший удельный вес отмечался в Казахстане и России – соответственно 61,3 и 57,8%.

По сравнению с 2019 г. в Казахстане, России и Армении прослеживалась тенденция увеличения доли продукции животноводства в общем объеме производства – соответственно на 6,4; 5,1 и 2,7 п.п. В Кыргызстане структура производства осталась без изменений.

Значимым фактором устойчивого развития сельского хозяйства ЕАЭС является эффективное использование обширных сельхозугодий, на которых занята значительная доля населения – более 40 млн человек. Фундаментальным показателем, используемым для оценки агропотенциала Союза, является обеспеченность сельхозугодиями и пахотными землями на душу населения [19, 20].

В целом в ЕАЭС в период 2019–2022 гг. отмечена стабильная динамика роста посевных площадей подсолнечника (на семена), которые выросли на 19,3%, незначительное увеличение наблюдалось по зерновым и зернобобовым культурам – на 2,6%. Сократились по сравнению с 2019 г. площади сахарной свеклы, картофеля, овощей открытого грунта и плодово-ягодных насаждений – соответственно на 10,2; 9,6; 3,8 и 3,2%.

Отмечено увеличение посевных площадей:

- зерновых и зернобобовых культур – практически во всех странах Союза (за исключением Армении);
- подсолнечника – в Беларуси, Казахстане и России;
- плодово-ягодных насаждений – в Армении, Казахстане и Кыргызстане;
- овощей открытого грунта – в Казахстане и Кыргызстане.

В то же время во всех государствах-членах сократились посевные площади сахарной свеклы, а также картофеля (за исключением Казахстана).

**В Казахстане** увеличились посевные площади практически всех основных сельскохозяйственных культур, за исключением сахарной свеклы (сократились в 1,5 раза).

**В России** наблюдалась тенденция сохранения посевных площадей зерновых и зернобобовых культур (увеличение на 1,8%) и наращивания посевных площадей подсолнечника (на 17,9%). В 2022 г. по сравнению с 2019 г. сократились посевные площади сахарной свеклы (на 10,3%), картофеля (на 12,2%), овощей (на 6,8%) и плодово-ягодных насаждений (на 3,3%).

Аналогичная с Россией ситуация прослеживается в **Беларуси**, где к уровню 2019 г. выросли только посевные площади зерновых и зернобобовых культур (на 4,8%), а также подсолнечника (в 7,2 раза). Значительно сократились посевные площади овощей (на 8,3%), картофеля (на 7,8%), плодово-ягодных насаждений (на 11,9%) и сахарной свеклы (на 2,1%).

**В Кыргызстане** за 2019–2022 гг. отмечался рост посевных площадей зерновых и зернобобовых культур (на 3,4%), овощей (на 3,6%), плодово-ягодных насаждений (на 1,2%). Наблюдается резкое сокращение посевных площадей сахарной свеклы (в 1,6 раза), подсолнечника (в 2,4 раза) и картофеля (на 6,3%).

**В Армении** сократились посевные площади практически по всем основным сельскохозяйственным культурам (кроме плодово-ягодных насаждений – увеличились на 3,7%): подсолнечника – в 1,7 раза, овощей – на 7,3%, картофеля – на 5,9%, зерновых и зернобобовых культур – на 5,6%.

За период 2019–2022 гг. в ЕАЭС наблюдались положительные тенденции в производстве зерна, семян подсолнечника, плодов и ягод – рост соответственно на 28,8; 8,9 и 24,0% (рис. 2). Сократились валовые сборы картофеля (на 11,6%), сахарной свеклы (на 10,9%), немного уменьшилось производство овощей (на 0,5%).

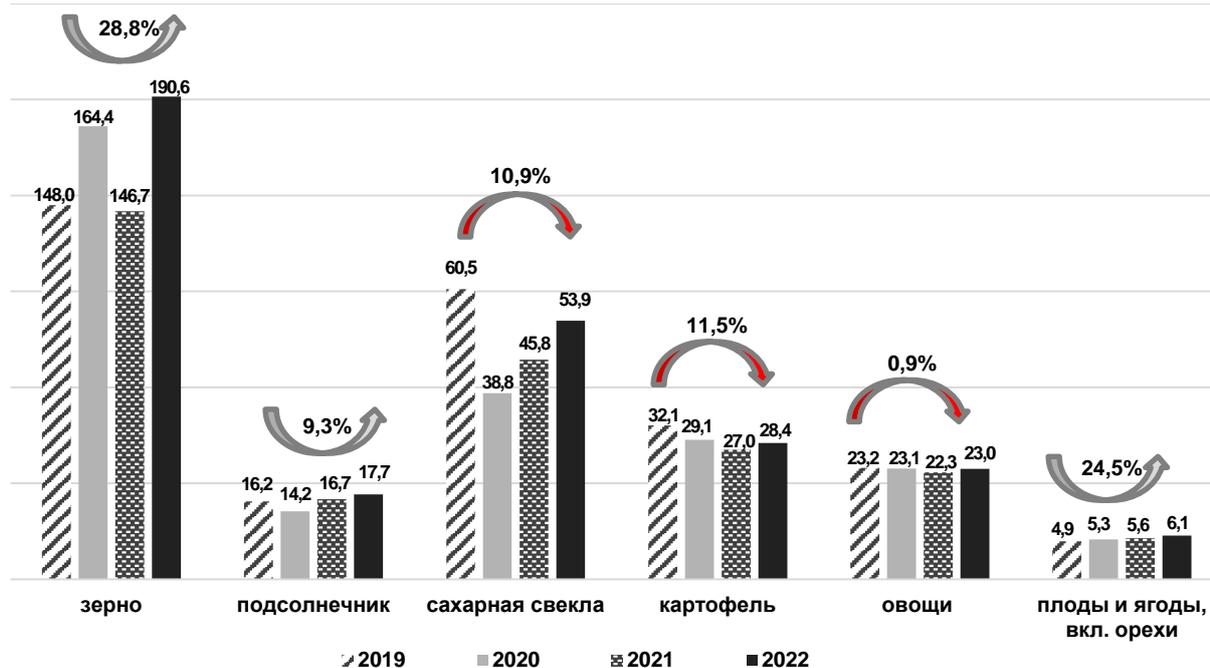


Рис. 2. Валовой сбор основных видов сельскохозяйственных культур, тыс. т

Источник: [2, 3, 14–18].

В **Армении** по сравнению с 2019 г. наблюдался высокий рост валовых сборов зерна, плодов и ягод – соответственно на 21,8 и 19,2%. Сократилось производство картофеля и овощей – соответственно на 13,0 и 1,8%.

В **Беларуси** значительно выросли валовые сборы зерновых культур, подсолнечника, плодов и ягод – соответственно на 20,3%; в 6,9 и 1,5 раза. Вместе с тем произошел спад производства картофеля – на 11,4% и сбора овощей – на 3,1%.

В **Казахстане** за период 2019–2022 гг. наблюдалась положительная динамика к уровню 2019 г. производства основных сельскохозяйственных культур, за исключением сахарной свеклы (сокращение на 37,0%). Так, валовой сбор зерна вырос на 26,4%, подсолнечника – в 1,6 раза, овощей – на 10,0%, картофеля – на 4,3%, плодов и ягод – на 18,3%.

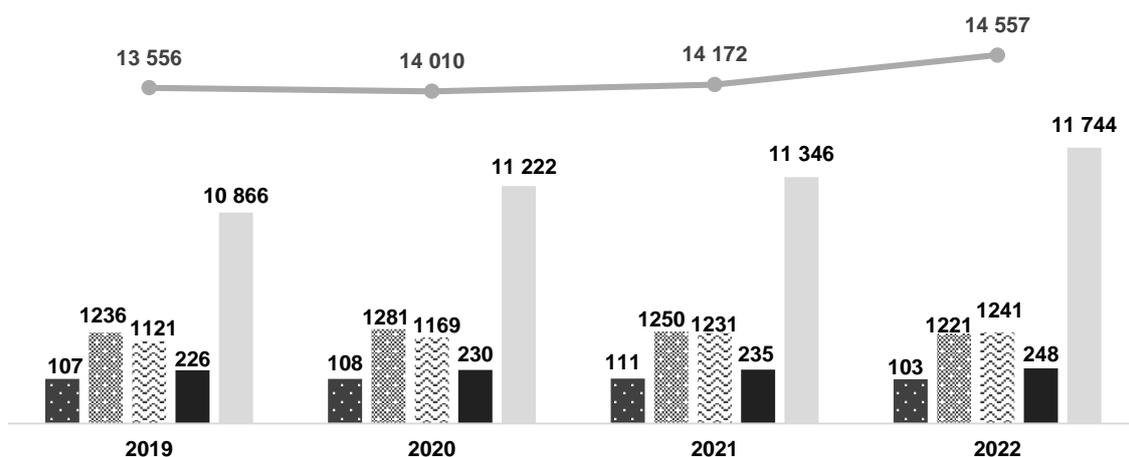
В **Кыргызстане** по сравнению с 2019 г. из-за сокращения посевных площадей произошел спад производства подсолнечника, сахарной свеклы и картофеля – соответственно в 2,4 раза, на 36,8 и 7,2%. Валовой сбор зерна увеличился на 3,2%, овощей – на 2,6%, плодов – на 2,2%.

В **России** за анализируемый период прослеживалась положительная тенденция производства зерна – рост на 30,0%, плодов и ягод – на 22,1%, семян подсолнечника – на 6,4%. В результате сокращения посевных площадей произошел спад производства сахарной свеклы на 10,0%, картофеля – на 14,6%, овощей – на 3,5%.

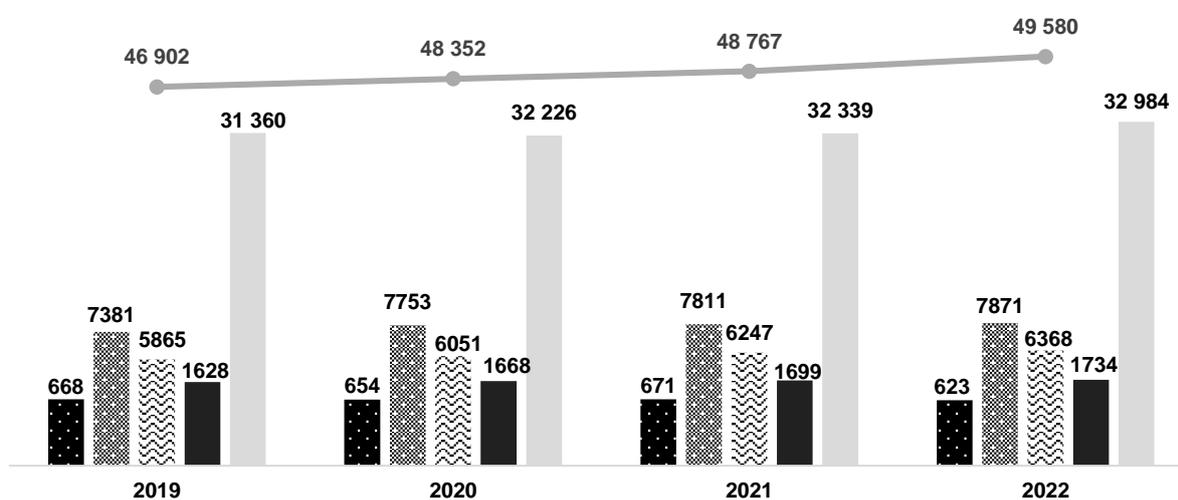
Положение дел в отрасли **животноводства ЕАЭС** достаточно четко характеризуют данные, приведенные на рисунке 3.

За 2019–2022 гг. стабильными темпами наращивались объемы производства скота и птицы на убой (в убойном весе) – рост на 7,4% (до 14,6 млн т) и молока – рост на 5,7% (до 49,6 млн т). Производство яиц увеличилось незначительно – на 1,4% (до 56,0 млрд шт.), в целом носило неустойчивый характер: в 2020 и 2021 гг. отмечалось небольшое снижение производства – соответственно на 0,7 и 0,5%.

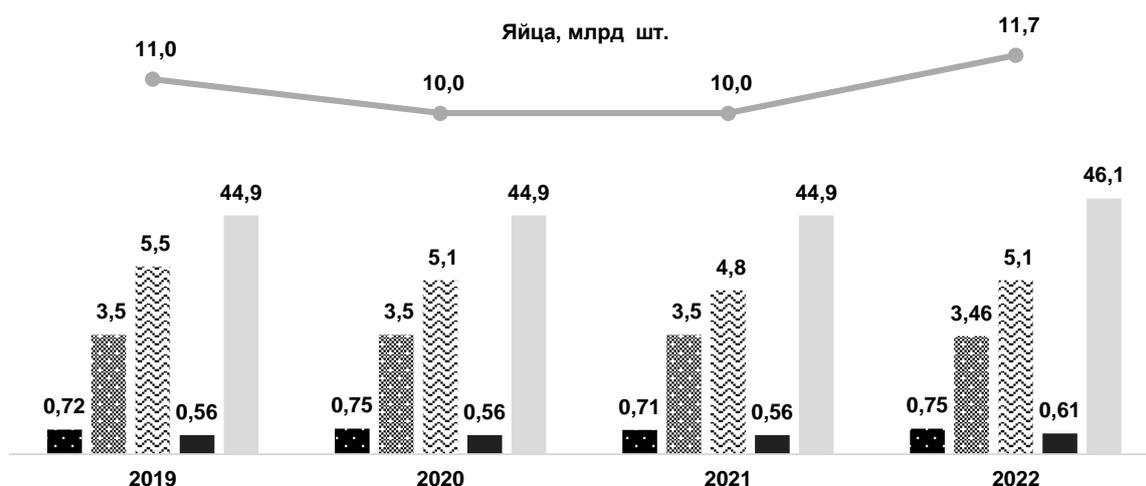
Скот и птица на убой (в убойном весе), тыс. т



Молоко, тыс. т



Яйца, млрд шт.



■ Армения ■ Беларусь ■ Казахстан ■ Кыргызстан ■ Россия —●— ЕАЭС

Рис. 3. Производство основных видов продукции животноводства в ЕАЭС

Источник: [2, 14–18].

Данные, касающиеся численности скота и птицы в ЕАЭС за 2019–2022 гг., приведены на рисунке 4.

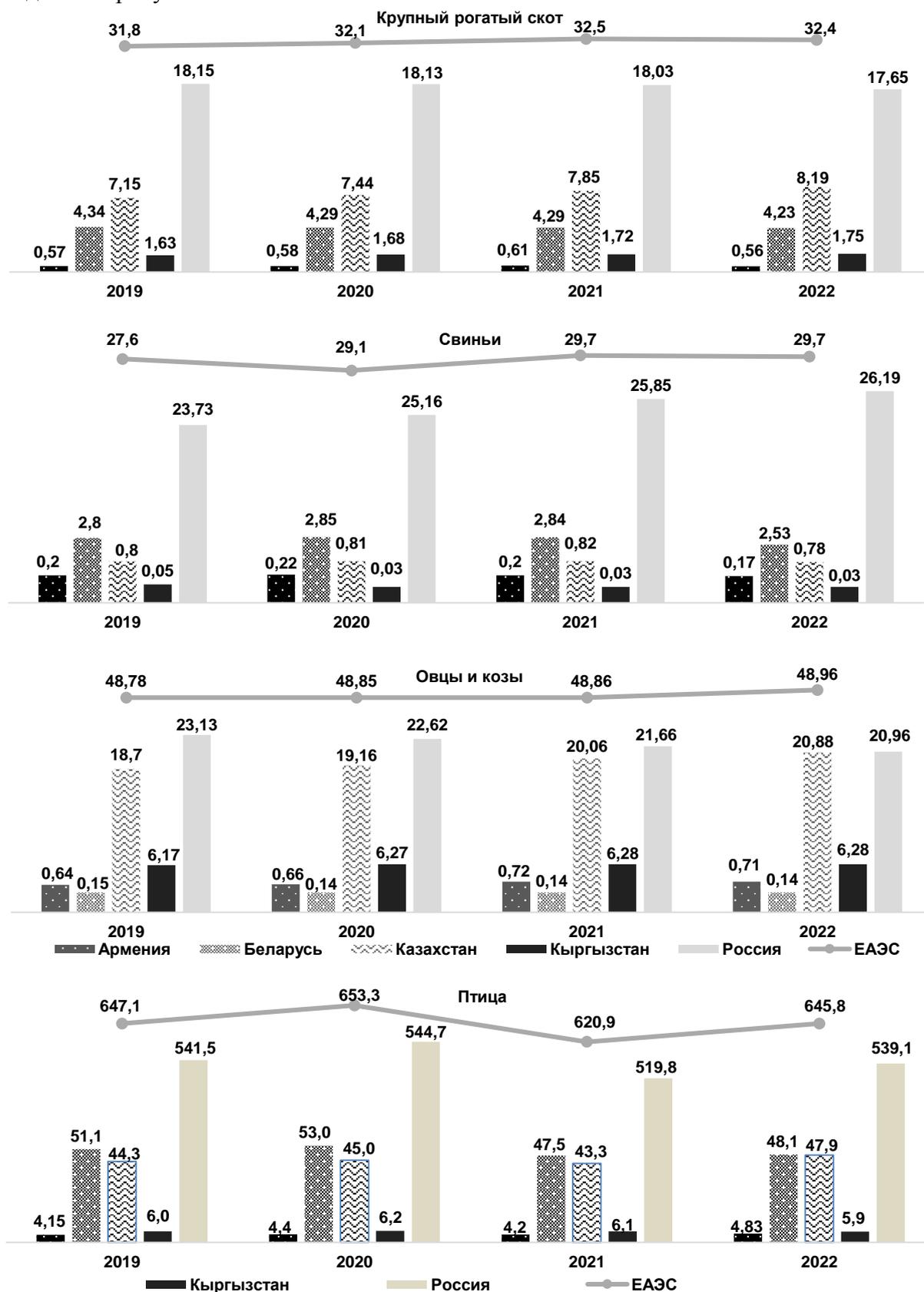


Рис. 4. поголовье скота и птицы в ЕАЭС (на начало года), млн голов

Источник: [2, 14–18].

В целом можно отметить увеличение поголовья крупного рогатого скота на 1,7% (до 32,4 млн голов), свиней – на 7,6% (до 29,7 млн голов), овец и коз – на 0,4% (до 49,0 млн голов) при незначительном снижении поголовья птицы – на 0,2%.

В **Армении** отмечались высокие темпы наращивания поголовья птицы, овец и коз – соответственно на 16,3 и 11,8%. При этом значительно сократилось поголовье свиней – на 16,1%, также уменьшилось поголовье крупного рогатого скота – на 2,2%. По сравнению с 2019 г. произошел спад производства молока – на 6,7%, скота и птицы на убой – на 3,8%. Выросло производство яиц – на 4,0%.

В **Беларуси** сократилось поголовье всех видов сельскохозяйственных животных: свиней – на 10,2%, овец и коз – на 7,5%, птицы – на 5,9%, крупного рогатого скота – на 2,4% (в том числе коров – на 2,6%).

Несмотря на сокращение поголовья коров производство молока увеличилось на 6,6%, в первую очередь за счет роста продуктивности животных. Производство скота и птицы на убой и яиц уменьшилось соответственно на 1,2 и 1,4%.

В **Казахстане** отмечен значительный рост поголовья основных сельскохозяйственных животных (за исключением свиней, поголовье которых сократилось на 10,2%):

- крупного рогатого скота – на 14,6% (в том числе коров – на 18,4%);
- овец и коз – на 11,6%;
- птицы – на 8,0%.

Это способствовало росту производства скота и птицы на убой на 10,7% и молока на 8,6%. Вместе с тем из-за сокращения продуктивности кур производство яиц по сравнению с 2019 г. сократилось на 8,7%.

В **Кыргызстане** увеличилось поголовье крупного рогатого скота на 7,6% (в том числе коров – на 6,9%), овец и коз – на 1,8%. Вместе с тем значительно сократилось поголовье свиней – в 1,7 раза, также уменьшилось поголовье птицы – на 1,4%. Рост продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы способствовал наращиванию объемов производства скота и птицы на убой – на 9,8%, яиц – на 8,3%, молока – на 6,5%.

В **России** в отрасли животноводства в анализируемый период отмечалась положительная динамика в развитии свиноводства – поголовье свиней выросло на 10,4%. В других подкомплексах наблюдалось снижение поголовья: овец и коз – на 9,4%, крупного рогатого скота – на 2,8% (в том числе коров – на 2,0%), также незначительно уменьшилось поголовье птицы – на 0,4%. Несмотря на это, за счет повышения продуктивности отмечен рост производственных показателей к уровню 2019 г. Так, производство скота и птицы в убойном весе увеличилось на 8,1%, молока – на 5,2%, яиц – на 2,8%.

Масштабы и характер изменения показателей притока инвестиций в основной капитал сельского, лесного и рыбного хозяйства ЕАЭС за 2019–2022 гг. в целом не имели четко выраженной тенденции, о чем свидетельствуют данные, приведенные на рисунке 5.

Самые высокие значения отмечали в 2019 и 2021 гг. (в 2022 г. по сравнению с 2021 г. объем сократился на 6,5%). Несмотря на увеличение объемов инвестиций к уровню 2019 г. на 2,9 млрд долл. США (до 19,0 млрд долл. США в 2022 г.), в постоянных ценах произошло снижение на 2%.

Из стран Союза рост инвестиционной активности отмечался только в Казахстане – в 1,6 раза по сравнению с 2019 г. В остальных государствах-членах вложение денежных средств в развитие сельского хозяйства сократилось:

- в Армении – на 20,6%;
- в Кыргызстане – почти на 15% (к уровню 2021 г. – рост на 5,8%);
- в России – на 8,7%;
- в Беларуси – на 2,6%.

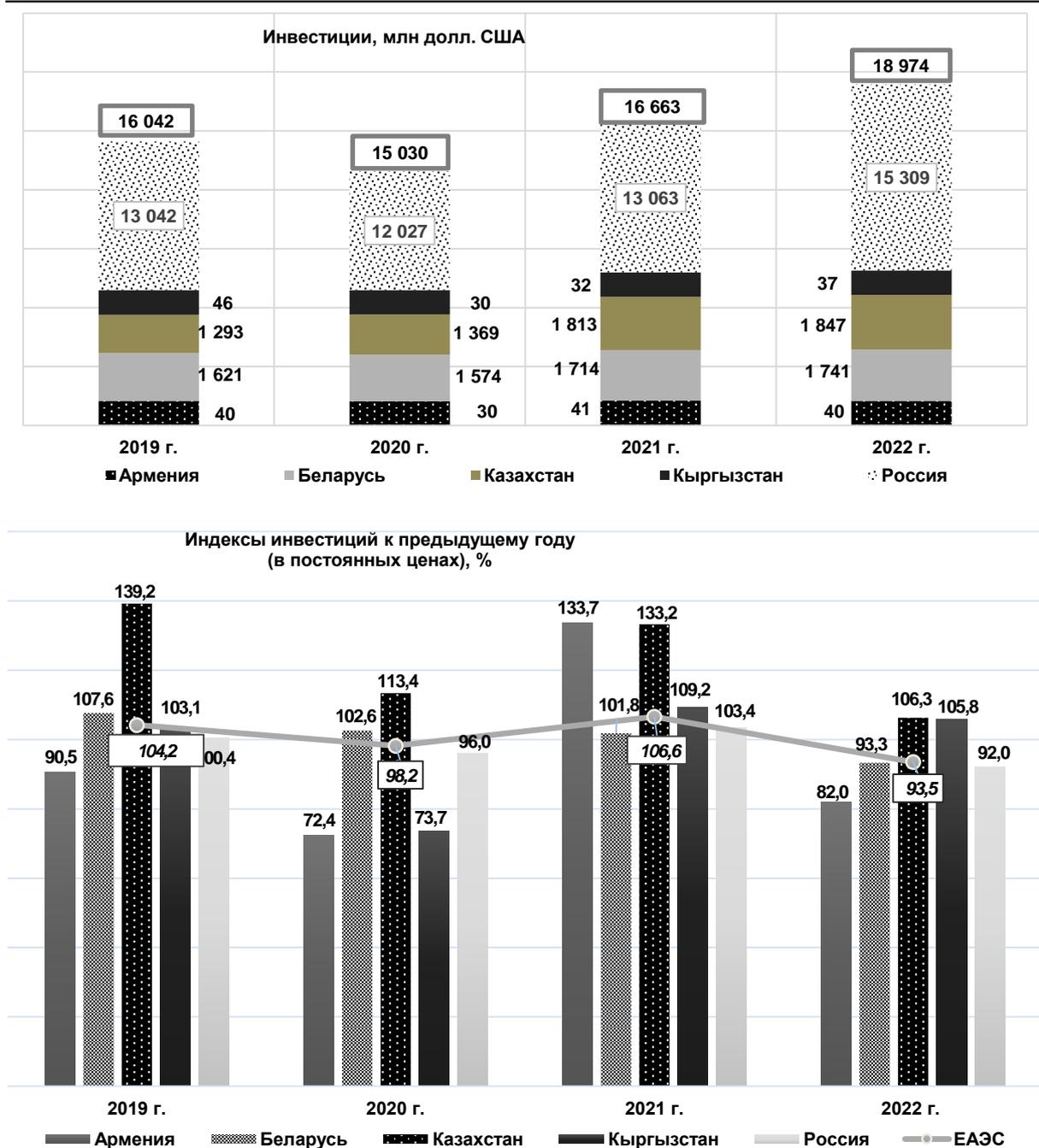


Рис. 5. Инвестиции и индексы инвестиций в сельское, лесное и рыбное хозяйство

Источник: [2, 14–18].

Несмотря на сложные условия, в 2022 г. Союз смог сохранить полную самообеспеченность зерном, маслами растительными, свининой, мясом птицы, яйцами. По овощам, картофелю, молоку и сахару уровень самообеспеченности составлял 94–99%. По фруктам показатель оставался на низком уровне – около 50%.

**Армения** полностью обеспечена отечественными овощебахчевыми культурами, фруктами и яйцами. Важную роль для страны играют поставки зерна, растительных масел, мяса птицы, сахара и свинины от государств – членов Союза.

**Беларусь** полностью обеспечивает население основными видами сельхозпродукции и продовольствия (за исключением зерна – самообеспеченность в 2022 г. на уровне 92%) и обладает экспортным потенциалом. В 2022 г. производственные возможности

страны по молоку превышали внутренние потребности в 2,6 раза, мясу – в 1,3 раза. Это позволяет Беларуси вносить весомый вклад в укрепление продовольственной обеспеченности ЕАЭС за счет реализации продукции на рынки стран – партнеров по Союзу.

**Казахстан** полностью обеспечен собственным зерном, овощебахчевыми культурами, картофелем, растительными маслами, а также яйцами. Низкий уровень самообеспеченности в 2022 г. отмечался по фруктам (31%), сахару (51%), мясу птицы (66%).

**Кыргызстан** полностью обеспечен молоком собственного производства, достигнут высокий уровень самообеспеченности овощами (96%), а также говядиной и свининой (соответственно 95% и 94%). В то же время этот показатель сохраняется на низком уровне по растительным маслам (11%), мясу птицы (22%) и сахару (38%). Кроме того, для Кыргызстана важны поставки из стран Союза – зерна (самообеспеченность в 2022 г. составила 80%).

**Россия** в 2019–2022 гг. обеспечивала потребности внутреннего рынка в зерне, сахаре, свинине, мясе птицы, растительных маслах, а также пищевом яйце и экспортировала данную продукцию как партнерам по Союзу, так и в третьи страны. При этом потребность в говядине, молоке и отдельных видам овощей в 2022 г. была обеспечена собственным производством на уровне 86–88%, в картофеле – 94%, низкая самообеспеченность остается по фруктам – на 45%.

Поступательное развитие агропромышленных комплексов государств – членов ЕАЭС позволило нарастить объемы как внешней, так и взаимной торговли. Так, в 2022 г. в сравнении с 2019 г. внешняя торговля сельскохозяйственным сырьем и продовольствием увеличилась на 30%. Рост товарооборота был достигнут в основном за счет увеличения экспорта на 58,6%. В то же время рост импорта составил лишь 6,4%, тем самым по итогам 2022 г. (без учета Республики Беларусь) года сальдо внешней торговли сложилось положительным в размере 4 млрд долл. США.

Примечательно, что в структуре экспорта увеличилась доля продукции переработки на 4,5 п.п. и составила по итогам 2022 г. 42,2%, тогда как в импорте данный вид товаров вырос незначительно – 2,8 п.п.

Экспорт в третьи страны сельскохозяйственного сырья и продовольствия в 2022 г. вырос более чем в 2 раза по сравнению с 2019 г. (на 57,3%). Количество импортеров сельхозпродукции, произведенной в ЕАЭС, практически не меняется – 157 стран в 2019 г. и 155 – в 2022 г. Вместе с тем следует отметить незначительные изменения в топ-5 импортеров. Так, большая доля экспорта в стоимостном выражении (43%) в 2019 г. пришлась на Китай, Турцию, Корею, Египет и Иран. В 2022 г. основными потребителями агропромышленной продукции ЕАЭС стали Китай, Турция, Иран, Узбекистан и Корея с общей долей 49%. Максимальный объем экспорта на протяжении анализируемого периода приходится на Китай (в среднем 14% в стоимостном выражении).

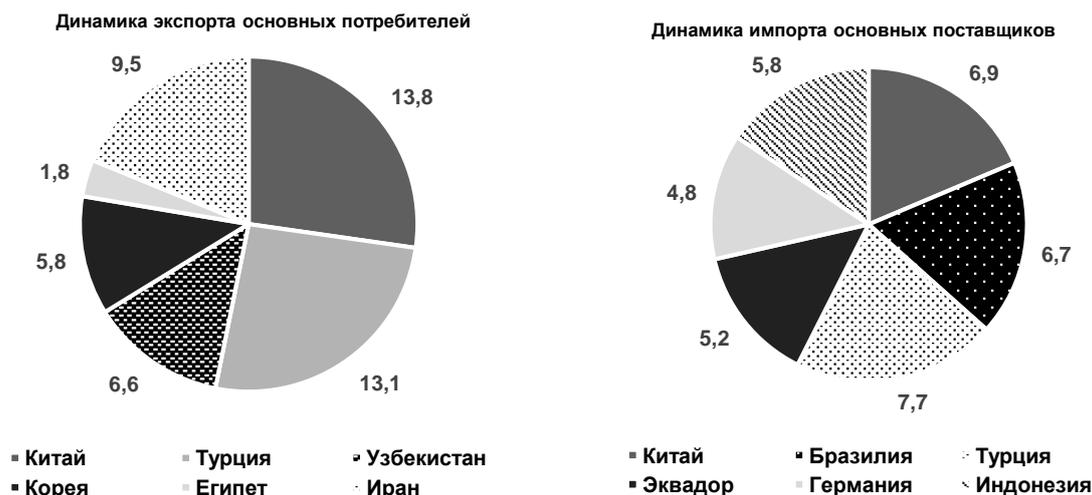
Главными товарными позициями в структуре экспорта за 2019–2022 гг. являлись злаки, жиры и масла, рыба и ракообразные, масличные семена и плоды, остатки и отходы пищевой промышленности – порядка 80% от общего объема экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в стоимостном выражении.

Импорт сельскохозяйственного сырья и продовольствия из третьих стран на территорию Союза в 2022 г. сократился на 3,6% по сравнению с 2019 г. Лидерами среди поставщиков сельскохозяйственного сырья и продукции в ЕАЭС в рассматриваемом периоде были Китай, Бразилия, Турция, Эквадор, Германия и Индонезия. Их доля в 2022 г. составила более 37% импорта в денежном эквиваленте.

Основу импорта в 2022 г. составляли фрукты, алкогольные и безалкогольные напитки, масла и жиры, масличные семена и плоды, овощи, разные пищевые продукты. На долю указанных товаров пришлось 50% от общего объема импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в стоимостном выражении.

---

---



**Рис. 6. Динамика экспорта основных потребителей и импорта основных поставщиков сельскохозяйственного сырья и продовольствия ЕАЭС в 2022 году, %**

Источник: [2, 14–18].

Несмотря на рост экспорта и снижение импорта, за рассматриваемый период отмечено увеличение показателей взаимной торговли государств – членов ЕАЭС. Так, в 2022 г. совокупный объем взаимной торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем вырос по сравнению с 2019 г. на 22%. Взаимные поставки на 24% были сформированы товарами из Республики Беларусь (данные по Республике Беларусь учтены по зеркальному методу), из Российской Федерации – на 60,4%, из Республики Казахстан – на 7%, из Республики Армения – на 6,8%, из Кыргызской Республики – на 2%.

Большой объем поставок сельскохозяйственного сырья и продовольствия из Армении, Беларуси и Кыргызстана приходился на страны – партнеры по Союзу. Так, в период с 2019 по 2021 г. доля внутрирегиональной продажи в общем объеме торговли сельскохозяйственным сырьем и продовольствием в Беларуси в среднем составила 60,4%, в Армении – 50%, в Кыргызстане – 50,1%.

В целом в структуре торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем ЕАЭС доля поставок на внутренний рынок за рассматриваемый период составила 45,7%. В 2022 г. совокупный объем взаимной торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем вырос по сравнению с 2019 г. на 22%. Поставки были сформированы товарами из Республики Беларусь на 24%, из Российской Федерации – на 60,4%, из Республики Казахстан – на 7%, из Республики Армения – на 6,8%, из Кыргызской Республики – на 2%.

Основными позициями в структуре взаимной торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем являлись:

- молочная продукция;
- мясо и субпродукты;
- алкогольные и безалкогольные напитки;
- готовые продукты из зерна злаков;
- жиры и масла;
- готовые продукты из мяса и рыбы;
- разные пищевые продукты;
- овощи;
- какао-продукты;
- сахар и кондитерские изделия из сахара;
- продукты переработки овощей и фруктов;
- злаки;
- остатки и отходы пищевой промышленности.

На долю указанных товаров приходилось более 80% от общего объема взаимной торговли в стоимостном выражении.

Важнейшими критериями эффективности реализуемой агропромышленной политики выступают повышение конкурентоспособности и экспортоориентированности аграрного производства, снижение себестоимости, повышение рентабельности агробизнеса, а также развитие социальной сферы в сельской местности.

Таким образом, в условиях нестабильной глобальной экономической ситуации благодаря реализуемой национальной политике правительствами государств Союза, а также предпринимаемым совместным мерам по обеспечению продовольственной безопасности и устойчивости экономик государств-членов удалось сохранить положительную динамику развития отрасли. В перспективе целесообразно совершенствовать механизмы обеспечения коллективной продовольственной безопасности на уровне Евразийского экономического союза, в том числе за счет управления частью продовольственных ресурсов без нарушения государственного и продовольственного суверенитета стран – участниц ЕАЭС.

---

**Список источников**

1. Добросоцкий В.И. Обеспечение продовольственной безопасности в странах ЕАЭС (мировой и региональный аспекты): монография. Москва: Одинцовский филиал МГИМО, 2019. 128 с.
2. Евразийский экономический союз в цифрах. Краткий статистический сборник. Москва: Евразийская экономическая комиссия, 2022. 189 с.
3. Камалян А.К. Плодоовощной сектор Евразийского экономического союза: потенциал роста и сдерживающие факторы // АПК: Экономика, управление. 2023. № 8. С. 107–114. DOI: 10.33305/238-107.
4. Камалян А.К. Продовольственная безопасность в Евразийском экономическом союзе: проблемы и пути решения // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 4. С. 12–20. DOI: 10.32651/224-12.
5. Об обеспечении продовольственной безопасности: Закон Республики Армения от 7 мая 2002 г. № ЗР-339 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.parliament.am/legislation.php?sel> (дата обращения: 14.09.2023).
6. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 12.10.2023).
7. Об утверждении Концепции обеспечения продовольственной безопасности Республики Армения: Распоряжение Президента Республики Армения от 18 мая 2011 г. № НК-91-Н [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1721399404> (дата обращения: 14.09.2023).
8. Об утверждении Программы продовольственной безопасности и питания в Кыргызской Республике на 2019–2023 годы: Постановление Правительства Кыргызской Республики 27 июня 2019 г. № 320 [Электронный ресурс]. URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/14561/edition/958755/ru> (дата обращения: 09.06.2023).
9. Об утверждении Стратегии основных направлений, обеспечивающих экономическое развитие сельскохозяйственной сферы Республики Армения на 2020–2030 годы ... : Постановление Правительства Республики Армения от 19 декабря 2019 г., № 1886-Л [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1721394930&tld=ru&lang=ru&name=Strategiya-skh-RA-2030.pdf&text> (дата обращения: 09.06.2023).
10. О государственном регулировании развития агропромышленного комплекса и сельских территорий: Закон Республики Казахстан от 8 июля 2005 г. № 66 [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30015652](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30015652) (дата обращения: 09.06.2023).
11. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г. № 962 [Электронный ресурс]. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21700962> (дата обращения: 09.06.2023).
12. О национальной безопасности Республики Казахстан: Закон Республики Казахстан от 6 января 2012 г. № 527-IV [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31106860](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31106860) (дата обращения: 09.06.2023).
13. О продовольственной безопасности Кыргызской Республики: Закон Кыргызской Республики от 4 августа 2008 г. № 183 [Электронный ресурс]. URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/202397/edition/1244333/ru> (дата обращения: 09.06.2023).
14. Официальная статистика Кыргызской Республики [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Кыргызской Республики (Нацстатком). Официальный сайт. URL: <https://who.cnews.org/company:783> (дата обращения: 22.01.2024).
15. Официальная статистика Республики Армения [Электронный ресурс] // Статистический комитет Республики Армения (АРМСТАТ). Официальный сайт. URL: <https://www.armstat.am/ru/?nid=586&year=2023> (дата обращения: 12.10.2023).
16. Официальная статистика Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики. Официальный сайт. URL: <https://www.belstat.gov.by/> (дата обращения: 12.10.2023).
17. Официальная статистика Республики Казахстан [Электронный ресурс] // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Официальный сайт. URL: <https://stat.gov.kz/ru/> (дата обращения: 22.10.2023).

18. Официальная статистика Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 14.09.2023).

19. Стратегические направления развития евразийской экономической интеграции до 2025 года, утвержденные Решением Высшего Евразийского экономического совета от 11 декабря 2020 г. № 12 [Электронный ресурс]. URL: [https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep\\_razv\\_integr/](https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_razv_integr/) (дата обращения: 22.06.2023).

20. Три года интеграции: согласованная агропромышленная политика Евразийского экономического союза; под ред. С.С. Сидорского. Москва: Евразийская экономическая комиссия, 2018. 76 с.

#### References

1. Dobrosotsky V.I. Ensuring food security in the EAEU countries (global and regional aspects): monograph. Moscow: Odintsovo Campus of MGIMO University Publishers; 2019. 128 p. (In Russ.).

2. The Eurasian Economic Union by numbers. Brief Statistics Yearbook. Moscow: Eurasian Economic Commission, Publishers; 2022. 189 p. (In Russ.).

3. Kamalyan A.K. Fruit and vegetable sector of the Eurasian Economic Union: potential for growth and limiting factors. *AIC: economics, management*. 2023;8:107-114. DOI: 10.33305/238-107. (In Russ.).

4. Kamalyan A.K. Food security in the Eurasian Economic Union: problems and solutions. *Economics of Agriculture of Russia*. 2022;4:12-20. DOI: 10.32651/224-12. (In Russ.).

5. On Assurance of Food Security: Law of the Republic of Armenia dated May 7, 2002 No. ZR-339. URL: <http://www.parliament.am/legislation.php?sel=show&ID=1312&lang=rus>. (In Russ.).

6. On Approval of Food Security Doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>. (In Russ.).

7. On Approval of the Concept on Assurance of Food Security of the Republic of Armenia: Executive Order of the President of the Republic of Armenia dated May 18, 2011 No. NK-91-N. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1721399404>. (In Russ.).

8. On Approval of Food Security and Nutrition Program of the Kyrgyz Republic for 2019-2023: Resolution of the Government of the Kyrgyz Republic No. 320 dated June 27, 2019. URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/14561/edition/958755/ru>. (In Russ.).

9. On Approval of the Strategy of the Main Directions Ensuring Economic Development in Agricultural Sector of the Republic of Armenia for 2020-2030 ... : Resolution of the Government of the Republic of Armenia dated December 19, 2019, No. 1886-L. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1721394930&tld=ru&lang=ru&name=Strategiya-skx-RA-2030.pdf&text>. (In Russ.).

10. On State Regulation of the Development of Agro-Industrial Complex and Rural Areas: Law of the Republic of Kazakhstan dated July 8, 2005 No. 66. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30015652](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30015652). (In Russ.).

11. On the Doctrine of National Food Security of the Republic of Belarus until 2030: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated December 15, 2017 No. 962. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21700962>. (In Russ.).

12. On the National Security of the Republic of Kazakhstan: Law of the Republic of Kazakhstan dated January 6, 2012 No. 527-IV. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31106860](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31106860). (In Russ.).

13. On Food Security of the Kyrgyz Republic: The Law of the Kyrgyz Republic dated August 4, 2008 No. 183. URL: <https://cbd.minjust.gov.kg/202397/edition/1244333/ru>. (In Russ.).

14. Official Statistics of the Kyrgyz Republic. National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic (NatsStatCom). Official Website. URL: <https://who.ca-news.org/company:783>. (In Russ.).

15. Official Statistics of the Republic of Armenia. Statistical Committee of the Republic of Armenia (ARMSTAT). Official Website. URL: <https://www.armstat.am/ru/?nid=586&year=2023>. (In Russ.).

16. Official Statistics of the Republic of Belarus. National Statistical Committee of the Republic. Official Website. URL: <https://www.belstat.gov.by/>. (In Russ.).

17. Official Statistics of the Republic of Kazakhstan. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. Official Website. URL: <https://stat.gov.kz/ru/>. (In Russ.).

18. Official Statistics of the Russian Federation. Federal State Statistics Service (Rosstat). Official Website. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>. (In Russ.).

19. Strategic Directions for Developing the Eurasian Economic Integration until 2025 approved by Decision No. 12 of the Supreme Eurasian Economic Council dated December 11, 2020. URL: [https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep\\_razv\\_integr/](https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_razv_integr/). (In Russ.).

20. Three years of integration: the coordinated agro-industrial policy of the Eurasian Economic Union; edited by S.S. Sidorsky. Moscow: Eurasian Economic Commission Publishers; 2018. 76 p. (In Russ.).

#### Информация об авторе

А.Б. Кусаинова – заместитель директора Департамента агропромышленной политики Евразийской экономической комиссии, [kussainova@eeccommission.org](mailto:kussainova@eeccommission.org).

#### Information about the author

A.B. Kusainova, Deputy Director of the Department of Agricultural Policy, Eurasian Economic Commission, [kussainova@eeccommission.org](mailto:kussainova@eeccommission.org).

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 26.06.2024; принята к публикации 28.06.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 26.05.2024; accepted for publication 28.06.2024.

© Кусаинова А.Б., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_149

EDN: FHOHGM

**Теоретико-методические аспекты мониторинга  
экономического пространства сельских территорий**

**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✉

**Аннотация.** Качественная неоднородность экономического пространства (ЭП) РФ особенно проявляется на муниципальном уровне в сельских территориальных образованиях, что связано с наличием негативных тенденций их развития, которые формируют внутренние «точки сжатия» сельского пространства. Для управления сельскими территориями как пространственными образованиями необходимы инструменты их информационно-методического обеспечения и мониторинговой поддержки. В этой связи возрастает актуальность проведения мониторинга ЭП сельских территорий, что и определяет необходимость и целевую направленность настоящего исследования. Представлен теоретический обзор основных подходов к изучению ЭП (территориальный, ресурсный, процессный, информационный и локализационный), дающий возможность раскрыть содержание понятия «экономическое пространство сельских территорий» и выделить его основные свойства и пространственно-экономические характеристики. Показано, что мониторинг сельского ЭП представляет собой относительно новое явление, что является причиной недостаточного уровня развития его теоретической и методической базы. В целях отслеживания пространственно-экономических изменений в сельской местности предложена концептуальная модель, учитывающая информацию о состоянии сельского ЭП в разрезе природно-пространственной и социально-экономической составляющих, а также выделены элементы мониторинга (цель, задачи, объект, субъект, этапы проведения и др.) и система показателей. Представлен алгоритм мониторинговой оценки за 2013–2022 гг. по трем блокам (экономическому, социальному и пространственному). В результате выделены 5 типов сельских территорий регионов России с разным сочетанием уровня социально-экономического развития и степени их пространственной организации; сделан вывод, что 50% регионов имеют пространственную непропорциональность и ухудшение социально-экономического развития сельских территорий; для органов власти предложены основные направления, которые позволят сгладить пространственную неоднородность сельских территорий.

**Ключевые слова:** экономическое пространство, сельские территории, мониторинг, типологизация, направления развития

**Для цитирования:** Меренкова И.Н. Теоретико-методические аспекты мониторинга экономического пространства сельских территорий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 149–158. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_149](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_149)–158.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Theoretical and methodological aspects  
of economic space of rural areas monitoring**

**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✉

**Abstract.** In modern conditions of rural development, negative trends continue to remain, forming internal “compression points” of rural space. Therefore, to manage rural areas as spatial formations, tools for their information and methodological support and monitoring support are needed. In this regard, the relevance of monitoring the economic space of rural areas is increasing, which determined the need and purpose of this study.

The author made a theoretical review of the main approaches to the study of economic space (territorial, resource, process, information and localization), which made it possible to reveal the content of the concept of "economic space of rural areas" and distinguish its main properties and spatial-economic characteristics. It has been proven that monitoring of rural economic space is a relatively new phenomenon, which causes an insufficient level of development of its theoretical and methodological base. To conduct high-quality monitoring, the specifics of using various types of economic space analysis are justified. In order to monitor spatial-economic changes in rural areas, a conceptual model has been proposed that takes into account information on the state of rural economic space in the context of natural-spatial and socio-economic components, as well as elements of monitoring (purpose, targets, object, subject, stages of conducting, etc.) and a system of indicators. The algorithm of monitoring assessment for the ten-year period (2013-2022) for three blocks (economic, social and spatial) is presented. As a result, five types of rural areas of Russian regions were identified with a different combination of the level of socio-economic development and the degree of their spatial organization; it was concluded that 50% of regions have spatial disproportionality and deterioration of the socio-economic development of rural areas; for the authorities proposed the main directions that will smooth the spatial heterogeneity of rural areas.

**Key words:** economic space, rural areas, monitoring, typology, development directions

**For citation:** Merenkova I.N. Theoretical and methodological aspects of economic space of rural areas monitoring. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):149-158. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_149-158](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_149-158).

Качественная неоднородность экономического пространства (ЭП) Российской Федерации особенно проявляется на муниципальном уровне в сельских территориальных образованиях. Прежде всего это связано с продолжающимися негативными тенденциями на селе, которые в рамках диалектической пары «город – периферия (сельская местность)» формируют внутренние «точки сжатия» сельского пространства. Вот почему для эффективного государственного и территориального управления сельскими территориями как пространственными образованиями необходимы инструменты их информационно-мониторинговой поддержки, которые бы позволили принимать более эффективные управленческие решения по вопросам развития сельского экономического пространства. На фоне достаточно широко представленных работ по экономическому пространству регионов, процессы сельской пространственной организации практически не изучены из-за отсутствия их информационно-методического обеспечения. Фрагментарность параметров при выборе показателей и отсутствие методик системной оценки динамики экономического пространства сельских территорий актуализируют поиск применения адаптивного мониторингового инструментария, что в конечном итоге должно способствовать совершенствованию системы управления сельским развитием.

Рассматривая сущность дефиниции «экономическое пространство» (ЭП), отметим, что до сих пор не выработаны основополагающие признаки, характеризующие данную категорию. Несмотря на то, что в работах как отечественных, так и зарубежных ученых широко представлены проблемы экономического пространства и его свойства, в то же время не обозначены концептуальные основы пространственной экономики, отсутствует единый подход к основам теории экономического пространства. Каждый из подходов к его изучению характеризуется своим кругом задач, объектом и предметом исследования, в связи с чем объектом исследования могут выступать различные его виды (финансовый, инновационный, информационный, технологический и т.п.).

В экономической литературе, наряду с широким перечнем макроподходов на национальном уровне (глобалистический, цивилизационный, когнитивный, геосистемный, геоурбанистический, геоэкологический, геоэкономический, геоинформационный, геокультурный, геополитический), на региональном и муниципальном уровнях чаще всего выделяются следующие основные подходы: территориальный, ресурсный, процессный и информационный.

Наиболее распространенным из них является территориальный подход, в разрезе которого экономическое пространство рассматривается как территория, в границах которой формируются связи между различными объектами экономической деятельности [6, 9, 15]. Одной из классических трактовок ЭП можно считать определение А.Г. Гранберга: «Экономическое пространство – это насыщенная территория, вмещающая множество объектов и связей между ними: населенные пункты, промышленные предприятия, хозяйственно освоенные и рекреационные площади, транспортные и инженерные сети и т.д.» [3].

При ресурсном подходе экономическое пространство характеризуется наполненностью физическими и нефизическими объектами, вступающими в отношения для реализации своих интересов за счет перераспределения ресурсов [13, 14, 16]. В рамках данного подхода сельские территории рассматриваются как часть экономического пространства региона, являющиеся местом концентрации специфических экономических ресурсов.

В разрезе процессного подхода ЭП трактуется как «отношение между экономическими субъектами в данной институциональной среде по согласованию и реализации своих экономических интересов, направленных на возможные результаты совместной деятельности» [1, 5, 17]. Элементами экономического пространства при обосновании процессного подхода являются экономический процесс, экономическое время и экономическая конкуренция.

Особая значимость в определении экономического пространства в разрезе происходящих современных процессов принадлежит информационному подходу, который является полной противоположностью территориальному, так как в современных условиях обмен информацией не связан с административными границами. Представители данного подхода считают, что экономическое пространство формируется информационными потоками между экономическими субъектами за счет выстраивания сбалансированных взаимоотношений пространственных структур [4, 12, 18].

В контексте представленного исследования большое значение с позиций определения уровня пространственной организации принадлежит локализационному подходу, сущность которого заключается в изучении экономического пространства как системы, состоящей из локалитетов и взаимосвязанных экономических локаций, которые объединены различными межсубъектными территориальными связями [2, 7]. Такая позиция позволяет по-новому представить многомерность экономического пространства сельских территорий через экономические процессы, определяющиеся интересами всех субъектов на местном или локальном уровне со встраиванием в иерархическую систему (поселение, район, регион, макрорегион, страна), что предоставляет возможность проведения мониторинга экономического пространства на всех уровнях управления.

Проведенный содержательный анализ существующих подходов к изучению экономического пространства позволяет характеризовать сельское экономическое пространство как часть физического, отражающего территориально обособленный и локализованный во времени процесс, с одной стороны, определяемый доступностью тех или иных экономических ресурсов территории и местом концентрации экономических объектов, а с другой стороны, необходимостью осуществления экономического взаимодействия всех субъектов сельской территории.

Представленное понимание ЭП дает возможность выделить такие его свойства, как сложность (пространственный базис ведения экономической деятельности и локализацию экономических взаимодействий) и многомерность (значительное число многообразных компонентов, разнообразие связей, количество иерархических уровней). Наряду с этим отметим основные пространственно-экономические характеристики, на основе которых определены показатели для проведения мониторинга:

- физический базис экономического пространства, показывающий изменение его освоенности в пределах сельской территории;
- насыщенность сельского экономического пространства деятельностью различных субъектов хозяйствования с их интересами;
- связанность экономического пространства, характеризующая интенсивность экономических связей.

Выполнение качественного мониторинга особенно важно для понимания объективной реальности в отношении сельского экономического пространства. В этом ключе анализ (характеристика текущего положения) наряду с диагностикой (определение узких мест) как раз способствует принятию грамотных управленческих решений. В таблице 1 приведены отличительные особенности трех видов анализа, позволяющих идентифицировать экономическое пространство сельских территорий в разрезе их характеристик и специфики, которые сформированы с позиций необходимости разграничения областей применения.

**Таблица 1. Специфика использования различных видов анализа экономического пространства сельских территорий**

Пространственный	Пространственно-экономический	Социально-экономический
<b>Объект анализа (территория)</b>		
Физико-метрическая единица экономико-географического пространства	Системное формирование пространственно-экономических характеристик	Место организации социально-экономических процессов
<b>Цель анализа</b>		
Оценка рационального размещения объектов и уровни поляризации пространственного развития	Оценка структуры экономического пространства территории	Оценка социально-экономических процессов хозяйственной деятельности
<b>Предметная область анализа</b>		
Геоморфологические и геофизические характеристики, географические объекты, пространственные структуры	Система расселения, инфраструктурный архетип, емкость производства, экономические субъекты, межсубъектные связи	Ресурсный потенциал, социальные группы, инфраструктура, социальные взаимодействия, эффективность функционирования субъектов
<b>Основные методы</b>		
Пространственные статистика и кластеризация, топологический анализ, картирование	Сравнительный анализ, кластеризация, экономико-математическое моделирование, типологизация и районирование	Методы экономического анализа, экспертных оценок, социальной статистики, компаративный и концепт-анализ, моделирование
<b>Области практического применения</b>		
Организация и планирование территориального развития	Выявление потенциальных точек роста территории	Планирование социально-экономического развития территории

Источник: составлено автором.

Пространственный анализ аккумулирует информацию о территории с физико-метрическими характеристиками (имеющийся потенциал, расселение населения, хозяйственная деятельность). Пространственно-экономический анализ носит смешанный статико-динамический характер и рассматривает территорию как среду в единстве с протекающими в ней экономическими процессами. Социально-экономический анализ направлен на изучение преобразований территориально-хозяйственных систем с целью улучшения качества жизни сельского населения. Представленные виды анализа непосредственно влияют на получение информации, которую можно использовать для последующей реализации диагностических процедур мониторинга.

Предлагаемый мониторинг сельского экономического пространства должен включать:

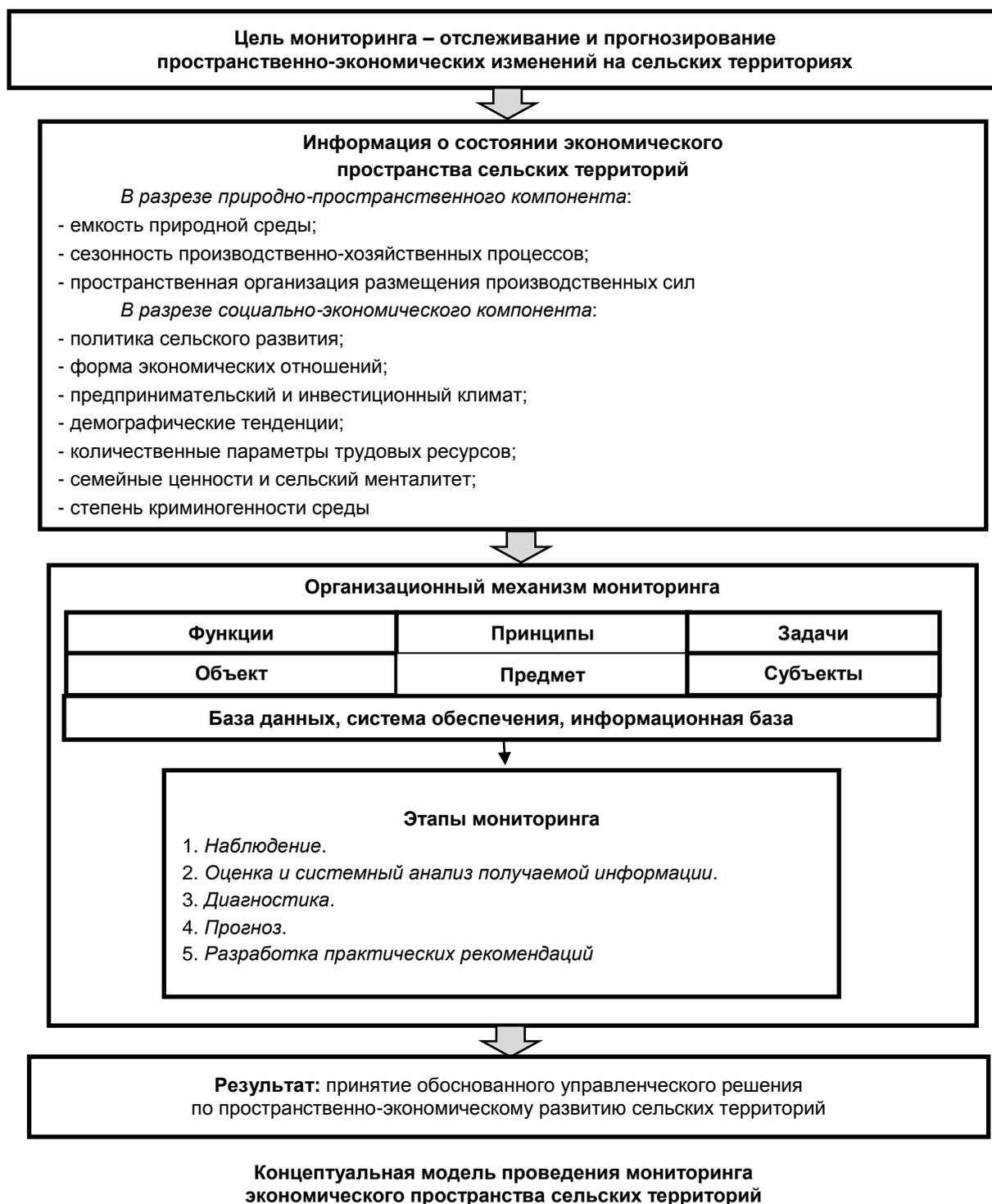
- сбор достоверной, своевременной, достаточно полной информации обо всех изменениях, происходящих в ЭП сельских территорий;
- методические подходы, идентифицирующие неравномерность социально-экономического развития сельских территорий через статистические показатели и позволяющие получать информацию и принимать решения о пространственном развитии села;
- унифицированные методики оценки пространственно-экономического развития сельской местности, особенно во взаимосвязи с интересами, изучение которых до настоящего времени не являлось прикладной задачей современной науки;
- формирование стандартизированной, прозрачной и информативной отчетности, обеспечивающей обоснованность управленческих решений, связанных с развитием сельского пространства;
- получение результатов, востребованных в практической деятельности федеральных, региональных и муниципальных органов власти, направленной на повышение качества жизни сельского населения;
- предоставление адаптивной информации конкретным категориям пользователей (управленческих структур всех уровней, научно-исследовательских центров, сельского сообщества, потенциальных инвесторов).

Из-за ограниченности открытого доступа и отсутствия полной и достоверной статистической информации о состоянии сельского экономического пространства, важнейшим этапом организации мониторинга является формирование базы данных, представляющей собой структурированную совокупность показателей, характеризующих различные элементы пространства, отражающих его специфику.

Мониторинг целесообразно строить на основе следующих положений:

- оценивать параметры состояния сельского экономического пространства и выявлять проблемы пространственного и социально-экономического развития сельских территорий;
- определять уровень социального и экономического развития, а также сформированность экономического пространства для выравнивания существующих дисбалансов;
- осуществлять дифференцированный подход к управлению сельским развитием на основе типизации территорий.

В целях отслеживания пространственно-экономических изменений на сельских территориях предложена концептуальная модель (см. рис.), учитывающая информацию о состоянии сельского экономического пространства в разрезе двух компонентов: природно-пространственного (зональные особенности территории, наличие природных ресурсов, емкость природной среды, пространственная организация размещения производительных сил и др.) и социально-экономического (демографические тенденции, сельский менталитет, состояние социальной и инженерной инфраструктуры, характер экономической зоны, социальная структура сельского сообщества и др.).



Источник: составлено автором.

В данной модели выделены стандартные элементы мониторинга (цель, задачи, объект, субъект, этапы проведения и др.), которые позволят сформировать достоверную информационную базу об экономическом пространстве сельских территорий в разрезе регионов или муниципальных образований, а также оценить его и обосновать рекомендации по совершенствованию управления сельским развитием [8].

Общеизвестно, что возрастающая дифференциация уровня развития регионов России создает определенную напряженность и может стать фактором риска для сохранения территориальной целостности страны в будущем [10]. В связи с этим представ-

ляется целесообразным осуществить оценку уровня социально-экономического развития в условиях сложившейся пространственной организации сельских территорий регионов России с целью определения их согласованности по отношению друг к другу.

Алгоритм мониторинговой оценки (временной период охватывает 2013–2022 гг.) следующий:

- отбор показателей по трем блокам (экономическому, социальному и пространственному);
- выделение групп сельских территорий по показателям в разрезе каждого года;
- присвоение баллов (максимальный балл – лучшей группе, минимальный – худшей);
- суммирование баллов по каждому блоку и расчет комплексного балла;
- проведение кластерного анализа по сопоставлению полученных результатов;
- выделение типов сельских территорий с разным сочетанием уровня социально-экономического развития и степени их пространственной организации.

В результате проведения мониторинга были выделены 5 типов сельских территорий регионов Российской Федерации (табл. 2).

**Таблица 2. Группировка сельских территорий субъектов РФ в разрезе пространственной организации и социально-экономического развития**

<b>Количество регионов</b>	<b>Наименование регионов в соответствии с составом макрорегионов *</b>	<b>Характеристика типов сельских территорий</b>
8	<i>Республики:</i> Башкортостан, Татарстан <i>Области:</i> Белгородская, Воронежская, Ростовская, Оренбургская, Самарская, Тюменская	Социально-экономическое развитие сочетается с качественными характеристиками сельского пространства
16	<i>Республики:</i> Дагестан, Саха (Якутия) <i>Области:</i> Московская, Ленинградская, Челябинская, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Нижегородская, Свердловская <i>Края:</i> Краснодарский, Ставропольский, Пермский, Красноярский <i>Автономные округа:</i> Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий	Экономическое развитие характеризуется диверсификацией сельской экономики и низкими темпами роста социальной сферы при значительном уровне привлекаемых инвестиций
18	<i>Республики:</i> Алтай, Мордовия, Удмуртская, Чувашская, Хакасия <i>Края:</i> Алтайский, Приморский <i>Области:</i> Брянская, Ивановская, Курская, Рязанская, Вологодская, Волгоградская, Саратовская, Ульяновская, Омская, Амурская <i>Автономная область:</i> Еврейская	Экономическое развитие связано с поддержанием аграрной отрасли и строительства, а социальное – с отраслью здравоохранения при одновременном низком уровне инвестирования
13	<i>Республики:</i> Адыгея, Крым, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Северная Осетия -Алания, Чеченская <i>Области:</i> Липецкая, Тамбовская, Тульская, Калининградская, Мурманская, Пензенская	Для пространственной организации свойственна целостность при незначительном уровне экономического и социального развития
27	<i>Республики:</i> Карелия, Коми, Калмыкия, Марий Эл, Бурятия, Тыва <i>Края:</i> Камчатский, Хабаровский, Забайкальский <i>Области:</i> Владимирская, Калужская, Костромская, Орловская, Смоленская, Тверская, Ярославская, Архангельская, Новгородская, Псковская, Астраханская, Кировская, Курганская, Томская, Магаданская, Сахалинская <i>Автономные округа:</i> Ненецкий, Чукотский	На фоне пространственной непропорциональности наблюдается ухудшение социально-экономического развития сельских территорий (недостаточно сформированы сельская экономика и социальная сфера)

Примечание: \* – Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [11].

Источник: составлено автором.

Выделенные типы сельских территорий:

- I тип – 8 регионов (9,7% от общего количества регионов) *с высоким уровнем социального и экономического развития и сформированным экономическим пространством*, для которых характерно сочетание нескольких отраслей экономики при высоких значениях показателей развития социальной сферы и существенных качественных характеристиках (плотность, размещение и связанность) сельского пространства регионов;

- II тип – 16 регионов (19,4%) *с высоким уровнем экономического развития и сформированным экономическим пространством, а также средним уровнем социального развития сельских территорий*, для которых свойственна высокая диверсификация сельской экономики при одновременно пропорциональном расселении жителей и разветвленной транспортной сети, однако темпы роста социальной сферы не соответствуют темпам прироста населения, что сказывается на качестве предоставляемых услуг;

- III тип – 18 регионов (21,9%) *со средним уровнем развития социальной сферы и недостаточно сформированным экономическим пространством, а также уровнем экономического развития сельских территорий ниже среднего*, сельская экономика которых представлена в основном сочетанием аграрной отрасли и строительства, при этом в развитии социальной сферы основное внимание уделяется отрасли здравоохранения, а в пространственной организации можно отметить низкую концентрацию населенных пунктов при одновременной высокой обеспеченности сельских территорий дорогами местного значения.

- IV тип – 13 регионов (15,9%) *со средним и низким уровнем экономического развития, средним уровнем социального развития и сформированным экономическим пространством сельских территорий*, в которых наблюдается фрагментарность в формировании сельской экономики, социальная сфера представлена развитой сетью учреждений образовательного, лечебного и спортивного профиля, при этом сельское пространство целостное за счет высокой плотности населения, людности и связанности населенных пунктов дорогами местного значения;

- V тип – 27 регионов (33,1%) *с низким уровнем социального и экономического развития и несформированным экономическим пространством*, сельским территориям которых свойственны отсутствие сбалансированной структуры сельской экономики, недостаточная обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры, а также пространственная непропорциональность, выражающаяся в неоднородности расположения сельских населенных пунктов.

На основе проведенного мониторинга можно сделать вывод, что практически 50,0% регионов имеют пространственную непропорциональность и ухудшение социально-экономического развития сельских территорий, вследствие чего для органов власти муниципального и регионального уровней предложены основные направления, ориентированные на минимизацию пространственных диспропорций в сельской местности:

- определение единых методических подходов к формированию документов пространственного развития всех уровней управления Российской Федерации, а также приоритетных проектов стратегического развития;

- формирование баз данных для управления экономическим пространством сельских территорий.

- улучшение пространственной политики при бюджетном планировании на основе оценки позиции субъекта РФ по уровню развития сельского ЭП;

- подготовка методических рекомендаций по разработке стратегий развития экономического пространства сельских муниципальных образований, расположенных на территории субъектов России;

- разработка и реализация региональных программ стимулирования предпринимательской активности сельского населения и развития малого бизнеса как в сельском хозяйстве, так и других сферах сельской экономики;
- обеспечение равной доступности кредитных ресурсов и средств государственной поддержки субъектов крупного, среднего и малого бизнеса, обеспечивающих создание новых рабочих мест, рост заработной платы и объемов производства товаров и оказания услуг;
- повышение инвестиционной привлекательности регионов с низким и критически низким уровнем пространственной организации сельских территорий за счет государственной поддержки инвестиционных проектов, реализуемых на принципах частно-государственного партнерства;
- разработка и реализация региональных программ развития производственной, инженерной и информационной инфраструктуры и обеспечение доступа к ней как хозяйствующих субъектов, так и сельского населения.

---

**Список источников**

1. Бияков О.А. Теория экономического пространства: методологический и региональный аспекты. Томск: Изд-во Томского университета, 2004. 151 с.
2. Гетманцев К.В. Развитие процессов локализации в экономическом пространстве региона // Экономика и предпринимательство: научный журнал. 2020. № 10(123). С. 539–543. DOI: 10.34925/EIP.2020.123.10.101.
3. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. 3-е изд. Москва: ГУ ВШЭ, 2003. 492 с.
4. Дятлов С.А., Селищева Т.А. Регионально-пространственные характеристики и пути преодоления цифрового неравенства в России // Экономика образования. 2014. № 2. С. 48–52.
5. Звягинцева О.П. Воспроизводство общественных благ в ракурсе концепции экономического пространства // Проблемы новой политической экономии. 2004. № 2. С. 49–54.
6. Костинский Г.Д. Идея пространственности в географии // Известия РАН. Серия география. 1992. № 6. С. 31–41.
7. Кузин Т.А., Тамова М.К. Развитие субрегиональных локалитетов в экономическом пространстве региона: стратегические приоритеты и механизмы реализации // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2012. № 2. С. 32–38.
8. Меренкова И.Н., Добрунова А.И. Формирование системы мониторинга жизнеобеспечения населения сельских территорий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 2(65). С. 162–168. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.2.162.
9. Михуринская Е.А. Регион как форма организации экономического пространства [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rusnauka.com/ONG\\_2006/Economics/17637.doc.htm](http://www.rusnauka.com/ONG_2006/Economics/17637.doc.htm) (дата обращения: 05.02.2024).
10. Новикова И.И. Методические подходы к измерению человеческого капитала: сравнительная характеристика, преимущества и недостатки // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. № 9(54). С. 76–81. DOI: 10.33938/199-76.
11. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552378463> (дата обращения: 24.01.2024).
12. Паринов С.И. К теории сетевой экономики. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2002. 168 с.
13. Перру Ф. Экономическое пространство: теория и приложения (перевод с англ. А.П. Горюнова) // Пространственная экономика. 2007. № 2. С. 77–93.
14. Радаев В.В. Что такое «экономическое действие» // Экономическая социология. 2002. Т. 3, № 5. С. 18–25.
15. Рянский Ф.Н. Фрактальная теория пространственно-временных размерностей: естественные предпосылки и общественные последствия. Биробиджан: ИКАРП РАН, 1992. 37 с.
16. Чекмарев В.В. К теории экономического пространства // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2001. № 3. С. 89–96.
17. Чернецова Н.С. Природа и структура экономического пространства и экономические интересы // Известия ПГПУ. Серия общественные науки. 2006. № 2(6). С. 64–68.
18. Shibusawa H. Cyberspace and physical space in an urban economy // Papers in Regional Science. 2000. Vol. 79(2). Pp. 253–270.

## References

1. Biyakov O.A. Theory of Economic Space: Methodological and Regional Aspects. Tomsk: Tomsk University Publishing House; 2004. 151 p. (In Russ.).
2. Getmantsev K.V. Development of the localization processes in the region economic space. *Economy and Entrepreneurship*. 2020;10(123):539-543. DOI: 10.34925/EIP.2020.123.10.101. (In Russ.).
3. Granberg A.G. Fundamentals of regional economics: a textbook for universities. 3<sup>rd</sup> edition. Moscow: HSE University Publishing House; 2003. 492 p. (In Russ.).
4. Dyatlov S., Selischeva T. Regionally spatial characteristics and ways to bridge the digital divide in Russia. *Economics of Education*. 2014;2:48-52. (In Russ.).
5. Zvyagintseva O.P. Reproduction of public goods from the perspective of the concept of economic space. *Problems of new political economy*. 2004;2:49-54. (In Russ.).
6. Kostinskiy G.D. The idea of spatiality in geography. *Izvestiya RAN (Akad. Nauk SSSR). Seriya Geografiya*. 1992;6:31-41. (In Russ.).
7. Kuzin T.A., Tamova M.K. Development of subregional localities in the economic space of the region: strategic priorities and implementation mechanisms. *Bulletin of the Adyghe State University. Series 5: Economics*. 2012;2:32-38. (In Russ.).
8. Merenkova I.N., Dobrunova A.I. Formation of life support monitoring system for rural population. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(2):162-168. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.2.162. (In Russ.).
9. Mikhurinskaya E.A. Region as a form of economic space organization. URL: [http://www.rusnauka.com/ONG\\_2006/Economics/17637.doc.htm](http://www.rusnauka.com/ONG_2006/Economics/17637.doc.htm). (In Russ.).
10. Novikova I.I. Methodological approaches to measuring human capital: comparative characteristics, advantages and disadvantages. *Economy, labor, management in agriculture*. 2019;9(54):76-81. DOI: 10.33938/199-76. (In Russ.).
11. On Approval of the Strategy for Spatial Development of the Russian Federation for the period up to 2025: Decree of the Government of the Russian Federation No. 207-p of 13.02.2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552378463>. (In Russ.).
12. Parinov S.I. Toward the theory of network economics. Novosibirsk: IEOPP SB RAS; 2002. 168 p. (In Russ.).
13. Perroux F. Economic Space: Theory and Applications (translation from English by A.P. Goryunov). *Spatial Economics*. 2007;2:77-93. (In Russ.).
11. Parinov S.I. Toward the theory of network economics. Novosibirsk: Publishing House of the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2002. 168 p. (In Russ.).
12. Perroux F. Economic space: theory and applications (translation from English by A.P. Goryunov). *Spatial Economics*. 2007;2:77-93. (In Russ.).
14. Radaev V.V. What is "economic action". *Economic Sociology*. 2002; 3(5):18-25. (In Russ.).
15. Ryanskiy F.N. Fractal theory of space-time dimensions: natural prerequisites and social consequences. Birobidzhan: Publishing House of the Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (ICARP FEB RAS); 1992. 37 p. (In Russ.).
16. Chekmarev V.V. Toward the theory of economic space. *Izvestia of St. Petersburg State University of Economics and Finance*. 2001;3:89-96. (In Russ.).
17. Chernetsova N.S. Nature and structure of economic space and economic interests. *Izvestia of Penza State Pedagogical University. Social Sciences Series*. 2006;2(6):64-68. (In Russ.).
18. Shibusawa H. Cyberspace and physical space in an urban economy. *Papers in Regional Science*. 2000;79(2):253-270.

## 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](mailto: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](mailto:upr-nii@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 27.03.2024; одобрена после рецензирования 29.04.2024; принята к публикации 10.05.2024.

The article was submitted 27.03.2024; approved after reviewing 29.04.2024; accepted for publication 10.05.2024.

© Меренкова И.Н., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.431.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_159

EDN: FICMBI

**Организационно-экономические основы формирования и развития  
цифрового технологического уклада аграрной экономики России**

**Игорь Леонидович Воротников<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Петров<sup>2✉</sup>,  
Алексей Петрович Шмелёв<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Нижегородский государственный агротехнологический университет,  
Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup> dr.ajpetrov@yandex.ru✉

**Аннотация.** Рассмотрены организационно-экономические основы формирования и развития цифрового технологического уклада российской аграрной экономики. Отражены вопросы применения в цифровом землепользовании, растениеводстве и животноводстве таких интеллектуальных систем, как искусственный интеллект, нейронные сети, интернет вещей, осуществляющих в автоматизированном режиме сбор, анализ, обновление информации о состоянии земельных ресурсов сельских территорий, уровне плодородия земель сельскохозяйственного назначения и др. с целью накопления данных достаточной полноты для принятия правильных управленческих и организационных решений. Проектирование цифровых инноваций приводит к новому цифровому укладу. В настоящее время сельское хозяйство в России стремительно роботизируется, но главным образом за счет импортного оборудования, что крайне неблагоприятно в условиях СВО, ужесточения антироссийских санкций и необходимости укрепления цифрового суверенитета. В этой ситуации требуется разработка государственной программы реализации перехода на отечественные технологии роботизации. Определенный опыт наработан в Нижегородской области, администрацией которой предусмотрено субсидирование производства роботизированных комплексов для молочного животноводства. Предлагается разработать дорожную карту продвижения этого и аналогичного оборудования в другие регионы России с целью скорейшего внедрения отечественных технологических решений. Цифровой технологический уклад сельского хозяйства требует подготовки студентов в области беспилотной роботизированной агротехники, управления роботизированным животноводством. Непременным условием перехода на цифровой технологический уклад АПК является трансформация подготовки кадров на основе непрерывной системы от агроклассов до магистратуры и аспирантуры, а также повышение квалификации и цифровой агроконсалтинг. Это – магистральный тренд на долгую перспективу развития аграрной экономики.

**Ключевые слова:** цифровой технологический уклад, аграрная экономика, цифровая ферма, интеллектуальная система, искусственный интеллект, дроны

**Для цитирования:** Воротников И.Л., Петров А.Ю., Шмелёв А.П. Организационно-экономические основы формирования и развития цифрового технологического уклада аграрной экономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 159–167. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_159-167](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_159-167).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Organizational and economic foundations for formation and development  
of digital technological paradigm of the Russian agrarian economy**

**Igor L. Vorotnikov<sup>1</sup>, Aleksey Yu. Petrov<sup>2✉</sup>, Aleksey P. Shmelev<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>2</sup> dr.ajpetrov@yandex.ru✉

**Abstract.** The organizational and economic foundations of the formation and development of the digital technological paradigm of the Russian agrarian economy are considered. The issues of application in digital land use, crop production and animal husbandry of such intelligent systems as artificial intelligence, neural networks, the Internet of Things, which collect, analyze, update information on the state of rural land resources, the level of fertility of agricultural lands, etc. in an automated mode, are reflected in order to accumulate data of sufficient completeness to make the right managerial and organizational decisions. Designing digital innovations leads to a new digital way of living. Currently, agriculture in Russia is rapidly being robotized, but mainly due to imported

equipment, which is extremely unfavorable in the conditions of Unilateral Military Action, tougher anti-Russian sanctions and the need to strengthen digital sovereignty. In this situation, it is necessary to develop a state program for the implementation of the transition to domestic robotics technologies. Certain experience has been gained in Nizhny Novgorod Oblast, the administration of which provides for subsidizing the production of robotic complexes for dairy farming. It is proposed to develop a roadmap for the promotion of this equipment to other regions of Russia in order to introduce domestic technological solutions as soon as possible. The digital technological structure of agriculture requires students' training in the field of unmanned robotic agricultural technology, management of robotic livestock. An indispensable condition for the transition to the digital technological structure of the Agro-Industrial Complex is the transformation of personnel training based on a continuous system from agroclasses to master's and postgraduate studies, as well as professional development and digital agroconsulting. This is the key trend for the long-term development of the agricultural economy.

**Keywords:** digital technological paradigm, agrarian economy, digital farm, intelligent system, artificial intelligence, drones

**For citation:** Vorotnikov I.L., Petrov A.Yu., Shmelev A.P. Organizational and economic foundations for formation and development of digital technological paradigm of the Russian agrarian economy. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):159-167. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_159-167](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_159-167).

**В** условиях геополитической напряженности и внешних экономических вызовов сельское хозяйство остается одной из важнейших отраслей российской экономики, имеет особую значимость для жизнеобеспечения населения основными продуктами питания и снабжения других отраслей сырьем для производства предметов потребления [2].

В настоящее время требуется, чтобы национальная экономика развивалась ускоренными темпами, выше среднемировых, обеспечивая достижение основных целей экономического роста, которыми являются социальное благополучие и высокие стандарты жизни граждан России, качественное инфраструктурное развитие и продовольственная безопасность страны [9].

Повышение эффективности управления сельским хозяйством – важнейшая задача, которая определяет стратегию и направления развития отрасли [3]. Важным фактором устойчивого развития аграрного сектора экономики является повышение качества жизни сельского населения, во многом зависящее от доходов населения трудоспособного возраста [5].

С использованием цифровых технологий изменяются повседневная жизнь человека, производственные отношения, структура экономики и образования, а также возникают новые требования к коммуникациям, вычислительным мощностям, информационным системам и сервисам. Переход от традиционных технологий к интенсивным требует создания новых технических средств и более совершенных методов труда [8].

Цифровая экономика – это не только отдельная отрасль, но уклад жизни, новая основа развития общества, экономики, предпринимательства, всей системы государственного управления, социальной сферы [6]. Формирование и развитие цифровой экономики относятся к важным составляющим цифрового суверенитета и могут рассматриваться в качестве основы национальной безопасности, независимости и суверенитета России.

Процесс цифровой трансформации в сельском хозяйстве можно считать одной из приоритетных технологий организации и управления сельскохозяйственным производством [1].

Экосистема цифровой экономики – партнерство организаций, обеспечивающее взаимодействие принадлежащих им технологических интернет-сервисов, аналитических систем, информационных систем органов государственной власти Российской Федерации, организаций и граждан [7].

В современном мире, в условиях нового структурообразующего технологического уклада, представляющего собой результат четвертой промышленной революции, данные становятся новым активом, причем главным образом за счет их альтернативной

ценности, то есть по мере их применения в новых целях и для реализации новых идей. Инструменты – это совокупность моделей, методов и концепций, используемых для решения поставленных задач [4].

Технологический уклад – совокупность сопряженных развивающихся синхронно производств, имеющих единый технический уровень.

В России в настоящее время урегулировано большинство вопросов, возникающих в рамках использования информационно-телекоммуникационных технологий в различных сферах деятельности. Планирование имеет место и существует в той или иной форме во всех общественно-экономических формациях [10]. Однако регуляторная и нормативная среда имеет ряд недостатков, создавая в ряде случаев существенные барьеры на пути формирования новых институтов цифровой экономики, развития информационно-телекоммуникационных технологий и связанных с ними видов экономической деятельности.

Цифровой технологический уклад – это особая форма производственных отношений, цифровизация технологической цепочки от поля до покупателя. Основным элементом цифрового технологического уклада является цифровое землепользование – интеллектуальная система (искусственный интеллект, нейронные сети, пространственное моделирование и др.), осуществляющая в автоматизированном режиме сбор, анализ, обновление информации о состоянии почвенных и земельных ресурсов территории, разрабатывающая рекомендации по оптимальному (ландшафтно-адаптивному) размещению посевов сельскохозяйственных культур, нарезке полей, размещению севооборотов, агротехнологиям возделывания культур, автоматизированную оценку земельных участков (в том числе кадастровую), контроль и мониторинг функционирования и эффективности систем землепользования и адаптивно-ландшафтного земледелия, их воздействия на окружающую среду и сельский социум.

Цифровая ферма – это полностью автономный, роботизированный сельскохозяйственный объект, предназначенный для разведения сельскохозяйственных видов (пород) животных (мясные, молочные и др.) в автоматическом режиме, не требующий участия человека (оператора, животновода, ветеринара и др.). Такая ферма самостоятельно управляет кормлением, следит за здоровьем животных.

Рассмотрим более подробно составляющие интеллектуальной системы цифрового технологического уклада.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) – это технология, которая объединяет объекты и устройства в компьютерные сети и позволяет им собирать, обрабатывать и обмениваться данными между собой с помощью программ, приложений в реальном времени и без участия человека.

Области применения IoT в сельском хозяйстве: мониторинг движения техники; контроль состояния органов управления; определение местоположения; хранение продукции и логистика; мониторинг погоды; мониторинг состояния здоровья животных; мониторинг почвенного плодородия.

Собирая данные с датчиков IoT, объединяя их с данными из других источников (картография, бизнес-процессы, технологические процессы, спутниковые снимки местности), мы получаем полную информацию о ходе работ, действиях и местонахождении работников, погодных условиях, состоянии животных и растений и др. Соответствующие службы предприятия могут оперативно реагировать на события, происходящие не только на рабочих местах, но и в полевых условиях, через мобильные приложения.

При применении IoT в растениеводстве существует ряд проблем:

- высокая стоимость оборудования;
- затраты на проектирование бизнес-процессов;
- затраты на интеграцию оборудования разных «систем»;
- затраты на интеграцию данных;
- нестабильность каналов связи (сотовой связи);
- обеспечение зарядки мобильных устройств;
- сопряжение датчиков с собственными системами автомобилей, техники, прицепного оборудования;
- «незрелость» отрасли – недостаточное количество решений на организационном уровне;
- необходимость интеграции с бизнес-процессами компании, их перестройка;
- проблема «последней мили», так как не у всех хватает упорства дойти до значимого результата для бизнеса.

Активно применяются агрометеостанции, основной задачей которых является удаленный сбор актуальных данных для получения на выходе информации, которая касается следующих ситуаций:

- возникновение заболеваний;
- необходимость автоматизированного полива;
- выбор оптимального времени сева;
- определение оптимальных сроков внесения удобрений;
- устранение холостых выходов в поле;
- ведение органического производства.

Перечислим положительные стороны внесения десиканта с помощью дронов-опрыскивателей по технологии УМО (ультромалообъемное опрыскивание):

- расходуется очень малое количество воды;
- потери урожая не превышают 10%;
- обрабатываемая культура лучше омывается препаратом, тем самым увеличивается эффект от обработки;
- исключена зависимость от временных рамок;
- дрон-опрыскиватель работает по заданному маршруту автоматически;
- дрон-опрыскиватель может подлетать максимально близко к препятствиям.

Также возможно использование дронов-опрыскивателей для осуществления контроля за движением удобрений, средств химической защиты растений (СХЗР), семян от поставщика до внесения на поле.

Реализация проходит в два этапа: приемка на склад и отгрузка в поле СХЗР с получением на выходе следующего результата:

- полный контроль за движением товарно-материальных ценностей (ТМЦ);
- соответствие заявок и поставок производственной программе;
- строгое соблюдение рецептуры раствора;
- отсутствие хищений СХЗР;
- картографирование плотности внесения и контроль за исполнением производственной программы с помощью данных трека опрыскивателя;
- сопоставление с картой нормализованных вегетационных индексов (NDVI) для последующей корректировки планов работ;
- анализ показателей урожайности полей с учетом факта внесения СХЗР;
- повышение достоверности информации при снижении трудозатрат за счет автоматизированного формирования учетных документов движения ТМЦ и путевых листов механизаторов.

**Инструменты, принятые для наблюдения и мониторинга в соответствии с традиционным подходом, и возможные улучшения, обеспечиваемые при внедрении цифрового подхода**

<b>Традиционный подход</b>	<b>Расширенный подход</b>	<b>Улучшения</b>
Метеостанции. Почвенные датчики. Анализ почвы и растений	Сеть беспроводных датчиков. Усовершенствованные датчики	Более широкий спектр информации с повышенной эффективностью
Полевой мониторинг	Дистанционное зондирование (ДЗЗ, дроны, БПЛА)	Повышенная точность данных. Геопозиционирование. Масштабный мониторинг. Сокращение времени мониторинга
Ловушки с феромонами	Анализ фотоизображений	Доступность данных в режиме реального времени

Актуально применение цифровой платформы онлайн-сервиса контроля и учета работ в агробизнесе «АгроСигнал.Управление», обеспечивающей постоянный мониторинг операций, выполняемых несколькими единицами техники (в частности, регистрируются места стоянок, места выгрузок, места потери связи, места сливов топлива).

С помощью данной цифровой платформы собирается различная информация в разрезе полей по таким блокам, как:

- текущий севооборот;
- погода онлайн и прогноз;
- данные о температуре и осадках;
- паспорт поля (основные и агрохимические характеристики).

Используются ротационная таблица и структура посевных площадей (планирование оптимального размещения посевов, контроль ротации и предшественников). Проводится планирование затрат (планирование прямых производственных затрат и расхода ГМЦ), применяются технологические карты.

Ведется учет и контроль полного цикла движения зерна при уборке по зонам ответственности (комбайны, грузовики, бункеры-перегрузчики, весовая, склад). Например, в весовой проводится подключение к распространенным весовым терминалам (данные взвешиваний), устанавливаются камеры видеонаблюдений, ведутся журналы учета операций и заполняются отчеты.

В рамках цифровой платформы АгроСигнал также осуществляются:

- контроль за работой оросительных установок;
- автоматический расчет площади полива;
- отображение контура работы кругового или фронтального орошения;
- суточное деление по секторам выполненной работы (процент от общей площади поля в день – время работы – обработанная площадь – производительность).

Применяется малая авиация при контроле за авиаобработкой, мониторинге полетов, учете обработанной пилотом площади.

Проанализируем примеры применения искусственного интеллекта (ИИ) в сельском хозяйстве по отраслям растениеводства и животноводства.

В представленной статье рассмотрены проекты по внедрению ИИ на таких растениеводческих этапах, как посев, выращивание, сбор, сортировка и хранение, а также семеноводство.

На этапе «Посев» мы предлагаем проводить оценку и мониторинг полей с помощью компьютерного зрения (оценка собственных полей и полей для аренды (покупки) по спутниковым снимкам). Эффект для производителя от данного проекта будет заключаться в повышении средней урожайности до 5% за счет дозасева яровой пшеницы на месте, где не взошла озимая.

Проекты, направленные на расчет количества и состава удобрений под параметры поля с помощью систем поддержки принятия решений, а также внесение удобрений с помощью самоходных роботов (дронов), сокращают затраты на удобрения до 10%.

Проект, обеспечивающий посев с помощью автономной сельскохозяйственной техники (автопилоты) и расчет оптимального севооборота с помощью систем поддержки принятия решения (на основании исторических данных по выращиваемым культурам, погоде, координатам поля, спутниковым снимкам, правил выращивания и запроса бизнеса), даст повышение урожайности до 10% в результате исключения пропущенных участков, появление которых связано с человеческим фактором.

В качестве примера использования ИИ на этапе «Выращивание» можно привести проект, направленный на выявление болезней или проблемных зон (засоренности и др.) на полях по фото с дронов с помощью компьютерного зрения, внедрение которого позволяет повысить уровень урожайности до 20%. А вот точечная обработка посевов средствами защиты растений (гербициды, пестициды и др.) с помощью дронов, самоходных роботов позволяет сократить затраты на СЗР до 15%. Непрерывное прогнозирование сбора урожая и выявление аномалий на конкретном поле с помощью систем поддержки принятия решения (на основании исторических данных по выращиваемым культурам, погоде, координатам поля, спутниковым снимкам) позволит сократить потери урожая, вызванные человеческим фактором, до 10%.

Далее рассмотрим проекты по внедрению ИИ на этапе «Сбор». Например, сбор урожая с помощью автономной сельскохозяйственной техники (комбайны, грузовики) предполагает сокращение потерь урожая до 25% за счет выбора оптимальных условий сбора (скорость) и экономию топлива до 20%. Сбор фруктов, ягод или овощей с помощью наземных роботов сократит потери урожая, вызванные несоблюдением технологии уборки, до 15% и ручной труд – до 30%. А определение объема и оценка качества собранного урожая с помощью компьютерного зрения позволит сократить потери урожая, вызванные несоблюдением технологии уборки, до 15%.

Оценку качества урожая и обнаружения визуальных дефектов, в том числе отклонения по цвету, форме, наличие повреждений, проводят с помощью компьютерного зрения на этапе «Сортировка и хранение». Это сократит затраты на контроль качества до 20% и ускорит процесс контроля качества до 50%, а автоматизированная сортировка фруктов, овощей с помощью роботизированных установок на данном этапе повысит точность сортировки до 93% и позволит сократить ручной труд до 25%.

На этапе «Семеноводство» внедрение проекта, направленного на выведение сортов культур с повышенной урожайностью для определенных видов почв или климатических условий (районирование) с помощью систем поддержки принятия решений позволит повысить средний уровень урожайности до 10% и улучшить качественные характеристики сельскохозяйственной продукции (внешний вид, вкус и пр.)

В отрасли животноводства на этапе «Селекция, воспроизводство стада коров» предлагается проведение мониторинга процесса выращивания и распознавания при давливания во время кормления с помощью компьютерного зрения, за счет чего можно сократить смертность молодняка на 3%. Управление процессом размножения коров на ферме (определение течки, повышение фертильности, определение оптимального периода осеменения) с помощью систем поддержки принятия решения и компьютерного зрения (на основании данных с датчиков и камер) повысит эффективность протоколов отела до 30%. Селекция особей поголовья с приоритетными характеристиками для скрещивания с помощью систем поддержки принятия решения ускорит генетическое улучшение до 30% и снизит смертность за счет большей устойчивости к тепловому стрессу до 10%.

На этапе «Вращивание и содержание» осуществляется мониторинг за состоянием и распознаванием аномального поведения животных с помощью компьютерного

зрения (анализ аудио), что позволит увеличить производство молока на 5%, снизить использование антибиотиков на 50% при раннем выявлении болезней и повысить точность принятия решений по содержанию особей в целом до 95%. Если в данной отрасли применить доение с помощью роботизированных установок, то мы получим увеличение производства молока до 5% и снизим стресс для животных, повысив тем самым качество продукции. Осуществление мониторинга действий рабочих на ферме с помощью компьютерного зрения (носимых устройств) повысит мотивацию и производительность труда до 10%, а выявление отклонений от протокола составит 70%.

Методика долгосрочного прогнозирования проектов на основе мирового опыта позволяет внедрять современные цифровые технологии в агропромышленный комплекс (АПК). В животноводстве – это создание условий для технико-технологического переоснащения и модернизации производственной базы молочного скотоводства на основе автоматизированных и роботизированных технологий; увеличение объемов производства и качества молока для собственного производства; увеличение присутствия отечественного оборудования на рынке, а также его продвижение в другие регионы, в том числе на экспорт. Растениеводство цифровизируется за счет льготного кредитования с компенсацией, срок окупаемости – 1 год с учетом господдержки.

Животноводство в России стремительно роботизируется, но главным образом за счет импортного оборудования, что крайне неблагоприятно в условиях СВО, ужесточения санкций и необходимости укрепления цифрового суверенитета. В этой ситуации необходима государственная программа поддержки перехода на отечественные технологии. Передовой опыт наработан в Нижегородской области, администрация которой субсидирует производство роботизированных комплексов для молочного животноводства. Предлагается разработать дорожную карту продвижения этого оборудования в регионы России с целью скорейшего внедрения отечественных технологических решений.

Теоретико-методические и практические рекомендации по формированию и развитию цифрового уклада аграрной экономики подразумевают решение следующих задач:

- раскрыть теоретические основы формирования и развития цифрового уклада аграрной экономики;
- проанализировать тенденции цифровизации сельского хозяйства;
- методически обосновать механизм управления аграрной экономики на основе цифровизации;
- разработать практические рекомендации и бизнес-проекты по формированию и развитию цифрового уклада аграрной экономики.

Новизна заключается в теоретическом обосновании перехода на цифровой технологический уклад аграрной экономики, который представляет собой особую форму организационно-экономических отношений в сельском хозяйстве, построенную на комплексной цифровизации производственных процессов и управления агробизнесом; методическом положении по оценке эффективности проектов цифровизации и роботизации сельского хозяйства, а также на организационно-экономическом механизме цифрового управления сельским хозяйством, включающем в себя структурные инновации и мотивационные меры в системе бизнес-проектов цифровизации растениеводства и животноводства.

Окупаемость затрат на программное обеспечение (ПО) определяется с учетом:

- затрат на годовую лицензию – порядка 65 руб./га;
- роста прибыли с 1 га при использовании ПО – варьирует в среднем от 200 до 1000 руб.

Таким образом, ПО, как минимум, трехкратно окупается. Бывает, что результат гораздо больше и равен выручке за весь урожай с 1 га (20–30 тыс. руб.), что имеет место, когда ПО позволяет своевременно выявить риски и предотвратить потери урожая.

Затраты на оборудование, в пересчете на 1 га, составляют примерно 250–300 руб. Так как срок амортизации оборудования составляет 5 лет, ежегодные затраты будут на уровне 50–60 руб./га. В данном случае работает тот же принцип, что и с ПО. Если в год предприятие тратит суммарно около 120 руб./га для обеспечения работы ПО и оборудования, но при этом получает минимум 200–300 руб./га прибавки, то выгода и целесообразность очевидны. А в случаях, когда эти затраты позволяют сохранить урожай, эффективность вложений исчисляется уже тысячами процентов.

Цифровой технологический уклад сельского хозяйства требует подготовки студентов в области беспилотной роботизированной агротехники, управления роботизированным животноводством. Непременным условием перехода на цифровой технологический уклад АПК является трансформация подготовки кадров на основе непрерывной системы от агроклассов до магистратуры и аспирантуры, а также повышение квалификации и цифровой агроконсалтинг. Это – магистральный тренд на долгую перспективу развития аграрной экономики. В качестве примера следует привести создание в Нижегородском государственном агротехнологическом университете центра коллективного пользования «Агробιοтехнопарк» (далее ЦКП), п. Ройка, Нижегородская область (4000 тыс. га), где будут реализованы следующие проекты:

- 1) роботизированная молочная ферма на 70 голов;
- 2) комплекс ускоренной селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур;
- 3) цифровая молекулярно-генетическая лаборатория экспертизы сельскохозяйственных культур и животных.

Целью ЦКП является создание условий для развития агропромышленного производства на основе наукоемких технологий и цифровых решений, подготовка для АПК региона высококвалифицированных кадров востребованных профессий, проведение научных исследований и практической апробации инновационных технологических решений.

Задачами ЦКП являются:

- формирование кластеров агробιοтехнопарка по наиболее перспективным направлениям на базе присоединенного НИИ сельского хозяйства;
- создание передовой научно-инновационной инфраструктуры для реализации образовательных и научных проектов университета;
- интеграция образования, науки и производства в рамках деятельности подразделений университета и формирование типовых моделей трансфера технологий;
- практическая подготовка инновационно ориентированных кадров по приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса; апробация научных разработок ученых университета;
- привлечение резидентов и промышленных партнеров к реализации проекта ЦКП «Агробιοтехнопарк».

Уникальность ЦКП «Агробιοтехнопарк» заключается в управленческой структуре, которая включает в себя инкубатор агростартапов, менеджмент качества процессов, торгово-логистический центр.

Таким образом, в российском сельском хозяйстве эксперты прогнозируют технологический прорыв за счет внедрения в аграрный сектор экономики цифровых технологий и платформ, которые в условиях формирования нового цифрового технологического уклада экономики призваны обеспечить положительный синергетический эффект на развитие отрасли.

#### Список источников

1. Воротников И.Л., Наянов А.В., Шмелёв А.П. Организационно-экономический механизм управления сельским хозяйством на основе цифровизации // Экономика и предпринимательство. 2022. № 5(142). С. 1369–1374. DOI: 10.34925/EIP.2022.142.5.263.
2. Долгов В.С. Экономика сельского хозяйства: учебное пособие. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 124 с.

3. Дьячкова С.П., Кондратьева Н.Н., Волостнов Н.С. Методика оценки эффективности управления сельскохозяйственной организацией // Вестник НГИЭИ. 2020. № 10. С. 73–85. DOI: 10.24411/2227-9407-2020-10096.
4. Зыкова Т.Б. Эффективные инструменты системы управления затратами // Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики. 2021. № 27. С. 53–62.
5. Карамнова Н.В., Трунова С.Н., Синелупова О.С. Разработка системы оценки качества труда работников сельскохозяйственного производства // Вестник Евразийской науки. 2021. Т. 13, № 6. Номер статьи 50.
6. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/28653/> (дата обращения: 10.01.2024).
7. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 10.01.2024).
8. Попова О.А. Организация, планирование и управление сельскохозяйственным производством: учебное пособие. Горно-Алтайск: ГАГУ, 2023. 206 с.
9. Савкин В.И., Амелина А.В., Богачев А.И. Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: научный, кадровый и производственно-технологический аспект: монография. Орел: ОрелГАУ, 2023. 300 с.
10. Шинакова Н.Ю. Бизнес-планирование в агропромышленном комплексе: учебно-методическое пособие. Ярославль: Ярославская ГСХА, 2018. 124 с.

### References

1. Vorotnikov I.L., Nayanov A.V., Shmelev A.P. Organizational and economic mechanism of agricultural management based on digitalization. *Economy and Entrepreneurship*. 2022;5(142):1369-1374. DOI: 10.34925/EIP.2022.142.5.263. (In Russ.).
2. Dolgov V.S. Economics of agriculture: study guide. 3<sup>rd</sup> edition, stereotype. St. Petersburg: Lan'; 2024. 124 p.
3. Djachkova S.P., Kondratieva N.N., Volostnov N.S. Methodology for evaluating the effectiveness of management of an agricultural organization. *Bulletin of the NGIEI*. 2020;10:73-85. DOI: 10.24411/2227-9407-2020-10096.
4. Zykova T.B. Effective cost management tools. *Accounting, analysis and audit: problems of theory and practice*. 2021;27:53-62.
5. Karamnova N.V., Trunova S.N., Sinepupova O.S. Development of a system for assessing the quality of labor of agricultural workers. *Eurasian Scientific Journal*. 2021;13(6):50.
6. On the approval of the Program “Digital Economy of the Russian Federation”: Government Resolution of the Russian Federation dated June 28, 2017 No. 1632-R. URL: <http://government.ru/docs/28653/>.
7. On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030. Decree of the President of the Russian Federation dated 09.05.2017 No. 203. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>.
8. Popova O.A. Organization, planning and management of agricultural production: textbook. Gorno-Altai: Gorno-Altai State University Publishers; 2023. 206 p.
9. Savkin V.I., Amelina A.V., Bogachev A.I. The current state and prospects of development of the Agro-Industrial Complex: scientific, personnel, industrial and technological aspects: monograph. Orel: Orel State Agrarian University Publishers; 2023. 300 p.
10. Shinakova N.Yu. Business planning in the Agro-Industrial Complex: study guide. Yaroslavl: Yaroslavl State Agricultural Academy Publishers; 2018. 124 p.

### Информация об авторах

И.Л. Воротников – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, ректор ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [kancel-nnsatu@bk.ru](mailto:kancel-nnsatu@bk.ru).

А.Ю. Петров – доктор педагогических наук, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, декан экономического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [dr.ajpetrov@yandex.ru](mailto:dr.ajpetrov@yandex.ru).

А.П. Шмелёв – аспирант экономического факультета ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», [km-ngsha@yandex.ru](mailto:km-ngsha@yandex.ru).

### Information about the authors

I.L. Vorotnikov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Management, Rector, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [kancel-nnsatu@bk.ru](mailto:kancel-nnsatu@bk.ru).

A.Yu. Petrov, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Management, Dean of the Faculty of Economics, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [dr.ajpetrov@yandex.ru](mailto:dr.ajpetrov@yandex.ru).

A.P. Shmelev, Postgraduate Student, the Faculty of Economics, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, [km-ngsha@yandex.ru](mailto:km-ngsha@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 25.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 23.05.2024; approved after reviewing 25.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.

© Воротников И.Л., Петров А.Ю., Шмелёв А.П., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 332.14:338.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_168

EDN: DSJZMT

**Использование цифровых инструментов и технологий для повышения эффективности деятельности субъектов аграрного сектора ЦФО России**

Людмила Анатольевна Запорожцева<sup>1</sup>, Максим Кириллович Измайлов<sup>2✉</sup>,  
Евгения Андреевна Арбенина<sup>3</sup>, Наталья Викторовна Леонова<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> izmajlov\_mk@spbstu.ru✉

**Аннотация.** Рассмотрены направления использования цифровых инструментов и технологий с целью повышения эффективности функционирования современных аграрных компаний Центрального федерального округа России. Выбор ЦФО в качестве объекта исследования обусловлен тем, что он является одним из регионов-лидеров России по производству сельскохозяйственной продукции. Кроме того, именно на данный федеральный округ приходится наибольшая доля используемых передовых производственных технологий. Представлен анализ практики применения цифровых технологий в организации деятельности отдельных компаний аграрного сектора ЦФО, выявлены возможности использования цифровых инструментов для повышения эффективности их деятельности. Показано, что цифровые технологии и инструменты играют существенную роль в достижении высоких финансовых результатов аграрных предприятий, обеспечивают автоматизацию процессов и оптимизацию затрат и, как следствие, способствуют повышению производительности и конкурентоспособности, что является ключевым фактором успеха в современном бизнесе. Определено, что в настоящее время наиболее перспективными инструментами цифровизации, которые позволят значительно повысить эффективность аграрных компаний ЦФО России, являются автоматизация процессов финансово-инвестиционного планирования, применение программ для обеспечения доступа пользователей к финансовым данным в режиме реального времени, расширение возможностей операционного анализа для ускорения процесса принятия решений, использование крупномасштабных технологий обработки данных для смежных бизнес-процессов с целью выявления резервов экономического роста. Рассмотренные цифровые инструменты позволяют непрерывно получать новый опыт, который является основным драйвером развития и применения технологий, базирующихся на оперировании большими объемами данных. Причем значение имеет не объем собранных данных, а то, как такая информация сформирована, структурирована и каким образом и с помощью каких инструментов ее применяют.

**Ключевые слова:** аграрный сектор, цифровизация, цифровые инструменты, технологии, Центральный федеральный округ (ЦФО)

**Для цитирования:** Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А., Леонова Н.В. Использование цифровых инструментов и технологий для повышения эффективности деятельности субъектов аграрного сектора ЦФО России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 168–175. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_168-175](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_168-175).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Using digital tools and technologies to improve the efficiency of the subjects of agrarian sector of the Central Federal District of Russia**

Lyudmila A. Zaporozhtseva<sup>1</sup>, Maxim K. Izmaylov<sup>2✉</sup>, Evgenia A. Arbenina<sup>3</sup>, Natalia V. Leonova<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> izmajlov\_mk@spbstu.ru✉

**Abstract.** The authors examines the role of economic digitalization for the activities of modern agricultural companies in the Central Federal District of Russia. The choice of this region is due to the fact that the Central Federal District occupies one of the leading places in the agricultural sector of Russia. In addition, it is this federal

district that accounts for the largest share of advanced production technologies used. The practice of using digital technologies in organizing the activities of individual companies in the agricultural sector of the Central Federal District has been studied. As follows from the analysis, a table was compiled that briefly reflects the possibilities of using digital tools to improve the efficiency of agricultural enterprises in the Central Federal District. It has been revealed that digital technologies and solutions play a significant role in achieving high financial results of agricultural enterprises. They provide increased productivity, process automation and cost optimization, which are key factors for success in modern business. It has been determined that in today's conditions the most promising digitalization tools that will significantly increase the efficiency of agricultural companies in the Central Federal District of Russia are the automation of financial and investment planning processes, the use of programs to provide users with access to financial data in real time, expanding the capabilities of operational analysis to speed up the adoption process solutions, the use of large-scale data processing technologies for related business processes in order to identify reserves for economic growth. The considered digital tools allows gaining new experience, which is the main driver of the development and application of technologies based on the operation of large amounts of data. Moreover, it is not the amount of data collected that matters, but how such information is formed, structured, and how and with what tools it is used.

**Keywords:** agrarian sector, digitalization, digital tools, technologies, Central Federal District

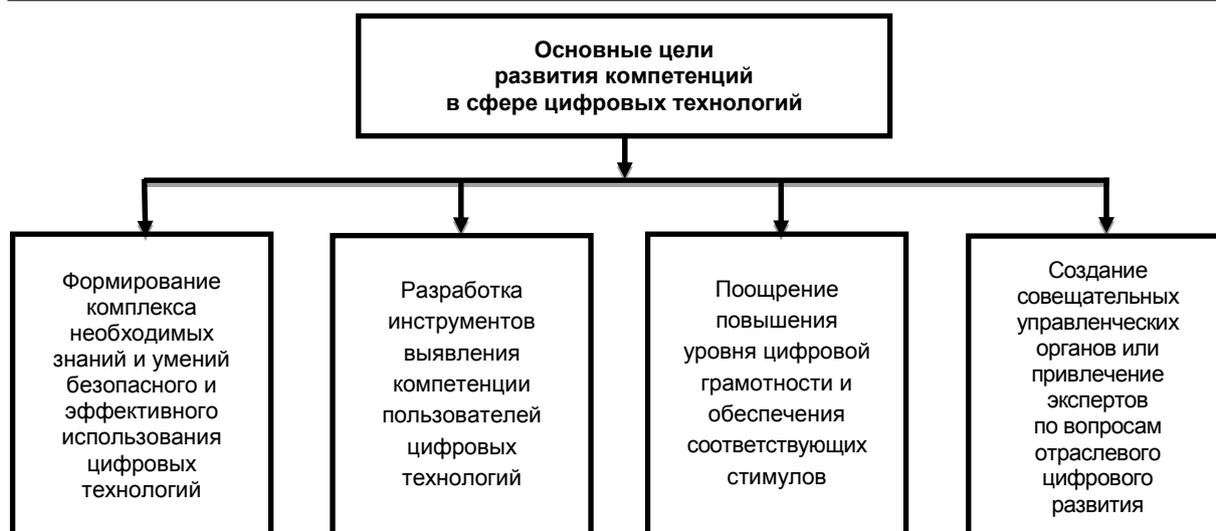
**For citation:** Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A., Leonova N.V. Using digital tools and technologies to improve the efficiency of the subjects of agrarian sector of the Central Federal District of Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):168-175. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_168-175](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_168-175).

**В** условиях современных вызовов внедрение цифровых решений становится неотъемлемым инструментом для повышения эффективности и конкурентоспособности аграрной отрасли. Цифровой трансформации аграрного сектора способствуют системные меры государственной поддержки. Так, в 2021 г. было утверждено Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, в рамках которого запланированный объем вложений в цифровые технологии в аграрном секторе должен увеличиться в 4 раза [11].

Несмотря на активное развитие цифровых технологий за последние годы, проникновение этих решений в агропромышленный комплекс России все еще остается недостаточно активным. По данным рейтинга Института статистических исследований и экономики знаний ВШЭ, аграрный сектор стоит на последнем месте по уровню спроса на передовые цифровые технологии среди всех других отраслей экономики [13]. Одной из проблем, затрудняющих полноценную цифровизацию, является цифровое неравенство между городскими и сельскими территориями, в результате чего неполное покрытие сельских районов интернетом ограничивает возможности внедрения цифровых инструментов и технологий на сельскохозяйственных предприятиях. Кроме того, отрасль сталкивается с недостатком кадров, обладающих цифровыми компетенциями, что затрудняет процесс внедрения новых технологий.

Вместе с тем использование цифровизации в качестве эффективного инструмента повышения эффективности является фактором формирования новых конкурентных преимуществ аграрных компаний за счет упрощения работы путем оптимизации бизнес-процессов, снижения затрат, повышения лояльности клиентов и улучшения имиджа организаций. В связи с этим в аграрных организациях в рамках реализации собственных стратегий развития необходимо проведение мероприятий по развитию компетенций в сфере цифровых технологий, которые направлены на следующие цели (см. рис.).

В условиях глобализации и экономической интеграции для отечественных субъектов аграрного предпринимательства цифровая трансформация направлена на обеспечение конкурентоспособности агробизнеса на внутреннем и международном рынках. Практические аспекты интеграции цифровых технологий во все направления и виды деятельности агрокомпаний предполагают фундаментальные изменения в отраслевых технологиях, корпоративной культуре, а также в принципах организации и управления самой деятельностью, а также исследования по использованию цифровых инструментов управления.



#### Цели развития компетенций в сфере цифровых технологий

Рассмотрены актуальные вопросы цифровизации аграрного сектора Центрального федерального округа (далее – ЦФО) России и возможные пути их решения. Приведены конкретные примеры успешной реализации цифровых инструментов и технологий в аграрной отрасли. Выбор ЦФО в качестве объекта исследования обусловлен тем, что он является одним из регионов-лидеров России по производству сельскохозяйственной продукции. Благоприятные природно-климатические условия способствовали развитию высокоинтенсивного сельского хозяйства. Главными преимуществами ЦФО являются крупные рынки сбыта (в нем проживает 39 млн чел. – почти 1/3 населения страны), высокоурожайные черноземы, хорошее транспортное сообщение. На территории ЦФО производится около 50% валового сбора сахарной свеклы, 33% – картофеля, 17% – зерна, 15% – подсолнечника, 23% – овощей, а также 28% – общего объема молока, 21% – мяса. Кроме того, в ЦФО сосредоточено значительное количество инновационных институтов, а удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации или использующих передовые производственные технологии, достигает 30% [6].

Цель проведенного исследования заключалась в определении потенциала развития инструментов цифрового управления, используемых для повышения эффективности агробизнеса, на основе изучения теоретических аспектов и примеров их внедрения в аграрной сфере.

В исследовании применены общенаучные и специальные методы: абстрактно-логический анализ, анализа и синтеза – для обоснования особенностей развития цифровой экономики и определения влияния цифровизации на рост эффективности аграрных компаний; метод группировки – для обобщения характеристик состояния и тенденций развития субъектов аграрного бизнеса на современном этапе внедрения технологий цифровизации; научного наблюдения – для сбора необходимой информации по теме исследования и др.

#### Результаты и их обсуждение

Изучение и научное обоснование способов мониторинга и постоянного совершенствования деятельности аграрных компаний определены наличием потребностей в своевременном принятии эффективных управленческих решений, адекватных бизнес-ситуациям, мировым трендам и вызовам развития, связанным, в том числе с ускоренным развитием информационных технологий. Названные предпосылки определяют необходимость внедрения современных инструментов и технологий в систему менеджмента компаний.

Цифровые технологии и соответствующие им инструменты позволяют аграрным компаниям оперировать в своей деятельности большими объемами актуальной инфор-

мации, что помогает перейти от ориентации на решение тактических задач к видению и решению стратегических задач. Развитие платформ открытых данных стимулирует появление и поддержку инновационных бизнес-моделей в отрасли. Оперативная информация о сформированных рыночных условиях и перспективах их развития, требуемом качестве и необходимой структуре ресурсов, собственном производственном потенциале и потенциале конкурентов, состоянии клиентской базы и др. становится основным цифровым активом компании, а способность генерировать большой объем управленческой информации повышает оценку ее рыночной стоимости. Кроме того, цифровизация способствует повышению уровня информационной безопасности компании, в частности благодаря полному или частичному исключению человеческого фактора [4].

Переходя к изложению результатов исследования использования цифровых инструментов для повышения эффективности деятельности субъектов аграрного сектора Центрального федерального округа, необходимо отметить, что ЦФО является лидирующим в России по уровню финансовых результатов. Так, в 2022 г. в растениеводстве на его долю приходилось около 50% прибыли, а в животноводстве – третья часть от всего объема отрасли [12], чему, в том числе способствовало активное внедрение цифровых технологий и решений (внедрение высоких технологий, систем дистанционного зонирования земли, робототехники, дронов и других инновационных решений). Поддержка процессов цифровой трансформации на государственном уровне оказало значительное влияние на результаты деятельности этих предприятий [2]. Цифровые технологии обеспечивают гибкость и функциональность системы менеджмента аграрных предприятий, упрощают ведение стратегического диалога с заинтересованными сторонами за счет применения программного обеспечения на базе конфигураций модулей управления персоналом, производством, материальными и финансовыми потоками и др.

Лидерами в использовании цифровых технологий в управлении производственными процессами на территории ЦФО являются крупные компании аграрного сектора. В качестве примера успешного внедрения цифровых технологий можно привести открытый в 2018 г. роботизированный завод по производству сырокопченых колбас группы «Черкизово» в Кашире, управление которым осуществляется на платформе SAP S/4HANA. Весь процесс – от загрузки сырья до отгрузки готовой продукции – автоматизирован. Внедрение таких роботизированных технологий, как Automated Guided Vehicle (AGV – автоматически управляемое транспортное средство) и Single-Armed Robotic Devices (роботизированные руки-манипуляторы) обеспечивает непрерывность производственного процесса. Все производственные этапы, от приемки сырья до упаковки готовой продукции и ее отгрузки, контролируются ИТ-системой [9], что позволяет повысить производительность труда и снизить вероятность ошибок.

Другим примером выступает группа компаний «Черкизово» – одна из первых отечественных аграрных компаний, руководство которой решило внедрить искусственный интеллект в свои методы управления. В 2022 г. было разработано мобильное приложение на базе технологии Recognition и нейронных сетей для автоматизации процессов мерчандайзинга. С помощью данного приложения можно делать фотографии полок с продукцией в магазине, которые сразу же анализируются нейронной сетью. В результате стало возможным улучшить схемы распределения и выкладки продукции в точках розничной торговли, а также повысить точность данных, предоставляемых мерчандайзерами. В конечном итоге применение на практике такого нововведения привело к снижению затрат и росту продаж [3].

Еще один пример – системообразующая агропромышленная компания ЦФО «Мираторг», которая использует современные технологии для автоматизации системы контроля качества и соблюдения санитарных норм на базе самостоятельно разработанной ERP-системы [7].

Как уже было отмечено нами в предыдущих исследованиях [8], применение цифровых технологий приводит к изменению требований к специалистам, в связи с чем Министерство сельского хозяйства РФ разработало специальные программы обучения в подведомственных аграрных вузах, учитывающие специфику цифровых технологий в аграрном производстве. Минсельхоз России также активно работает по замене импортного программного обеспечения для предприятий АПК, для чего создан отраслевой комитет «Агропромышленный комплекс» и сформированы четыре центра компетенции по разным подотраслям [1].

Так, в Тамбовской области в 2018 г. был открыт Центр компетенции по цифровизации АПК для формирования экспертного сообщества ведущих компаний в этой области. Также в области создан Инновационный научно-технологический центр «Мичуринская долина», на базе которого объединены образование, наука и высокотехнологичное производство. Центр представляет собой комплекс из двенадцати земельных участков для размещения новых производств. Это – инновационная экосистема для развития бизнеса в агропромышленном комплексе [5].

Одним из инновационных направлений является технология «блокчейн». Ее применение в управлении аграрными компаниями позволяет оптимизировать процессы производства, упрощать логистику, контролировать сбыт и отслеживать расчеты в режиме реального времени. Сегодня в ЦФО России упомянутая технология становится привычной не только для крупных агрохолдингов, но и для небольших или средних фермерских хозяйств, чья деятельность связана с производством специфической или органической продукции. Так, в 2017 г. фермерский кооператив LavkaLavka (Московская область) привлек около 2 млн долларов от 2,1 тыс. человек, предлагая им криптовалюту под названием «биокоины». Клиенты получали биокоины в качестве вознаграждения за покупку товаров и услуг кооператива и могли использовать их для взаиморасчетов, продажи или новых покупок [14].

Начиная от субъектов малого бизнеса и заканчивая enterprise-сегментом востребованность технологии искусственного интеллекта возрастает благодаря определенным преимуществам. Одной из компаний, работающих в этой области, является Cognitive Pilot (г. Москва). Разработанные данной компанией беспилотные комбайны с системой управления Cognitive Agro Pilot уже используются в нескольких областях страны. Нейронная сеть, встроенная в комбайны, способна распознавать и классифицировать поля, планировать траекторию движения комбайна и обходить препятствия [10]. Использование этих технологий повышает эффективность и улучшает качество работы, помогая производителям минимизировать рутинные задачи и сосредоточиться на более важных аспектах своей деятельности.

По мнению экспертов, технологии машинного интеллекта повышают эффективность деятельности предприятий (компаний) на всех этапах, а также способствуют лучшему взаимодействию с клиентами. Очевидную эффективность демонстрируют инструменты предикативной аналитики, обработки естественного языка и др. При этом достигается самый главный фактор обеспечения конкурентных преимуществ – скорость развития.

Таким образом, процесс цифровизации аграрной сферы характеризуется положительной динамикой. При этом научные исследования в сфере цифрового обеспечения осуществляются при ускоренном росте у участников аграрного рынка потребности в инновациях. Однако нельзя не отметить существование целого ряда специфических факторов, которые требуют более активного поиска путей адаптации возможностей новых технологий к современным требованиям хозяйствования агрокомпаний.

В таблице отражены основные возможности использования цифровых инструментов для повышения эффективности деятельности аграрных предприятий ЦФО.

**Возможности использования цифровых инструментов и технологий для повышения эффективности деятельности аграрных предприятий ЦФО**

Наименование технологии	Возможности использования в аграрном секторе	Успешные примеры использования
Цифровизация и автоматизация управления производственными процессами	Оптимизация использования времени и материальных ресурсов, повышение точности и надежности операций, улучшение качества продукции	Внедрение автоматических систем проведения обработки почвы (подготовка к севу или посадке), использование роботизированной техники для сбора урожая, сортировки и упаковки продукции
Интернет вещей (IoT)	Мониторинг состояния почвы (температура, влажность и др. показатели), контроль микроклимата, удаленный контроль оборудования, автоматизация процессов	Установка датчиков влажности почвы, микроконтроллеров для оптимизации полива, использование автоматических систем транспортировки грузов на аграрных предприятиях
Геоинформационные системы (ГИС)	Планирование использования земельных ресурсов, мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур, мониторинг уборочных работ, оптимизация маршрутов движения техники и транспортных средств сельхозтоваропроизводителей	Анализ данных с помощью ГИС для определения наиболее предпочтительных вариантов размещения различных производственных помещений, оптимизация маршрутов транспортировки с целью сокращения затрат времени
Облачные технологии	Хранение и обработка данных, совместная работа и доступ к информации	Использование облачных хранилищ для хранения и обработки больших объемов данных, ведения совместных проектов и обмена информацией между аграрными предприятиями
Аналитика данных	Анализ и прогнозирование рынка, оптимизация управленческих процессов, выявление трендов и паттернов	Использование данных о рыночных тенденциях и потребностях для прогнозирования спроса на продукцию, анализ данных о производственных процессах для оптимизации расходования ресурсов
Мобильные приложения	Планирование, учет и анализ деятельности сельскохозяйственного предприятия	Использование мобильных приложений для мерчандайзинга, сбора данных о производственных процессах

Рассмотренные цифровые инструменты и технологии позволяют специалистам предприятий непрерывно набирать опыт, используя который становится возможным оперировать большими объемами данных. При этом особое значение имеет не столько объем собранных данных, а то, как такая информация сформирована, структурирована и каким образом и с помощью каких инструментов ее применяют.

**Выводы**

Рост цифровой экономической активности в России предусматривает выход на принципиально новый уровень инновационного развития общества, на котором наблюдается переход от первичной обработки и потребления материальных элементов (вещества и энергии) к производству и потреблению информации. На этом этапе происходит перестройка не только экономических отношений, бизнес-моделей, коммуникаций, но и социальных институтов. В мировой практике такой переход к цифровой экономике получил название четвертой индустриальной революции (Индустрия 4.0), технологии которой (RPA – робототехника и автоматизация процессов, AI – искусственный интеллект и IoT – Интернет вещей) могут радикально изменить состояние и аграрной сферы, поскольку конечным результатом интеграции цифровых технологий в систему менеджмента является создание «когнитивной компании», которая способна анализировать и постоянно адаптироваться к меняющимся условиям рыночной среды. Производственный механизм такого субъекта аграрного бизнеса становится более гибким к внедрению инноваций, в результате чего иницируются новые виды деятельности.

Инструменты цифрового управления, сформированные на основе использования мощных технологий анализа и обработки больших объемов данных, позволяют быстрее и с большей степенью объективности рассчитать эффективность проектных решений, а также ускорять процесс внедрения инноваций.

В настоящее время наиболее перспективными направлениями цифровизации, которые могут значительно повысить эффективность управления аграрными компаниями ЦФО РФ, являются:

- автоматизация процессов финансово-инвестиционного планирования;
- программы для обеспечения доступа пользователей к финансовым данным в режиме реального времени;
- аналитика операций для ускорения процесса принятия решений;
- технологии больших данных (Big Data), позволяющие структурировать изложение значительных объемов информации для смежных бизнес-процессов с целью выявления скрытых возможностей роста.

Благодаря применению данных инструментов появится возможность не только совершенствовать управление материальной частью производства, но и изменить схему контроля за всей деятельностью, поскольку ценная информация может быть получена с помощью высокопроизводительного цифрового информационного обмена. Таким образом, следует признать огромный потенциал цифровизации деятельности аграрных компаний ЦФО России.

#### Список источников

1. Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б., Веселитская Н.Н. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: доклад к XXII Апрельской международной науч. конф. по проблемам развития экономики и общества (Москва, 13–30 апреля 2021 г.). Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021. 239 с.
2. Афанасьева О.Г., Макушев А.Е., Толстова М.Л. и др. Исследование цифровой активности региональных аграриев России // Аграрная наука.. 2022. № 11(364). № 165–173. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-165-173.
3. В «Черкизово» автоматизировали работу мерчандайзеров с помощью нейросетей [Электронный ресурс] // Сетевое издание РБК+. URL: <https://chr.plus.rbc.ru /partners/641154167a8aa97eed2dc714> (дата обращения: 12.01.2024).
4. Ивакин В.И. Устойчивое развитие сельских территорий и цифровизация: правовой аспект // Сельское хозяйство. 2022. № 3. С. 39–49. DOI: 10.7256/2453-8809.2022.3.39407.
5. Информация о реализации проекта по созданию инновационного научно-технологического центра «Мичуринская долина» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/regions/> (дата обращения: 12.01.2024).
6. Используемые передовые производственные технологии в целом по Российской Федерации по группам передовых производственных технологий и по субъектам Российской Федерации (с 2000 г.) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – Росстат. Наука, инновации и технологии. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 12.01.2024).
7. Загоровская В. Переработка будущего. Роботизация в мясопереработке приведет к потере конкурентоспособности отрасли? [Электронный ресурс] // Деловое издание Агроинвестор. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/27551-pereabotka-budushchego/> (дата обращения: 12.01.2024).
8. Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А. и др. Цифровизация аграрного сектора ЦФО: проблемы и пути их решения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 178–188. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_178–188.
9. Как «Черкизово» построил полностью автоматизированный завод [Электронный ресурс] // Сетевое издание РБК (ГК «РосБизнесКолсантинг»). Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/5ec567f59a794751a9a715f7> (дата обращения: 12.01.2024).
10. Новости Cognitive Pilot для трактора [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Cognitive Pilot (ООО «Когнитив Роботикс»). URL: <https://cognitivepilot.com/> (дата обращения: 12.01.2024).
11. Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.12.2021 г. № 3971-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/138637/> (дата обращения: 12.01.2024).
12. Финансы организаций // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – Росстат [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/finance> (дата обращения: 12.01.2024).
13. Цифровизацию сельского хозяйства обсудили на Петербургском международном экономическом форуме [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/tsifrovizatsiyu-selskogo-khozyaystva-obsudili-na-peterburgskom-mezhdunarodnom-forume/> (дата обращения: 12.01.2024).
14. Юнусов Л. Фермерам приглянулся блокчейн. Чем это кончится? [Электронный ресурс] // Журнал для предпринимателей Inc. Russia. URL: <https://incussia.ru/understand/fermeram-priglyanulsya-blokchejn-chem-eto-konchitsya/> (дата обращения: 12.01.2024).

**References**

1. Abdrakhmanova G.I., Bykhovskiy K.B., Veselitskaya N.N. et al. Digital transformation of industries: starting conditions and priorities: report to the XXII April International Scientific Conference on Problems of Economic and Social Development (Moscow, April 13-30, 2021). Moscow: Publishing House of Higher School of Economics; 2021. 239 p. (In Russ.).
2. Afanaseva O.G., Makushev A.E., Tolstova M.L. et al. Research of Russian regional farmer's digital activity. *Agrarian Science*. 2022;364(11):165–173. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-165-173. (In Russ.).
3. Cherkizovo automated the work of merchandisers using neural networks. Online Media RBC+ Group (Ros-BusinessConsulting Media Group). URL: <https://chr.plus.rbc.ru /partners/641154167a8aa97eed2dc714>. (In Russ.).
4. Ivakin V.I. Sustainable rural development and digitalization: legal aspect. *Agriculture*. 2022;3:39-49. DOI: 10.7256/2453-8809.2022.3.39407. (In Russ.).
5. Information on the implementation of the project on the creation of the Michurinskaya Valley innovative Research and Technology Center. Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/regions/>. (In Russ.).
6. The advanced production technologies used in the Russian Federation as a whole by groups of advanced production technologies and by subjects of the Russian Federation (since 2000). Official Website of the Federal State Statistics Service – Rosstat. Science, innovation and technology. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>. (In Russ.).
7. Zagorovskaya V. Processing of the future. Will robotization in meat processing lead to a loss of competitiveness of the industry? *Agroinvestor Business Publication*. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/27551-pererabotka-budushchego/>. (In Russ.).
8. Zaporozhtseva L.A., Izmaylov M.K., Arbenina E.A. et al. Challenges and solutions of the digitalization of the agrarian sector of the Central Federal District. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):178-188. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_178–188. (In Russ.).
9. How Cherkizovo built a fully automated plant. Online Media RBC Group (RosBusinessConsulting Media Group). Trends. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/5ec567f59a794751a9a715f7>. (In Russ.).
10. Cognitive Pilot news for tractor. Official website of Cognitive Pilot Company (Cognitive Robotics). URL: <https://cognitivepilot.com/>. (In Russ.).
11. On approval of the strategic direction in the field of digital transformation of the agro-industrial and fisheries sectors of the Russian Federation for the period up to 2030: Decree of the Government of the Russian Federation of 29.12.2021 No. 3971-r. URL: <http://government.ru/docs/all/138637/>. (In Russ.).
12. Finances of organizations. Official Website of the Federal State Statistics Service – Rosstat. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/finance>. (In Russ.).
13. Digitalization of agriculture was discussed at the St. Petersburg International Economic Forum. Official Website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/tsifrovizatsiyu-selskogo-khozyaystva-obsudili-na-peterburgskom-mezhdunarodnom-forume>. (In Russ.).
14. Yunusov L. Farmers liked the blockchain. How will it end? *Journale for Entrepreneurs. Inc. Russia*. URL: <https://incussia.ru/understand/fermeram-priglyanulsya-blokchejn-chem-eto-konchitsya/>. (In Russ.).

**Информация об авторах**

Л.А. Запорожцева – доктор экономических наук, доцент, зав. кафедрой экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [LUDAN23@yandex.ru](mailto:LUDAN23@yandex.ru).

М.К. Измайлов – кандидат экономических наук, доцент ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа производственного менеджмента, [izmajlov\\_mk@spbstu.ru](mailto:izmajlov_mk@spbstu.ru).

Е.А. Арбенина – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [snelyndufe@mail.ru](mailto:snelyndufe@mail.ru).

Н.В. Леонова – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [natalya-demcheva@yandex.ru](mailto:natalya-demcheva@yandex.ru).

**Information about the authors**

L.A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Docent, Head of the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [LUDAN23@yandex.ru](mailto:LUDAN23@yandex.ru).

M.K. Izmaylov, Candidate of Economic Sciences, Docent, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Graduate School of Industrial Management, [izmajlov\\_mk@spbstu.ru](mailto:izmajlov_mk@spbstu.ru).

E.A. Arbenina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [snelyndufe@mail.ru](mailto:snelyndufe@mail.ru).

N.V. Leonova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [natalya-demcheva@yandex.ru](mailto:natalya-demcheva@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 25.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 23.05.2024; approved after reviewing 25.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.

© Запорожцева Л.А., Измайлов М.К., Арбенина Е.А., Леонова Н.В., 2024

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 336. 027

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_1\_176

EDN: DWAFNJ

#### **Анализ трансформации механизма государственной поддержки АПК России и практики ее использования**

**Алексей Васильевич Шишлянников<sup>1</sup>, Зинаида Петровна Меделяева<sup>2✉</sup>, Иван Иванович Куликов<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>2</sup> medelaeva@mail.ru✉

**Аннотация.** Представлен анализ практики оказания государственной поддержки агропромышленного комплекса (АПК) России в современных условиях. Подробно рассмотрена трансформация механизма государственной поддержки сельского хозяйства, имевшая место в 2017 г., которая повлекла за собой консолидацию направлений субсидирования, а также изменения, утвержденные в 2020 и 2023 гг. и касающиеся как доведения объемов финансирования, так и распределения средств по направлениям. Элементы государственного регулирования меняются в связи с достижением определенных результатов или необходимостью увеличения производственных показателей в той или иной отрасли АПК. Так, изменения, предусмотренные с 2024 г., связаны в том числе с достижением некоторых пороговых значений в определенных отраслях сельского хозяйства. В этом проявляется государственное регулирование экономики в качестве одного из важнейших рычагов экономического механизма хозяйствования. С 2017 г. вводилась дифференциация по несвязанной поддержке, распределяемая по регионам страны в расчете на 1 га пашни. Значимой поддержкой на протяжении длительного времени для сельхозтоваропроизводителей является льготное кредитование. С 2024 г., в связи со значительным повышением ключевой ставки, отменяется твердая верхняя планка по льготному кредиту. Среди возможных рисков можно отметить следующее: цена кредита может возрасти до 10%, в то время как при ранее существовавшей системе субсидирования сельхозтоваропроизводителями уплачивался взятый кредит в размере не более 5%, а еще ранее – не более 2%. Отмечаются недостатки, выявленные государственными органами контроля в сфере использования государственных средств, приведшие в том числе к отмене стимулирующей субсидии для сельскохозяйственных производителей с 01.01.2024 г., что, по мнению авторов, не совсем оправданно.

**Ключевые слова:** АПК, субсидии, направления субсидирования, инвестиционные кредиты, льготное кредитование, контроль в сфере использования, страхование

**Для цитирования:** Шишлянников А.В., Меделяева З.П., Куликов И.И. Анализ трансформации государственной поддержки АПК России и практики ее использования // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 176–184. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_176-184](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_176-184).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### **Analysis of transformation of the mechanism of state support for Russian Agro-Industrial Complex and special aspects of its practical application**

**Aleksey V. Shishlyannikov<sup>1</sup>, Zinaida P. Medelyaeva<sup>2✉</sup>, Ivan I. Kulikov<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> medelaeva@mail.ru✉

**Abstract.** The analysis of issues related to state support of the Agro-Industrial Complex (AIC) of Russia in modern conditions is presented. The transformation of the mechanism of state support for agriculture, which took place in 2017, which led to the consolidation of subsidy areas, as well as changes approved in 2020 and 2023 and related to both bringing the volume of financing and the distribution of funds in areas, is considered in detail. The elements of state regulation change in connection with the achievement of certain results or the need to increase production indicators in a particular branch of the Agro-Industrial Complex. Thus, the changes envisaged from 2024 are related, among other things, to the achievement of certain thresholds in various sectors of agriculture. This shows the regulatory function of state regulation of the economy as one of the most important levers of the economic mechanism of management. Since 2017, decoupled support was differentiated and distributed by regions of the country per 1 hectare of arable land. Concessional lending has been a significant support for agricultural producers

for a long time. Starting in 2024, due to a significant increase in the key rate, the fixed upper limit on a concessional loan is canceled. Among the possible risks, the following can be noted: the loan price may increase to 10%, while under the previously existing subsidy system, agricultural producers paid the loan in the amount of no more than 5%, and even earlier – no more than 2%. The shortcomings identified by state control bodies in the use of public funds are noted, which led, among other things, to the abolition of incentive subsidies for agricultural producers from January 01, 2024, which is not entirely justified, in the opinion of the authors.

**Keywords:** Agro-Industrial Complex (AIC), subsidies, areas of subsidization, investment loans, concessional lending, practical application, control in the field of use, insurance

**For citation:** Shishlyannikov A.V., Medelyaeva Z.P., Kulikov I.I. Analysis of transformation of the mechanism of state support for Russian Agro-Industrial Complex and special aspects of its practical application. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):176-184. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_1\\_176-184](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_176-184).

**Н** и в одной развитой стране мира сельское хозяйство не функционирует без государственной поддержки, направления и объемы которой определяются на уровне правительства исходя из стратегических и тактических целей развития страны и отрасли. Средства господдержки формируют заинтересованность производителей в увеличении объемов производства определенной сельскохозяйственной продукции, диверсификации производства, развитии новых производств.

Элементы госрегулирования могут проявляться как через активные методы (изменение ключевой ставки Центрального банка, предоставление субсидий, увеличение или снижение таможенных пошлин, введение льготных ставок по кредитам и т.п.), так и через пассивные (нормативные документы по налогообложению, кредитованию, таможенной политике). Изменение внутренних и внешних условий требует постоянной корректировки данных методов.

Государственная поддержка АПК (агропромышленный комплекс) проявляется в большей мере через предоставление товаропроизводителям субсидий и дотаций. Несмотря на их одинаковую экономическую сущность (поддержка товаропроизводителей), между данными категориями имеются определенные различия.

Дотации – это, как правило, средства, предоставляемые на безвозмездной и безвозвратной основе без установления направлений или условий их использования. Дотации предоставляются из вышестоящего бюджета в нижестоящий и направляются получателям на обеспечение выполнения их собственных расходных полномочий. Ранее дотации широко применялись для выплаты сельхозпроизводителям средств на покрытие убытков от производства продукции животноводства (прирост крупного рогатого скота). В определенной мере они позволяли компенсировать часть затрат на производство продукции. В последние годы больше распространены субсидии. Субсидии имеют строго обозначенные цели, позволяющие государству решать определенные задачи в развитии отдельных отраслей и производств. Государство, заинтересовывая производителей в производстве определенной сельскохозяйственной продукции, субсидирует путем оплаты части стоимости приобретаемых материальных ценностей (семян, поголовья, минеральных удобрений, средств защиты растений и др.) или дотирует нерентабельные, но стратегически важные для государства производства (подотрасли), необходимые для обеспечения национальных интересов государства в сфере продовольственной безопасности, обозначенных в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации [8]. Таким образом, сельхозтоваропроизводители получают дополнительные средства, позволяющие повысить эффективность аграрного производства, что является объективной необходимостью в современных условиях функционирования АПК [5].

Часто предоставление субсидий требует софинансирования со стороны региональных органов власти [4].

Грамотное использование методов государственного регулирования, в том числе субсидирования, призвано способствовать повышению объемов производства сельскохозяйственной продукции и, как следствие, эффективности как в экономике, так и в со-

циальной сфере [3]. При этом следует иметь в виду, что результат в виде эффекта от вложенных средств может проявиться через определенный период времени.

Механизмы и методы государственной поддержки АПК РФ постоянно совершенствуются.

С 2017 г. трансформировались принципы и подходы к выделению государственных средств, распределению средств внутри регионов, изменились направления субсидирования и объемы субсидий, выделяемых регионам страны. Изменения принципов субсидирования привели к пересмотру многих вопросов в системе кредитования.

Если ранее постатейное субсидирование насчитывало 60 направлений господдержки различных отраслей АПК, то с 01.01.2017 г. их количество сократилось до 7:

- развитие подотраслей сельского хозяйства (оказание несвязанной поддержки в области растениеводства, оказание несвязанной поддержки в области молочного животноводства, единая субсидия, элитное семеноводство и племенное животноводство, субсидии на подотрасли растениеводства и животноводства, краткосрочное кредитование в АПК, страхование и др.);

- обеспечение общих условий функционирования сельскохозяйственной отрасли (предупреждение распространения и ликвидация африканской чумы свиней на территории Российской Федерации, проведение закупочных и товарных интервенций на рынках сельскохозяйственной продукции, а также залоговых операций и др.);

- техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие (стимулирование обновления парка сельскохозяйственной техники, гранты в форме субсидий на реализацию перспективных инновационных проектов в агропромышленном комплексе);

- стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе (поддержка инвестиционного кредитования в АПК, компенсация прямых понесенных затрат на строительство и модернизацию объектов АПК; поддержка льготного кредитования АПК);

- развитие финансово-кредитной системы агропромышленного комплекса;

- обеспечение реализации Государственной программы;

- устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года [5].

С 2017 г. усилились меры господдержки на основе «единой субсидии» для регионов (цель которой – достижение целевых показателей развития АПК, предусмотренных региональными программами) и разработан механизм льготного кредитования [5, 13].

Трансформация механизма государственной поддержки сельского хозяйства, начатая в 2017 г., обусловлена стремлением предоставить регионам независимость в принятии управленческих решений по эффективному перераспределению бюджетных средств. При этом объемы выделяемых финансовых ресурсов ставились в прямую зависимость от достижения целевых показателей региональных программ развития агропромышленного комплекса в соответствии с параметрами «Государственной программы сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы». Регионы по своему усмотрению стали распределять средства, выделяемые для кредитования, страхования, элитного семеноводства, племенного дела, прочих направлений развития региона, учитывая стратегические и тактические задачи развития тех или иных отраслей сельского хозяйства.

В 2018 г. разработан механизм возмещения части прямых понесенных затрат, направленных на создание и (или) модернизацию объектов АПК, позволяющий инвестору единоразово получить средства при строительстве и (или) модернизации плодохранилищ, картофелехранилищ и овощехранилищ, комплексов по производству молока, селекционно-семеноводческих центров, селекционно-питомниководческих центров в

виноградарстве, селекционно-генетических центров в птицеводстве, комплексов для содержания овец, перерабатывающих производств для получения сухих молочных смесей для детского питания и других перерабатывающих производств [9].

В таблице 1 проведен анализ предоставления средств по отраслям сельского хозяйства за 2013–2020 гг.

**Таблица 1. Государственная поддержка направлений и программ АПК за 2013–2020 гг., млрд руб.**

Подпрограммы	Годы								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 г. в % к 2013 г.
Всего по Государственной программе	197,6	170,1	187,9	258,1	300,2	324,0	337,8	350,4	177,3
в том числе									
- развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства	67,5	39,3	51,8	61,7	75,2	81,8	87,3	90,8	134,5
- развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения	6,6	7,9	8,6	10,0	12,6	14,5	14,1	14,4	218,1
- развитие овощеводства и семенного картофелеводства	0	0	5,0	7,0	7,7	7,8	7,7	7,8	X
- развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства	72,3	57,4	30,7	40,0	39,8	37,9	35,2	33,1	45,7
- развитие мясного скотоводства	4,9	6,7	6,9	9,3	10,8	11,6	12,6	13,6	277,5
- развитие молочного скотоводства	0	0	24,2	25,5	29,8	29,4	30,2	31,2	X
Удельный вес бюджетных ассигнований на растениеводство, %	37,5	27,7	34,8	30,4	31,8	32,1	32,2	32,2	-5,3 п.п.
Удельный вес бюджетных ассигнований на животноводство, %	39,0	37,6	32,8	28,9	26,7	24,3	23,0	22,2	-16,8 п.п.
Удельный вес бюджетных ассигнований на другие подпрограммы, %	23,5	34,7	32,4	40,7	41,5	43,6	44,8	45,6	+22,1 п.п.

Источник: [6].

Единая субсидия действовала до 2020 г., затем она была разделена на две части: компенсирующую (погектарная поддержка в растениеводстве, поддержка молочного и племенного животноводства, агрострахование) и стимулирующую (на развитие приоритетных отраслей). Суть компенсирующей субсидии – поддержка уже достигнутых значений по продуктивности дойного стада, приросту на одну голову при откорме молодняка, урожайности сельскохозяйственных культур; стимулирующая субсидия должна обеспечивать устойчивое развитие приоритетных для того или иного региона отраслей. При этом во внимание принимался процент прироста продукции. Так, например, по Липецкой области в 2019–2022 гг. стимулирующая субсидия за 1 т прироста зерна, масличных культур, согласно утвержденным нормативным документам региона, составляла 100 руб. Компенсирующая субсидия предусматривала компенсацию расходов организаций и возмещение затрат:

- при проведении комплекса агротехнологических работ из расчета 200 руб./га;
- при проведении работ по фосфоритованию и гипсованию из расчета 600 руб./га;
- при осуществлении агрострахования из расчета 800 руб./га.

Примерно такие же ставки были утверждены и по другим регионам, включая Воронежскую область.

Только за три месяца 2023 г. по выплатам стимулирующего характера Воронежская область получила 76% запланированных федеральных средств – 1,1 млрд руб. По отдельным направлениям за этот период освоено уже 100% средств (поддержка молочного скотоводства – более 844 млн руб.).

По выплатам компенсирующего характера по состоянию на 31.03.2023 г. было доведено 812,2 млн руб. (51,8% средств с учетом агрострахования, или 87% без агрострахования – направления, которое не учитывается при анализе некоторых показателей господдержки). Почти на 100% освоены средства на поддержку животноводства.

Необходимо отметить положительные сдвиги в области страхования сельскохозяйственных культур и животных. В 2023 г. произошел значительный рост объемов страхования в растениеводстве. Застрахованная площадь составила 11,3 млн га, что составило более 14% всей посевной площади и на 66% больше показателя 2022 г. В страховании отрасли животноводства показатель достиг 13,4 млн условных голов, или 43,8% поголовья. По рыбоводству цифры намного скромнее и составили 18,3 тыс. т, или 4,8%.

Не отменяя порядок предоставления компенсирующих и стимулирующих субсидий, с 2023 г. изменился порядок их предоставления и возмещения прямых затрат. В компенсирующей субсидии упростилась методика расчета лимитов на страхование. Появилось новое направление предоставления субсидий на получение прироста молодняка крупного рогатого скота не старше 24 месяцев. Определены показатели и направления получения субсидий на покупку племенного молодняка. На субсидии на производство прироста крупного рогатого скота не старше 24 месяцев в 2023 г. было выделено 600 млн руб. При этом живая масса животных должна пойти или на собственную переработку, или профильным организациям. Субсидия предоставляется по ставке на 1 кг живой массы. Полномочия по распределению этих средств предоставлены властям регионов [2, 3].

Практики отмечают, что новая субсидия, несмотря на ее необходимость и своевременность, не сможет оказать существенного влияния на увеличение объемов производства говядины вследствие небольшого объема выделяемых средств. Показаны расчеты, свидетельствующие, что 600 млн руб. обеспечат получение лишь 40 коп. на 1 кг живого веса при распределении средств как предприятиям молочного, так и мясного направлений, поставляющим поголовье на переработку.

При обосновании стимулирующей субсидии был изменен принцип расчета лимитов по приоритетам, не учитывались ограничивающие коэффициенты. Кроме сельхозтоваропроизводителей (сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств) рассчитывать на получение субсидий с 2023 г. могли самозанятые граждане, ведущие личное подсобное хозяйство. Определены два новых направления в правилах по получению субсидий на компенсацию части прямых инвестиционных затрат:

- объекты по производству кормов для аквакультуры;
- приобретение и ввод в промышленную эксплуатацию оборудования для внедрения обязательной маркировки отдельных видов молочной продукции [8].

Следует отметить значимые изменения в субсидировании сельскохозяйственных товаропроизводителей, принятые на государственном уровне в 2023 г. Отраслевые приоритеты в основном остаются прежними – внесенные в аграрную госпрограмму изменения главным образом меняют логику финансирования АПК. Правительство Российской Федерации объединило компенсирующую и стимулирующую агросубсидии, отказавшись от последней. Изменения уже внесены в Госпрограмму развития АПК и вступили в силу 1 января 2024 г. (Постановление Правительства Российской Федерации № 2065 от 2 декабря 2023 г.) [10].

В рамках «единой» субсидии Министерство сельского хозяйства выделило 12 приоритетов, по пяти из них осуществляется расчет субсидии на очередной финансовый год и на плановый период. Эти направления устанавливаются для всех регионов «по умолчанию»:

- поддержка проведения агротехнологических работ, повышение уровня экологической безопасности сельхозпроизводства, а также повышение плодородия и качества почв;

- поддержка элитного семеноводства;
- развитие племенного животноводства;
- поддержка развития малых форм хозяйствования;
- усиление значимости сельскохозяйственного страхования.

Из остальных семи регионы могут выбирать для субсидирования три наиболее важные для себя направления, среди которых можно отметить следующие:

- традиционные для субъектов РФ подотрасли сельского хозяйства, включая северное оленеводство;
- производство льна-долгунца и (или) технической конопли;
- производство продукции плодово-ягодных насаждений, включая посадочный материал, закладку и уход за многолетними насаждениями;
- производство молока;
- развитие мясного скотоводства;
- развитие овцеводства и козоводства;
- глубокая переработка зерна и переработка молока сырого крупного рогатого скота, козьего и овечьего на пищевую продукцию;
- развитие малых форм хозяйствования;
- сельскохозяйственное страхование [2, 3].

Общий перечень приоритетов новой редакции во многом повторяет цели обеих субсидий (в 2023 г. на них приходилось около 60 млрд руб.).

Предусмотрены изменения по льготному кредитованию сельхозтоваропроизводителей при покупке основных средств. При этом выделены чувствительные направления (селекция, генетика, молочное скотоводство, птицеводство, производство яиц, мукомольное и хлебопекарное производство, первичная переработка продукции животноводства), по которым предусмотрены более низкие процентные ставки и все остальные. Субсидирование новых льготных кредитов будет достигать 70% по особенно чувствительным направлениям и 50% – по остальным. Таким образом, для вышеперечисленных чувствительных направлений ставки по кредитам могут составить 6,8%. Для других направлений (приобретение сельскохозяйственной техники, строительство хранилищ, маркировка, товарная аквакультура) предусмотрена максимальная ставка, равная 10%. Указанные значения будут действительны при ключевой ставке Центрального банка, равной 16%. При изменении ключевой ставки ЦБ меняется и ставка по кредиту для заемщика, причем изменение будет предусмотрено на протяжении всего срока действия кредитного договора. Ключевая ставка ЦБ за последние полтора года только повышалась:

- 24.07.2023 г. – 14.08.2023 г. – 8,5%;
- 15.08.2023 г. – 17.09.2023 г. – 12%;
- 18.09.2023 г. – 29.10.2023 г. – 13%;
- 30.10.2023 г. – 17.12.2023 г. – 15%;
- 18.12.2023 г. – по настоящее время – 16%.

С 2024 г. сельхозтоваропроизводителям будут доступны льготные кредиты на различные сроки (табл. 2).

Таблица 2. Направления и сроки льготного кредитования

Направления	Сроки			
	1 год	2–5 лет	2–8 лет	2–15 лет*
Приобретение семенного материала отечественной селекции, произведенного в рамках реализации ФНТП	+			
Приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования, используемых при осуществлении бройлерного производства		+		
Строительство комплексов (ферм), объектов животноводства, предназначенных для бройлерного производства, и приобретение оборудования для них			+	
Строительство, реконструкция, модернизация и техническое перевооружение овцеводческих комплексов				+

Примечание: \* – сельхозтоваропроизводители, осуществляющие деятельность на территории Северо-Кавказского федерального округа.

Источник: [11].

Необходимо отметить, что Постановлением Правительства РФ предусмотрено возмещение части прямых понесенных затрат в 2024 г. только при условии регионального софинансирования. Для получателей субсидий во всех регионах размер возмещения составит 25, 30, 50 или 70% в зависимости от направления. Сохраняются возмещения и по ранее субсидируемым направлениям. Размер возмещения затрат при строительстве или обновлении селекционно-семеноводческих комплексов увеличен с 20 до 50%.

Объединение компенсирующей и стимулирующей субсидий эксперты объясняют по-разному. Так, заместитель министра сельского хозяйства Е. Фастова аргументировала это обстоятельство выполнением показателей по всем направлениям продовольственной безопасности. «Наша задача уже сохранить и поддержать производство, а не стимулировать», – отмечено ею в интервью «Российской газете» [1].

Однако необходимо принять во внимание и другие выводы, сделанные в отчете о результатах контрольного мероприятия «Аудит эффективности использования субсидий, направленных на поддержку сельхозпроизводства и стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса, в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в 2020 году и истекшем периоде 2021 года». В нем указаны факты нецелевого использования довольно больших средств господдержки из федерального бюджета, большинство из которых – по стимулирующим выплатам. В отчете отмечается, что некоторые получатели субсидий как стимулирующего, так и компенсирующего характера не выполнили показатели по приросту значимых показателей и сохранению достигнутых объемов производства сельскохозяйственной продукции. К неэффективно использованным средствам государственной поддержки всего по субъектам Российской Федерации (81), где проводился аудит, отнесено более 350 млн руб. Так, при использовании в полном объеме средств господдержки из федерального бюджета не выполнены показатели, установленные в соглашениях: в Чувашской Республике – 3 из 17, в Волгоградской области – 2 из 21, в Новосибирском регионе – 6 из 19. При невыполнении установленных показателей на них израсходовано соответственно 101,5 млн руб., 1,3 и 209,5 млн руб. Проверкой зафиксированы и другие финансовые нарушения в регионах, где проводился аудит, на сумму 110,8 млн руб. (средства федерального бюджета – 93,9 млн руб.) [12].

В качестве заключения следует отметить, что Правительство Российской Федерации постоянно выделяет определенные средства для поддержки АПК, периодически меняя направления финансирования исходя из задач по решению вопросов продовольственной безопасности. В то же время часть федеральных и региональных средств, выделяемых в виде субсидий, используется не по целевому назначению или имеет место их неэффективное использование.

**Список источников**

1. В интервью «Российской газете» замминистра Елена Фастова рассказала о нововведениях в господдержке [Электронный ресурс]. URL: [https://newsorel.ru/fn\\_1348141.html](https://newsorel.ru/fn_1348141.html) (дата обращения: 24.02.2024).
2. В Минсельхозе рассказали, как изменится господдержка АПК в 2024 году [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2024/01/02/v-minselhoze-rasskazali-kak-izmenitsia-gospodderzhka-apk-v-2024-godu.html> (дата обращения: 24.02.2024).
3. В России начала действовать новая субсидия для животноводов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/39536-v-rossii-nachala-deystvovat-novaya-subsidiya-dlya-zhivotnovodov/> (дата обращения: 24.02.2024).
4. Закшевская Е.В., Тютюников А.А., Закшевская Т.В. Теоретические и практические аспекты государственного регулирования агропродовольственного рынка // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 4(47). Ч. 2. С. 129–136.
5. Ляшко С.М., Голикова С.А., Медеяева З.П. Субсидии: новые принципы и подходы в АПК // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 95–101.
6. Медеяева З.П., Жарковская И.Г. Субсидии как фактор регулирования развития отраслей АПК // Организационно-экономические и финансовые аспекты развития АПК: материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 70-летию экономического факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Воронеж, 15 декабря 2021 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2021. С. 437–444.
7. Меры поддержки фермеров в России в 2023–2024 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/meru-podderzhki-fermerov-v-rossii-v-2023-2024-gg/> (дата обращения: 24.02.2024).
8. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398> (дата обращения: 24.02.2024).
9. Об утверждении Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по возмещению части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса: Постановление Правительства Российской Федерации от 24.11.2018 № 1413 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201811270035> (дата обращения: 24.02.2024).
10. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 02.12.2023 № 2065 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202312060020> (дата обращения: 24.02.2024).
11. О внесении изменения в абзац первый пункта 5 Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по возмещению части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса, а также на приобретение и ввод в промышленную эксплуатацию маркировочного оборудования для внедрения обязательной маркировки отдельных видов молочной продукции: Постановление Правительства РФ от 16.02.2023 № 237 [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_439973/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_439973/) (дата обращения: 24.02.2024).
12. Отчет о результатах контрольного мероприятия «Аудит эффективности использования субсидий, направленных на поддержку сельхозпроизводства и стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса, в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в 2020 году и истекшем периоде 2021 года»: Утвержден Коллегией Счетной палаты Российской Федерации 25 января 2022 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/6c8/5a4f2ititw2irzalphmq0t306zb7om21.pdf> (дата обращения: 24.02.2024).
13. Субсидии – по-новому, приоритеты – по-старому [Электронный ресурс] // Газета «АгроЖизнь». № 1(68) январь 2017 г. URL: <http://svetich.info/publikacii/apk-aktualno/subsidi-po-novomu-priority-po-staromu.html> (дата обращения: 24.12.2023).

**References**

1. Deputy Minister of Agriculture of the Russian Federation Elena Fastova said in an interview to Rossiyskaya Gazeta about new practices in state support. URL: [https://newsorel.ru/fn\\_1348141.html](https://newsorel.ru/fn_1348141.html). (In Russ.).
2. In the Ministry of Agriculture announced how the state support of the Agro-Industrial Complex would change in 2024. URL: <https://rg.ru/2024/01/02/v-minselhoze-rasskazali-kak-izmenitsia-gospodderzhka-apk-v-2024-godu.html>. (In Russ.).
3. A new subsidy for livestock breeders came into operation in Russia. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/39536-v-rossii-nachala-deystvovat-novaya-subsidiya-dlya-zhivotnovodov/>. (In Russ.).
4. Zakshevskaya E.V., Tyutyunikov A.A., Zakshevskaya T.V. Theoretical and practical aspects of governmental regulation of the agricultural food market. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2015;4(47/2):129-136. (In Russ.).

5. Lyashko S.M., Golikova S.A., Medelyaeva Z.P. Subsidies: new principles and approaches in agriculture. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2017;2:95-101. (In Russ.).
6. Medelyaeva Z.P., Zharkovskaya I.G. Subsidies as a factor in regulating the development of agricultural industries. Organizational, economic and financial aspects of agricultural development: Proceedings of the National Research-to-Practice Conference dedicated to the 70<sup>th</sup> anniversary of the Faculty of Economics of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2021:437-444. (In Russ.).
7. Measures of state support for farmers in Russia in 2023-2024. URL: <https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/mery-podderzki-fermerov-v-rossii-v-2023-2024-gg>. (In Russ.).
8. 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: <https://docs.cntd.ru/document/564161398>. (In Russ.).
9. On Approval of the Rules for the Provision and Distribution of Other Inter-budgetary Transfers from the Federal Budget to the Budgets of the Subjects of the Russian Federation in Order to Co-finance the Expenditure Obligations of the Subjects of the Russian Federation to Reimburse Part of the Direct Costs Incurred for the Creation and (or) Modernization of Agro-Industrial Facilities: Decree of the Government of the Russian Federation of 24.11.2018 No. 1413. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201811270035>. (In Russ.).
10. On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation: Resolution of the Government of the Russian Federation of 02.12.2023 No. 2065. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202312060020>. (In Russ.).
11. On Amending the First Sub-paragraph of Paragraph 5 of the Rules for the Provision and Distribution of Other Inter-budgetary Transfers from the Federal Budget to the Budgets of the Subjects of the Russian Federation in Order to Co-finance the Expenditure Obligations of the Subjects of the Russian Federation to Reimburse Part of the Direct Costs Incurred for the Creation and (or) Modernization of Agro-Industrial Facilities, as well as for the Purchase and Commissioning of Marking Equipment for Implementation Mandatory Labeling of Certain Types of Dairy Products: Resolution of the Government of the Russian Federation of 16.02.2023 No. 237. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_439973](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_439973). (In Russ.).
12. Report on the Results of the Control Event "Audit of the Effectiveness of Subsidies Aimed at Supporting Agricultural Production and Stimulating the Development of Priority Sub-Sectors of the Agro-Industrial Complex Within the Framework of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials and Food in 2020 and the Expired period of 2021": Approved by the Board of the Accounting Chamber of the Russian Federation on January 25, 2022. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/6c8/5a4f2ititw2irzalphmq0t306zb7om21.pdf>. (In Russ.).
13. Subsidies are made in a new way, priorities remain the same. Newspaper "AgroZhizn". No. 1(68) January 2017. URL: <http://svetich.info/publikacii/apk-aktualno/subsidii-po-novomu-priority-po-staromu.html>. (In Russ.).

#### Информация об авторах

А.В. Шишлянников – аспирант кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [aleksei\\_shishlyannikov98@mail.ru](mailto:aleksei_shishlyannikov98@mail.ru).

З.П. Меделяева – 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).

И.И. Куликов – аспирант кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [kulikov\\_ii97@mail.ru](mailto:kulikov_ii97@mail.ru).

#### Information about the authors

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).

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).

I.I. Kulikov, Postgraduate Student, the Dept of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [kulikov\\_ii97@mail.ru](mailto:kulikov_ii97@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 12.04.2024; одобрена после рецензирования 26.05.2024; принята к публикации 06.06.2024.

The article was submitted 12.04.2024; approved after reviewing 26.05.2024; accepted for publication 06.06.2024.

© Шишлянников А.В., Меделяева З.П., Куликов И.И., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.51: 338.43.01

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_7\_185

EDN: DWQSBF

**Особенности ценообразования на продукцию сельского хозяйства в условиях санкционной экономики**

**Роман Павлович Белолипов<sup>1✉</sup>, Светлана Николаевна Коновалова<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> rom-bp@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Целью исследования является изучение факторов, оказывающих влияние на процесс ценообразования, осуществляемый на рынке сельскохозяйственной продукции. В статье приведен теоретический анализ особенностей ценообразования на рынке сельскохозяйственной продукции и определено, что оно зависит от множества факторов. Одним из главных является сезонность производства и спрос на продукцию. В период уборки урожая цены на сельхозпродукцию снижаются, так как на рынке появляется большое количество продукции. В межсезонье же цены повышаются за счет того, что продукция становится редкой и востребованной. Подчеркивается, что при формировании цен на сельхозпродукцию учитываются затраты на производство: чем больше затраты, тем выше цена. Однако необходимо также ориентироваться на уровень цен, сложившийся на рынке. Кроме этого, социально-политические факторы могут оказывать влияние на цены на сельхозпродукцию. В частности, в условиях санкционной экономики нестабильность цен и их колебание могут быть связаны с применением нерыночных рычагов. В результате неравномерного распределения санкций возможны автоколебания со сменой направления цикла. Например, изменение налоговых ставок может привести к смене направления цикла автоколебаний для данного рынка. Также санкции, такие как запрет на импорт или экспорт определенных товаров и услуг, могут привести к смене направления автоколебаний. Сделан вывод, что для снижения негативного влияния цикличности колебаний цен следует внимательно следить за макроэкономическими показателями. Также рекомендуется использовать инструменты хеджирования, в том числе диверсификацию, аналитические инструменты для оценки рисков. Учитывая все эти факторы, производители и потребители могут принимать решения, которые удовлетворяют их интересы и потребности.

**Ключевые слова:** ценообразование, экономические санкции, сельскохозяйственная продукция, автоколебания цен, регулирование ценовых колебаний

**Для цитирования:** Белолипов Р.П., Коновалова С.Н. Особенности ценообразования на продукцию сельского хозяйства в условиях санкционной экономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 185–195. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_185-195](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_185-195).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Peculiarities of pricing of agricultural products  
in the conditions of the sanctions economy**

**Roman P. Belolipov<sup>1✉</sup>, Svetlana N. Konovalova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> e-mail: rom-bp@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The authors discuss the factors influencing the pricing process carried out in the market of agricultural products, as well as features of pricing in the market of agricultural products, having determined that they depend on many factors. One of the main factors is the seasonality of production and the demand for products. During the harvest period, prices for agricultural products decrease, as a large number of products appear on the market. In the off-season, prices rise due to the fact that products become rare and in demand. It is emphasized that when forming prices for agricultural products, production costs are taken into account: the higher are the costs, the higher is the price. However, it is also necessary to focus on the price level prevailing in the market. In addition, socio-political factors can influence the prices of agricultural products. In particular, in the conditions of a sanctioned economy, price instability and fluctuations may be associated with the use of non-market levers. As a result of the uneven distribution of sanctions, self-oscillations with a change in the direction of the cycle are

possible. For example, a change in tax rates may lead to a change in the direction of the self-oscillation cycle for a given market. Also, sanctions, such as a ban on the import or export of certain goods and services, can lead to a change in the direction of self-oscillation. It is concluded that in order to reduce the negative impact of cyclical price fluctuations, macroeconomic indicators should be closely monitored. It is also recommended to use hedging tools, including diversification, analytical tools for risk assessment. Considering all these factors, producers and consumers can make decisions that will satisfy their interests and needs.

**Keywords:** pricing, economic sanctions, agricultural products, price fluctuations, regulation of price fluctuations

**For citation:** Belolipov R.P., Konovalova S.N. Peculiarities of pricing of agricultural products in the conditions of the sanctions economy. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):185-195. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_185-195](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_185-195).

На современном этапе развития аграрных предприятий России одной из основных задач является решение проблемы совершенствования ценообразования на сельскохозяйственную продукцию. Известно, что цена оказывает существенное влияние на эффективность деятельности предприятия, поскольку от нее зависит и возмещение издержек производства, и прибыль предприятия. В условиях рыночной экономики успех сельскохозяйственных предприятий во многом обусловлен тем, насколько грамотно и успешно они устанавливают цены на свою продукцию [2].

Однако в условиях негативных экономических последствий, связанных с санкциями, возникают проблемы в процессе ценообразования на сельскохозяйственных предприятиях, что свидетельствует об отсутствии действенного теоретического и методического обеспечения принятия решений в сфере ценовой политики, а также становится причиной серьезных просчетов при установлении цены и, как следствие, приводит к значительным убыткам организаций. Следовательно, существует необходимость в изучении принципов, методов и особенностей процесса ценообразования в отрасли и их влияния на эффективность деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Особенностям процесса ценообразования в аграрной сфере посвящены труды многих отечественных ученых, в частности А.С. Баздникина, А.И. Деевой, В.Е. Есиповой, О.С. Норкиной, Т.Н. Середы, В.М. Тарасевича, С. Г. Фалько и др. Особенности формирования цены в агропромышленном комплексе рассмотрены в трудах Н.А. Борхунова, И.Б. Загайтова, М.В. Кагировой, К.С. Терновых, И.Г. Ушачева, Ю.А. Шибалкиной. Однако, по нашему мнению, вопросы формирования цены в сельском хозяйстве нуждаются в дальнейшем изучении и проработке.

Цель исследования – определение факторов, влияющих на формирование цен на продукцию сельского хозяйства и выявление особенностей процесса ценообразования в современных условиях.

Методологической базой исследования является диалектический метод познания современной рыночной ситуации, в которой функционируют сельскохозяйственные предприятия; метод теоретического обобщения, анализа и синтеза использованы для создания теоретической основы исследования процессов ценообразования на сельскохозяйственную продукцию; использован системный подход к изучению факторов, влияющих на цены, в частности при определении взаимосвязи между ними.

Переход России к новым экономическим отношениям, основанным на рыночных принципах ведения хозяйства, обусловил необходимость кардинальных изменений в подходе к производственной и коммерческой деятельности аграрных предприятий. В рыночных условиях цена обычно устанавливается на основе соотношения между спросом и предложением. Однако в сельском хозяйстве кроме спроса и предложения существует целый ряд факторов, влияющих на процесс ценообразования и уровень цен.

В первую очередь следует отметить природу цены, а следовательно, и формирования прибыли сельскохозяйственным производителем, что связано с существованием так называемой дифференциальной земельной ренты. Сущность прибыли, полученной

сельскохозяйственными товаропроизводителями, заключается в том, что цены на произведенную ими продукцию формируются по расходам на худших по плодородию землях, а соответственно, на лучших участках возникает сверхприбыль – рента. Однако в связи со сложностью определения цен на сельскохозяйственную продукцию по худшим землям этот метод не получил практического распространения в чистом виде, и цена формируется в основном по средним затратам. Это усугубляет проблему диспаритета цен на продукцию сельского хозяйства и материально-технические ресурсы, используемые в процессе производства [4].

Кроме того, существует диспропорция в структуре распределения прибыли от реализации сельскохозяйственной продукции и снижения доли товаропроизводителя в розничной цене. Одним из каналов сбыта сельскохозяйственной продукции являются перерабатывающие предприятия, чье выгодное положение обусловлено особенностями структуры рынка, на котором они функционируют. По своей сути, это олигопольный вид рынка, на котором у предприятий есть определенные возможности для влияния на уровень цен. У сельскохозяйственного товаропроизводителя такого влияния на ценообразование нет, ведь рынки сельскохозяйственной продукции максимально приближены к рынкам совершенной (чистой) конкуренции, кроме того, цена на продукцию сельского хозяйства в значительной степени зависит от разнообразных посредников, трейдеров и переработчиков [1, 5, 7].

В отрасли сельского хозяйства существуют такие основные подходы к формированию цены, как затратный, ориентированный на рыночный спрос и ориентированный на конкуренцию. Сущность затратного подхода состоит в определении цены, которая отражала бы совокупные затраты предприятия на производство продукции и возмещала бы ему эти затраты с получением определенного процента прибыли [10].

Использование затратного подхода влечет за собой проблемы с реализацией сельскохозяйственной продукции, так как при высоких затратах устанавливается высокий уровень цен, часто превышающий рыночную цену. Если цена при низких затратах также низкая, а на рынке сложился более высокий уровень цен, предприятие не получает часть прибыли [8, 9].

Если использовать подход, основанный на рыночном спросе, то цена ориентируется на среднюю, сложившуюся в данный момент на рынке, а предприятие корректирует свои затраты, используя разные методы: повышая производительность труда, снижая себестоимость и др.

Ценообразование, ориентированное на конкуренцию, используется в основном при заключении биржевых сделок на реализацию сельскохозяйственной продукции.

Возможна комбинация этих подходов, когда на основе затрат определяется базовая цена, а потом она корректируется с учетом цен, сложившихся на рынке. Базовая цена формируется исходя из совокупных издержек производства, включающих себестоимость, затраты на транспортировку и реализацию товара. Установленная таким образом цена сравнивается с реальной рыночной ценой и корректируется в направлении уменьшения или увеличения, то есть реальная цена реализации формируется под влиянием действия законов стоимости, спроса и предложения.

При определении цены учитывается вид канала реализации продукции. Самые низкие цены при продаже продукции – непосредственно на месте ее производства, что связано с отсутствием затрат на хранение и транспортировку продукции к месту продажи. Ввиду этого производителю иногда целесообразнее реализовать выращенную продукцию перерабатывающему предприятию в полном объеме, даже несмотря на значительную разницу в ценах. Это касается прежде всего овощей, половина которых попадает на переработку, а также плодов и ягод.

Еще одной особенностью, в значительной степени влияющей на ценообразование на сельскохозяйственную продукцию, является сезонное колебание цен. В частности, на зерновые, подсолнечник, овощи, бахчевые культуры цены значительно снижаются во время и сразу после уборки урожая, а наиболее существенный их рост наблюдается с приближением следующего уборочного сезона. Сезонные колебания цен характерны и для некоторых видов продукции животноводства. Например, цены на молоко осенью растут в связи со снижением надоя на одну корову.

Существенное влияние на уровень цен на сельскохозяйственную продукцию оказывают погодные условия. При благоприятных погодных условиях при высокой урожайности цены снижаются, что обусловлено ростом предложения продукции на рынке. В неурожайные годы ситуация обратная – цены растут [6].

Рассмотрим проблему автоколебания цен, которая в условиях санкционной экономики актуальна в связи с тем, что санкции, предъявляемые одним государством другому государству, являются причиной затормаживания экономического роста и изменения макроэкономических показателей, включая инфляцию, уровень безработицы и уровень доходности активов. Эти изменения влекут за собой изменения в рыночных ценах и дают мощные импульсы для развития цикличности колебания цен.

Автоколебания цен – это цикличное изменение цен на рынке, которое происходит из-за нестабильности цен на рыночные товары или услуги. Причиной данных колебаний являются различные факторы: изменение соотношения между спросом и предложением, между продавцами и покупателями, макроэкономическая динамика и др. Последствиями автоколебания цен могут стать различные изменения экономических показателей, в том числе производительности и цен.

На скачки производительности оказывает влияние изменение уровня предложения или спроса на рынке, что может стать причиной длительных циклов перепродаж и дефляции. Нестабильность цен также влияет на ценообразование и стимулирует инвестиции в различные секторы экономики. Автоколебания цен приводят к неравномерному распределению доходов между конкурентами на рынке. В данном случае одни производители получают меньший доход, чем другие (конкуренты), что препятствует формированию новых хозяйствующих субъектов или ухудшает условия работы на рынке для мелких предприятий. В некоторых случаях автоколебания цен становятся причиной пересмотра цен в сторону повышения, что, в свою очередь, усиливает инфляцию.

Повышение цен имеет место в ситуациях, когда спрос на продукт или услугу значительно превышает предложение, вызывая более быстрое растущее давление на цены более высокого уровня. Кроме того, автоколебания цен вызывают удорожание ресурсов, которые используются для производства товаров и услуг, что также становится причиной роста инфляции.

На нестабильность цен сильное влияние оказывает применение нерыночных рычагов. Например, изменения в политике, нормативных актах, изменения в демографических характеристиках потребителей влияют на предложение и спрос на рынке, что вызывает колебания цен.

В рыночных экономиках правительства допускают применение нерыночных механизмов, чтобы корректировать и регулировать различные экономические процессы. Например, используются налоговые инструменты, чтобы поддерживать некоторые сектора экономики, например инфраструктуру. Также задействуются различные ценовые контроли, такие как предельные цены, ценовые субсидии и минимальные цены. Целью применения ценовых контролей является предотвращение избыточного колебания цен

и создание более стабильной ценовой среды. Например, вводятся ограничения скорости изменения цен и диапазона ценовых колебаний. Кроме того, принимаются антимонопольные законы, чтобы сдерживать монополию и защищать права потребителей. Например, запрещается рыночная концентрация, когда одна или несколько компаний захватывают большую часть рынка. Также государство устанавливает минимальные цены для некоторых товаров и услуг, чтобы обеспечить равную доступность для всех потребителей.

В последние годы в рыночные механизмы все чаще вторгаются нерыночные – санкции, которые применяются для вынуждения лиц или организаций к исполнению определенных требований.

Санкции включают в себя различные меры, в частности запрет на экспорт или импорт определенных товаров или услуг, перечисление денежных средств или отказ в предоставлении правительственных услуг, что используется для решения многих проблем, в том числе экономических, таких как снижение иностранных инвестиций, подавление державных деяний и пресечение торговли оружием. Также санкции нацелены на достижение политических целей, например для принуждения нарушающих международное право стран принимать меры для соблюдения прав и принятия политических реформ.

Санкции могут разрушить рыночный механизм хозяйствования, ослабить экономику страны, создать барьеры для торговли, что негативно скажется на ситуации на рынке, в частности из-за перекрытия доступа к важным ресурсам и товарам, сокращения денежных потоков и потребления, ограничения инвестиционной активности и др.

Глобальные последствия санкций могут быть различными. Назовем некоторые из них: ухудшаются отношения между государствами, ослабляется торговое сотрудничество, сокращаются возможности для экономического роста, происходит трансформация макроэкономической ситуации, которая включает изменения в денежных потоках и потреблении, сокращение рабочих мест, падение цен и снижение доходов. Кроме того, затрудняется доступ к важным ресурсам и источникам иностранных инвестиций и новых технологий. Например, Соединенные Штаты, усилив санкционное давление на Россию связи с началом СВО на Украине, закрыли российским производителям доступ к американским технологиям и производственным процессам

Всякого рода ограничения, безусловно, оказывают негативное влияние на экономику страны, на которую они наложены и которая будет испытывать недостаток в некоторых видах товаров и услуг. Такой дефицит станет причиной роста цен на товары и услуги, снижения доходов населения, поскольку цены на потребительские товары и услуги повысятся (см. табл.).

**Динамика средних потребительских цен на продовольственные товары в РФ**

Вид продукции	Подорожание, %		
	за 2021 год	за 3 года	за 5 лет
Мясо и птица	13	18	28
Рыба и морепродукты	15	19	30
Молоко и молочные продукты	10	15	28
Овощи и фрукты	9	26	30
Крупы	14	29	43
Хлеб и хлебобулочные изделия	11	20	34

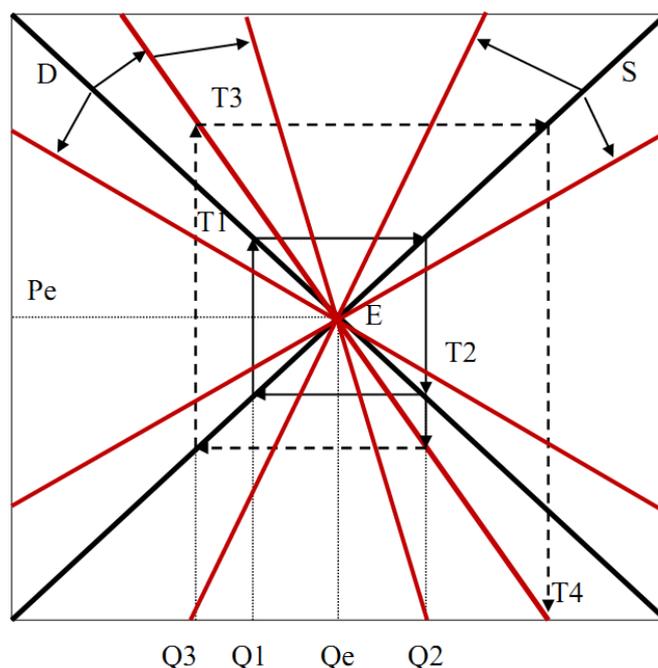
Источник: составлено автором по данным [11].

Есть несколько способов обойти санкционные ограничения. Во-первых, существуют методы маскировки транзакции через финансовую организацию для получения доступа к международной финансовой системе. Во-вторых, существует возможность

использования внутренних ресурсов (в том числе помощь государственных структур) или внешних ресурсов, например поддержка других стран. Кроме того, возможно заключение сделок с другими компаниями, которые не подвергаются санкциям, чтобы избежать их последствий. Необходимо понимать все особенности таких сделок, а также следить за изменениями в правилах экономической блокады, чтобы избежать неожиданных последствий. Кроме того, рекомендуется проверять доступную информацию и проводить юридическую экспертизу, прежде чем заключать какие-либо договоры.

В результате неравномерного санкционного давления возможны автоколебания цен со сменой направления цикла. Например, изменение налоговых ставок влияет на смену направления цикла автоколебаний для данного рынка. Также санкции, такие как запрет на импорт или экспорт определенных товаров и услуг, меняют направления автоколебаний.

Автоколебания со сменой направления цикла можно объяснить следующим образом: в течение длительного периода времени на рынке наблюдаются регулярные циклические колебания цен, но длительность каждого цикла, скорость протекания и направление тенденции изменяются с разной полярностью (рис. 1).



**Рис. 1. Модель автоколебания цен на рынке со сменой направления цикла:**  
**D** – величина спроса; **E** – точка равновесия спроса; **Pe** – равновесная цена;  
**Q** – количество товара; **S** – величина предложения; **T** – уровень изменения цены

Источник: составлено авторами.

Природа развития цикла может носить как случайный характер, так и искусственно запущенный субъектами рынка. В любом случае ввиду нарушения баланса спроса и предложения возникают автоколебания. На рисунке 1 показана теоретическая модель автоколебаний спроса, предложения и равновесной цены. В частности, при разнонаправленном изменении спроса в определенный период возникает колебание предложения в зависимости от количества товара от  $Q_e$  до  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  и так далее в соответствующих периодах. Равновесная цена  $P_e$  вследствие изменения эластичности спроса и предложения также может колебаться, формируя целевые цены.

Таким образом, в одном цикле тенденция может быть восходящей, а в следующем – нисходящей. Эти тенденции связаны с цикличностью рынка и действиями инвесторов. Для определения направления тенденции при автоколебании наряду с другими используется метод последовательного сравнения, который заключается в сравнении текущей и предыдущей измеренной величины. Если текущая величина больше предыдущей, то автоколебания идут в положительном направлении, в противном случае – они идут в отрицательном направлении.

Во время автоколебаний скорость в центре  $E$  ниже, чем в точках пересечения  $T$  максимального и минимального положения  $D$  и  $S$ . Это происходит из-за того, что в точке максимального положения скорость максимальна, а в точке минимального положения она минимальна (эффект центробежной силы). Кроме того, между точками максимального и минимального положения скорость непрерывно уменьшается, поэтому скорость в центре будет ниже, чем в точках максимального и минимального положения.

При автоколебаниях реакция запаздывает из-за того, что скорость кривых положения и угла разная. Угловой коэффициент при автоколебании цен является отношением между изменением цены и предыдущей амплитудой. Этот параметр используется для оценки динамики цен на рынке, моделирования цен на товары и услуги, анализа влияния на цены внешних факторов, таких как инфляция, оценки влияния правительственных интервенций на цены.

При автоколебаниях происходит смещение кривых на плоскости по длине окружности (рис. 2) потому, что в системе автоколебаний периодически повторяются одни и те же действия. Это повторение движется по кругу, так как амплитуда колебаний не меняется. Каждый раз, когда достигается максимальная или минимальная точка колебания, кривая на плоскости перемещается на следующую точку длины окружности.

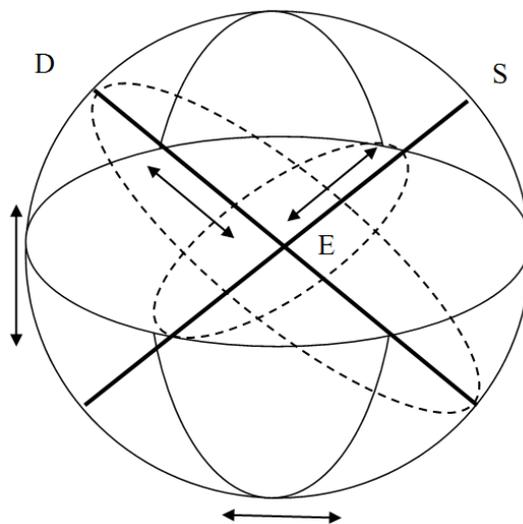


Рис. 2. Схема циклических автоколебаний цен на товары

Источник: составлено авторами.

Когда кривая перемещается по окружности в процессе автоколебания, следующая точка определяется по коэффициентам амплитуды и частоты колебаний. Этот процесс математически описывается с помощью уравнения движения.

Точка равновесной цены  $E$  определяется на плоскости при помощи математического анализа. Смещение графика по длине окружности дает возможность определить

положение точки равновесной цены на плоскости. Для этого необходимо построить соответствующую функцию предложения и спроса и определить точку их пересечения, в которой предложение и спрос будут равны, и она будет являться точкой равновесной цены.

При установлении точки пересечения функции предложения и спроса с целью определения равновесной цены на плоскости со смещением по длине окружности (рис. 2) необходимо рассчитать соотношение цены и количества товара, а также использовать принцип постоянной равновесной цены.

При автоколебании цен возникают разные варианты геометрии. Это происходит в результате того, что автоколебания цен происходят в разных направлениях и по разным прогрессиям. Например, автоколебания цен движутся в амплитуде от максимума до минимума, а затем обратно от минимума к максимуму. Линии пространственной геометрии, построенные для этих направлений, соединены кривой пространственной геометрии.

Автоколебания цен становятся причиной различных форм движения цен. Обычно автоколебания цен представляют собой колебания вокруг медианного значения при постоянном или медленно изменяющемся тренде. Автоколебания цен представляют собой колебания вокруг среднего значения, но также иногда представляют собой простое обратное движение цен по прямой линии. При наличии резкого изменения тенденции автоколебания цен проявляются в виде нестабильных колебаний и амплитудных перемещений. Например, при резком росте цены в автоколебаниях наблюдается интенсивное повышение цены, после которого начинается процесс ее понижения. Аналогично при резком падении цены в автоколебаниях происходит интенсивное понижение цены, после которого начинается процесс ее повышения.

Автоколебания цен представляют собой потенциальный риск для хозяйствующего субъекта. В ходе автоколебаний цен иногда возникают неожиданные изменения, которые оказывают негативное влияние на работу организации. Например, если цены будут постоянно меняться, это влечет за собой потерю прибыли. Автоколебания цен также становятся причиной потери потребительского доверия и конкурентных преимуществ, поэтому организациям необходимо принимать необходимые меры по контролю и мониторингу автоколебаний цен.

Появление разрыва во времени между циклами автоколебания цен имеет негативные последствия для экономики, потребителей и производителей. Для потребителей это является причиной снижения потребительской индукции, прибыли и качества товаров и услуг, для производителей – потери конкурентной преимущественной позиции и проигрыша в сфере инноваций.

Для преодоления негативных последствий валютных и инфляционных кризисов прибегают к регулированию ценовых колебаний. Целью данного корректирующего метода воздействия является снижение и поддержание уровня инфляции и достижение конкретных целей макроэкономического развития, что достигается с помощью принятия мер по контролю за ценами на товары и услуги, а также с помощью заморозки цен [3].

Государство играет ключевую роль в регулировании ценовых колебаний, настраивая цены таким образом, чтобы сохранить баланс между потребителями и производителями. При этом используются меры прямого и косвенного регулирования, чтобы установить минимальные и максимальные цены на определенные товары и услуги. Одним из преимуществ государственного регулирования ценовых колебаний является то, что оно позволяет правительству поддерживать стабильное ценообразование и предотвращать формирование избыточных ценовых колебаний. Таким образом, госу-

дарственное управление ценовыми колебаниями позволяет правительству надежно защищать экономику от негативных последствий внешних и внутренних ценовых колебаний. Кроме того, ценовое регулирование помогает правительству продвигать предприятия или продукты, которые имеют социальную или экономическую ценность.

Однако государственное регулирование цен вызывает ряд проблем, включая неэффективное выделение ресурсов, дефицит товаров и услуг, разрушение конкурентных преимуществ предприятий, необоснованные ставки налогов. Также государственное регулирование оказывает негативное влияние на производителей и потребителей, давая им излишние права или создавая барьеры для входа на рынок.

Особый интерес в условиях санкционной экономики вызывает использование правила «паутинки». Это правило действует в рамках законодательства, регуляторных ограничений или санкций, а также в программах по поддержке экономики с целью обеспечения постепенного и устойчивого снижения цен на товары и услуги, создания предпосылок для проведения реформ, а также стимулирования инвестиций и развития предпринимательства.

Если ценовые колебания относятся к ценовой динамике или к изменениям цен на рынке, то правило «паутинки» показывает, что ценовые колебания на рынке влияют на международные и национальные рынки. Когда цены на рынке колеблются, другие рынки также могут испытывать последствия этих изменений.

Использование правила «паутинки» в условиях санкционной экономики выражается в принятии системы мер, направленных на уменьшение импорта или предотвращение импорта отдельных продуктов. Это происходит путем введения пошлин и таможенных сборов, запрета импорта определенных продуктов и материалов или установления низких цен на импортируемые товары. Такие меры должны быть приняты для защиты отечественных производителей и поставщиков услуг от импортной конкуренции.

Однако в санкционной экономике использовать правило «паутинки» не всегда удастся. Во-первых, ограничительные меры препятствуют использованию инструментов, необходимых для его выполнения. Например, блокируется приобретение или передача данных, а также использование информационной инфраструктуры или платформ. Во-вторых, усложняется доступ к ресурсам, необходимым для применения этого правила на практике.

В условиях санкционной экономики колебания цен проявляются в циклической форме. При применении политики запретов и ограничений возникает противоречие между аргументами в пользу налогов и демпинга, которые вызовут колебания цен с разных сторон. В результате цены на товары и услуги изменятся в циклической форме, поскольку они связаны с налогами или демпингом в зависимости от политических действий. Цены на сельскохозяйственную продукцию чувствительно реагируют на влияние целого ряда экономических, погодных, технологических факторов. В настоящее время особое значение имеют социально-политические факторы, в частности санкционная политика европейских стран и США по отношению к России. Она является определяющим фактором, влияющим на развитие сельскохозяйственной отрасли и соответственно состояние продовольственной безопасности страны.

Таким образом, можно сделать вывод, что для снижения негативного влияния циклическости колебаний цен следует систематически проводить мониторинг макроэкономических показателей, а также использовать инструменты хеджирования, в том числе диверсификацию, аналитические инструменты для оценки рисков.

Значительная нестабильность и слабая прогнозируемость динамики цен на реализацию продукции сельского хозяйства снижают инвестиционную привлекательность аграрного сектора и усиливают существующие диспропорции в развитии отдельных его составляющих. Именно поэтому возникает необходимость государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий, которая была бы направлена на возмещение затрат и поддержание спроса на продукцию сельского хозяйства средствами ценового регулирования. В то же время чрезмерный контроль за ценами нарушает механизм рыночного ценообразования на основе взаимодействия законов спроса и предложения, ограничивающего ценовую конкуренцию в отрасли. В сложившейся ситуации растет роль ценовой политики сельскохозяйственных предприятий, направленной на усиление конкурентоспособности и повышение эффективности их производственной и коммерческой деятельности.

#### Список источников

1. Агарков Е.Н., Меделяева З.П. Тенденции цен на продукцию масложирового подкомплекса // Информационные технологии в экономике, управлении, образовании: сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции (Киров, 14 декабря 2022 г.). Киров: ФГБОУ ВО Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. С. 133–136.
2. Баймухаметова Л. Продовольствие РФ: цены растут, но дефицита не будет [Электронный ресурс] // Продукты питания. Аналитическое исследование. ООО «НKP». URL: [https://ratings.ru/files/research/macro/NCR\\_Food\\_Apr2022.pdf](https://ratings.ru/files/research/macro/NCR_Food_Apr2022.pdf) (дата обращения: 14.02.2023).
3. Белолипов Р.П. Развитие ценообразования в контексте цифровизации аграрной экономики на национальном и региональном уровнях // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях: материалы IV Международной научно-практической конференции (Воронеж, 11–12 октября 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. С. 76–78.
4. Белолипов Р.П. Цикличность и конъюнктурные колебания на рынке молока // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции (Воронеж, 15–23 марта 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. Ч. IV. С. 265–269.
5. Бухтояров Н.И., Загайтов И.Б., Яблоновская С.И. Проблемы регулирования рентных отношений в аграрном землепользовании // Московский экономический журнал. 2019. № 7. С. 10–25. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-17001.
6. Комшанов Д.С., Синицина О.С. Эквивалентность межотраслевого обмена и паритет цен в сельском хозяйстве России // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 10(120). С. 7–15. DOI: 10.26726/1812-7096-2020-10-7-15.
7. Перевезенцева С.А., Седова И.Н., Саяпина Е.Д. Формирование ценовой политики в сельском хозяйстве // Мировые исследования в области социально-гуманитарных наук: материалы III Международной научно-практической конференции (Рязань, 27 марта 2023 г.). Рязань: ООО «Изд-во “Концепция”», 2023. С. 329–331.
8. Позднякова Ю.А., Шишкина Н.В. Реализация и специфика экономических отношений сельхозтоваропроизводителей в условиях рынка // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем: сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 54–58.
9. Синицина О.С. Ценовая динамика сельскохозяйственной продукции в 1991–2018 гг. // Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы международной научно-практической конференции (Великие Луки, 18 мая 2022 г.). Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 89–99.
10. Терновых К.С., Гусев А.Ю., Леонова Н.В. и др. Статистический анализ динамики индексов цен в сфере АПК // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 25 ноября 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. С. 319–325.
11. Ушачев И.Г., Маслова В.В., Зарук Н.Ф. и др. К вопросу о формировании и регулировании цен в АПК // АПК: Экономика, управление. 2021. № 12. С. 44–52. DOI: 10.33305/2112-44.

**References**

1. Agarkov E.N., Medelyaeva Z.P. Trends in prices for products of the fat-and-oil sub-complex. Information Technologies in Economics, Management, Education: collection of scientific papers of the I International Research-to-Practice Conference. Kirov: Vyatka State Agrotechnological University, 2022:133-136. (In Russ.).
2. Baimukhametova L. Food in Russia: prices are rising, but there will be no shortage. Food products. Analytical research. National Credit Ratings Official website. URL: <https://ratings.ru/analytics/macroeconomics/food-060422/>. (In Russ.).
3. Belolipov R.P. Development of pricing in the context of digitalization of the agrarian economy at the national and regional levels. Management of innovative development of agro-food systems at the national and regional levels: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference (Voronezh, October 11-12, 2022). Voronezh: Voronezh State Agrarian University; 2022:76-78. (In Russ.).
4. Belolipov R.P. Cyclical and market fluctuations in the milk market. Theory and practice of innovative technologies in the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the National Research-to-Practice Conference (Voronezh, March 15-23, 2022). Voronezh: Voronezh State Agrarian University. 2022;4:265-269. (In Russ.).
5. Bukhtoiarov N.I., Zagaytov I.B., Iablonskaia S.I. Problems of regulation of rent relations in agricultural land use. *Moscow Economic Journal*. 2019;7:1. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-17001. (In Russ.).
6. Komshanov D.S., Sinitsyna O.S. Inter-industry exchange equivalence and parity prices in agriculture in Russia. *Regional problems of transforming of the economy*. 2020;10(120):7-15. DOI: 10.26726/1812-7096-2020-10-7-15. (In Russ.).
7. Perevezentseva S.A., Sedova I.N., Sayapina E.D. Formation of pricing policy in agriculture. World research in the field of social and humanitarian sciences: Proceedings of the III International Research-to-Practice Conference (Ryazan March 27, 2023). Ryazan: Kontseptsiya Publishers;2023:329-331. (In Russ.).
8. Pozdnyakova Yu.A., Shishkina N.V. Realization and specifics of economic relations of agricultural producers in the market. Political economy problems of development of modern agro-economic systems: collection of scientific papers of the 4th International Research-to-Practice Conference. Voronezh: Voronezh State Agrarian University;2019:54-58. (In Russ.).
9. Sinitsyna O.S. Price dynamics of agricultural products in 1991-2018. Scientific support of innovative development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Velikiye Luki, May 18, 2022). Velikiye Luki: Velikie Luki State Agricultural Academy;2020:89-99. (In Russ.).
10. Ternovykh K.S., Gusev A.Yu., Leonova N.V. et al. Koshkina I.G. Statistical analysis of the dynamics of price indices in the agricultural sector. Science and education on the modern stage of development: experience, challenges and solutions: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference e. Voronezh: Voronezh State Agrarian University;2022:319-325. (In Russ.).
11. Ushachev I.G., Maslova V.V., Zaruk N.F. et al. To the question of the formation and regulation of prices in the Agro-Industrial Complex. *AIC: economics, management*. 2021;12:44-52. DOI: 10.33305/2112-44. (In Russ.).

**Информация об авторах**

Р.П. Белолипов – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», rom-bp@yandex.ru.

С.Н. Коновалова – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ksn.2011@yandex.ru.

**Information about the authors**

R.P. Belolipov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, rom-bp@yandex.ru.

S.N. Konovalova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksn.2011@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 07.04.2023; одобрена после рецензирования 10.05.2024; принята к публикации 15.05.2024.

The article was submitted 07.04.2024; approved after reviewing 10.05.2024; accepted for publication 15.05.2024.

© Белолипов Р.П., Коновалова С.Н., 2024.

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 339.137.22:635.044

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_196

EDN: DWSUIQ

**Особенности конкурентоспособности продукции  
овощеводства защищенного грунта**

**Максим Аркадьевич Шкварук<sup>1</sup>✉, Людмила Анатольевна Запорожцева<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> maxim.shkvaruck@yandex.ru✉

**Аннотация.** Овощеводство закрытого грунта является одним из приоритетных направлений развития АПК России, поскольку, решая проблему преодоления сезонности производства, вносит существенный вклад в достижение параметров продовольственной безопасности страны. Независимость от импорта в этой сфере является ключевой задачей национальной экономики. Потребность в исследовании конкурентоспособности российского овощеводства закрытого грунта обусловлена радикальными изменениями в структуре АПК, которые отразились на всех участниках рынка – как на крупных и малых производителях продукции, так и на крупномасштабных холдингах, которые осуществляют деятельность на национальном уровне и за его пределами. Выявление проблем конкурентоспособности продукции защищенного грунта, причин ее увеличения и снижения проводится с целью укрепления позиций тепличных хозяйств на рынке. Проведен анализ сущности понятия «конкурентоспособность», рассмотрены подходы к определению конкурентоспособности продукции. Осуществлен поиск причинных связей, а также проанализированы обстоятельства, способствующие их возникновению («спираль» конкурентоспособности продукции). Выделены факторы производства овощной продукции, влияющие на достижение максимальной конкурентоспособности. Приведены структура, география площадей защищенного грунта по континентам и положение РФ в мировом производстве, а также формула расчета емкости рынка овощей защищенного грунта. Обозначены ключевые параметры влияния факторов на рыночную конкуренцию в подотрасли и на конкурентный статус овощной продукции закрытого грунта. Определены внутренние и внешние конкурентные преимущества, которые могут обеспечить укрепление позиций российских тепличных комбинатов в условиях рыночной конкуренции. Проанализированные основные тенденции в области овощеводства свидетельствуют о необходимости концентрации усилий по направлениям сокращения затрат на энергоносители, модернизации материально-технической базы, внедрения адаптированных сортов, применения автоматизированных средств ухода за культурами, совершенствования хранения продукции и инфраструктуры продовольственного рынка.

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, пирамида конкурентоспособности, «спираль» конкурентоспособности продукции, национальная экономика, внутренние и внешние конкурентные преимущества

**Для цитирования:** Шкварук М.А., Запорожцева Л.А. Особенности конкурентоспособности продукции овощеводства защищенного грунта // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 17, № 2(81). С. 196–210. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_3\\_196-210](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_196-210).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Features of competitiveness of green  
house vegetable growing production**

**Maksim A. Shkvaruck<sup>1</sup>✉, Lyudmila A. Zaporozhtseva<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup> maxim.shkvaruck@yandex.ru✉

**Abstract.** Green house vegetable growing is one of the priority directions of the development of the Agro-Industrial complex of Russia, since, solving the problem of overcoming seasonality of production it makes a significant contribution to achieving the parameters of food security of the country. Independence from imports in this area is a key target of the national economy. The need to study the competitiveness of Russian green house vegetable growing is due to radical changes in the structure of the Agro-Industrial Complex, which have affected all market participants, both large and small producers, as well as large-scale holdings that operate at the national level and abroad. Identification of problems of competitiveness of protected ground products, the reasons for its increase and

decrease is carried out in order to strengthen the position of greenhousing in the market. The analysis of the essence of the concept of "competitiveness" is carried out, approaches to determining the competitiveness of products are considered. The search for causal relationships was carried out, as well as the circumstances contributing to their occurrence (the "spiral" of product competitiveness) were analyzed. The factors of vegetable production that influence the achievement of maximum competitiveness are highlighted. The structure, geography of green house areas by continents and the position of the Russian Federation in world production, as well as the formula for calculating the market capacity of protected ground vegetables are given. The key parameters of the influence of factors on market competition in the sub-sector and on the competitive status of greenhouse vegetable products are outlined. The internal and external competitive advantages that can ensure the strengthening of the positions of Russian greenhouse complexes in the conditions of market competition have been identified. The analyzed main trends in the field of vegetable growing indicate the need to concentrate efforts in the areas of reducing energy costs, modernizing the material and technical basis, introducing adapted varieties, using automated crop care technologies, improving product storage and food market infrastructure.

**Keywords:** competitiveness, pyramid of competitiveness, product competitiveness spiral, national economy, internal and external competitive advantages

**For citation:** Shkvaruck M.A., Zaporozhtseva L.A. Features of competitiveness of green house vegetable growing production. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;17(2):196-210. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_3\\_196-210](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_196-210).

**В**хождение Российской Федерации в новую мировую экономическую среду определяет формат отношений, обязывая государство переосмыслить стратегию конкурентоспособности национальной экономики. В условиях геополитической напряженности и внешних экономических вызовов для России приоритетной задачей является осуществление всесторонней экономической регенерации, ориентированной на требования современного общественного уклада. Этот процесс включает модернизацию капитальных активов всех категорий промышленных и аграрных компаний, стимулирование роста производственных секторов экономики и внедрение передовых и конкурентоспособных инновационных продуктов.

В ранних экономических исследованиях понятие «конкуренция» отражало состязание между мелкими товаропроизводителями, которые стремились к более выгодным условиям производства и реализации произведенного продукта.

Впервые значимость конкуренции обосновывалась в трудах основоположников классической политической экономии У. Петти [7] и А.Р.Ж. Тюрго [14], опубликованных в XVII–XVIII вв. Ученые считали, что конкуренция – мощная сила, которая формирует рыночную цену на «естественном» уровне.

В п. 7 статьи 4 Федерального закона от 26 июля 2006 г. № 135-ФЗ «О защите конкуренции» приводится определение понятия «конкуренция», как «соперничество хозяйствующих субъектов, при котором самостоятельными действиями каждого из них исключается или ограничивается возможность каждого из них в одностороннем порядке воздействовать на общие условия обращения товаров на соответствующем товарном рынке» [11]. Это определение с некоторыми редакционными уточнениями остается по существу неизменным до сих пор.

Возникновение и существование конкуренции регулируется следующими нормами, которые закреплены в российском законодательстве:

1) доступность сырья, капиталов и прочих экономических ресурсов для всех участников рынка;

2) отсутствие договоренностей между субъектами экономики, препятствующих свободной конкуренции;

3) множество независимых продавцов и покупателей, каждый из которых не имеет возможности влиять на общие условия торговли [11].

В условиях рынка важным аспектом конкурентоспособности является способность выживать в конкурентной среде. Это основополагающее качество проявляется на фоне многочисленных экономических, технологических, организационных и социальных вызовов, с которыми предприятия неизбежно сталкиваются в процессе своей деятельности. Таким образом, главной задачей становится преодоление «проблемы всех проблем» – способность конкурировать на рынке.

В современных экономических условиях рассмотрение понятия «конкурентоспособность» позволяет выделить несколько уровней: от товара или фирмы (микроуровень) до отрасли, региона (мезоуровень) и в конечном счете целого государства (макроуровень). Для более четкого понимания взаимной связи и обусловленности различных уровней конкурентоспособности можно использовать схему, отображающую так называемую «пирамиду конкурентоспособности» (рис. 1) [16].



Рис. 1. Пирамида конкурентоспособности

Как следует из анализа рисунка 1, основу конкурентоспособности страны или региона определяют конкурентоспособные отрасли и предприятия, а конкурентоспособность предприятия зависит от конкурентоспособности его продукции, при этом конкурентоспособность продукции и конкурентоспособность предприятия соотносятся между собой как часть и целое, так как предприятие имеет возможность конкурировать на конкретном рынке только тогда, когда его продукция конкурентоспособна.

В экономических исследованиях приводится множество различных трактовок понятия «конкурентоспособность продукции» различных авторов, которые в своей основе учитывают отраслевую структуру (табл. 1).

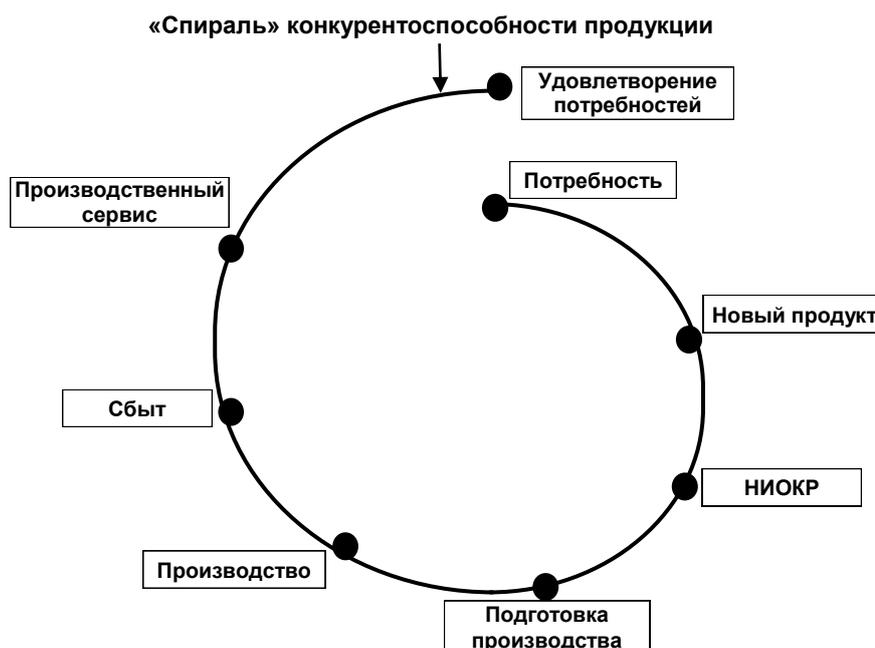
Таблица 1. Подходы к определению конкурентоспособности продукции

Автор	Содержание определения
М. Портер [13]	Продукция, услуга или участник рыночных отношений обладают конкурентоспособностью, когда в состоянии соперничать в рыночном пространстве наравне с существующими аналогичными товарами и услугами, а также с другими конкурентами
И.И. Кретов [5]	Отличительная характеристика конкурентоспособности продукции определяется не только тем, насколько она удовлетворяет определенную потребность, но и эффективностью использования ресурсов для ее создания по сравнению с конкурентными товарами
Н.А. Нагапетьянц [10]	Способность продукции занять ведущие позиции на рынке за счет своих уникальных преимуществ обуславливает ее рыночную конкурентоспособность
И.Н. Фурс [17]	Факторами, определяющими выбор покупателя, являются цена и удобство продукта, качественные характеристики которого он сравнивает с товарами иных производителей
Р.А. Фатхутдинов [15]	Уровень удовлетворения потребностей покупателя продуктом в условиях конкуренции с лучшими предложениями на рынке

На основании представленных в таблице 1 определений конкурентоспособности можно сделать вывод, что конкурентоспособность продукции определяется ее способностью соответствовать качественным стандартам целевого рынка на протяжении всего производственного цикла, выделяться привлекательностью для покупателей среди аналогич-

ных продуктов и демонстрировать адекватное соотношение цены и качества, которое удовлетворяет запросы потребителей и гарантирует прибыль производителю при ее продаже.

Конкурентоспособность продукции определяется через ее способность быть реализованной на конкурентном рынке, где также представлены товары-аналоги других производителей (конкурентов). Современная концепция менеджмента конкурентоспособности предусматривает комплексный подход к управлению на всех стадиях жизненного цикла продукта («спираль» конкурентоспособности продукции). Модель в виде «спирали» отображает процесс непрерывного формирования конкурентоспособности продукта, при этом при успешном прохождении одного цикла предприятие выходит на новый уровень и обновляет продукт, тем самым удовлетворяя потребности потребителей (рис. 2) [9].



**Рис. 2. Пространственная модель процесса непрерывного формирования конкурентоспособности продукции**

В настоящее время в западной экономической среде нет единого взгляда на оценку конкурентоспособности продуктов агропромышленного комплекса. Преобладающим в международных кругах, особенно в западных академических, является стремление к применению количественных методов анализа данной категории.

В большинстве опубликованных научных работ, посвященных аспектам развития агропромышленного комплекса РФ, в первую очередь подвергаются анализу причины и условия, формирующие конкурентные преимущества сельскохозяйственных товаров. Это подразумевает не только исследование объективных обстоятельств, способствующих повышению их конкурентоспособности, но и использование статистических методик оценивания. В рамках представленного исследования рассматриваются различные индексы и подходы к составлению рейтингов эффективности производства аграрного сектора экономики.

Для получения на выходе продукции, характеризующейся высокой конкурентоспособностью, производителю следует действовать в соответствии с поэтапной схемой цепочки ее производства и реализации (табл. 2).

**Таблица 2. Этапы цепочки производства и реализации конкурентоспособной продукции**

Этап 1	Этап 2	Этап 3	Этап 4	Этап 5
Выявление потребности в продукции	Определение размера бизнеса	Выбор технологии производства	Нахождение контрагентов-поставщиков	Реализация продукции

По нашему мнению, конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции (как основа пирамиды конкурентоспособности) формируется в процессе реализации нижеперечисленных этапов.

1. Этап выявления потребности в продукции:

- оценка спроса на производимый/реализуемый продукт;
- оценка занятости ниш рынка и возможностей конкурентов;
- оценка затрат на маркетинг.

2. Этап определения размера бизнеса.

3. Этап выбора технологии производства:

- использование методик, созданных технологий, которые разработаны отечественными учеными с применением иностранного опыта;
- использование отечественной техники и технических средств.

4. Этап нахождения контрагентов-поставщиков:

- оценка потребляемых организацией предметов и услуг, а также степень их локализации.

5. Этап реализации продукции:

- формирование доступного рынка реализации произведенной продукции, при этом трудности реализации в большей степени может испытывать как малый, так и средний бизнес.

В данном контексте необходимо отметить, что на рассматриваемых этапах цепочки производства формируются факторы конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и ключевые характеристики ее конкурентоспособности (рис. 3).



**Рис. 3. Схема взаимосвязи этапов и факторов конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции**

Источник: составлено авторами с использованием данных [5, 6, 7].

Многообразие существующих форм организации бизнеса предоставляет широкий спектр возможностей для реализации предпринимательских функций в рыночной экономике. Данное многообразие способствует усилению конкуренции на рынке, которая не позволяет даже крупным агрохолдингам «диктовать» свои условия.

Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции базируется на совокупности определенных характеристик, среди которых следует выделить такие, как:

- стоимость продукции;
- издержки на единицу;
- доходность;
- платежеспособность;
- экономическая устойчивость (надежность);
- урожайность на единицу земельной площади;
- эффективность отрасли животноводства.

Кроме того, в определенных обстоятельствах к этим характеристикам добавляется и физическая доступность, влияющая на конечный спрос и, как следствие, объемы продаж в сравнении с конкурирующими продуктами.

Одной из важнейших подотраслей растениеводства является тепличное овощеводство, позволяющее обеспечивать население страны продукцией во внесезонный период, снижать объем импорта овощей [4].

В условиях рыночной конкуренции сельхозтоваропроизводителям необходимо стремиться к более совершенному уровню производства для достижения максимального уровня доходности.

В 2022 г. в мире насчитывалось 497,8 тыс. га теплиц (рис. 4). В настоящее время наибольшее количество тепличных хозяйств, площадь которых составляет 210 тыс. га (42,2%), расположено в Европе, на 2-м месте находится Азия – 180,5 тыс. га (36,3%). Далее в убывающем порядке приводятся следующие страны: Африка (45,3 тыс. га, 9,1%), Северная Америка (31,8 тыс. га, 6,4%), Ближний Восток (14,6 тыс. га, 2,9%), Южная Америка (14 тыс. га, 2,8%) и Океания (1,6 тыс. га, 0,3%) [8, 12].

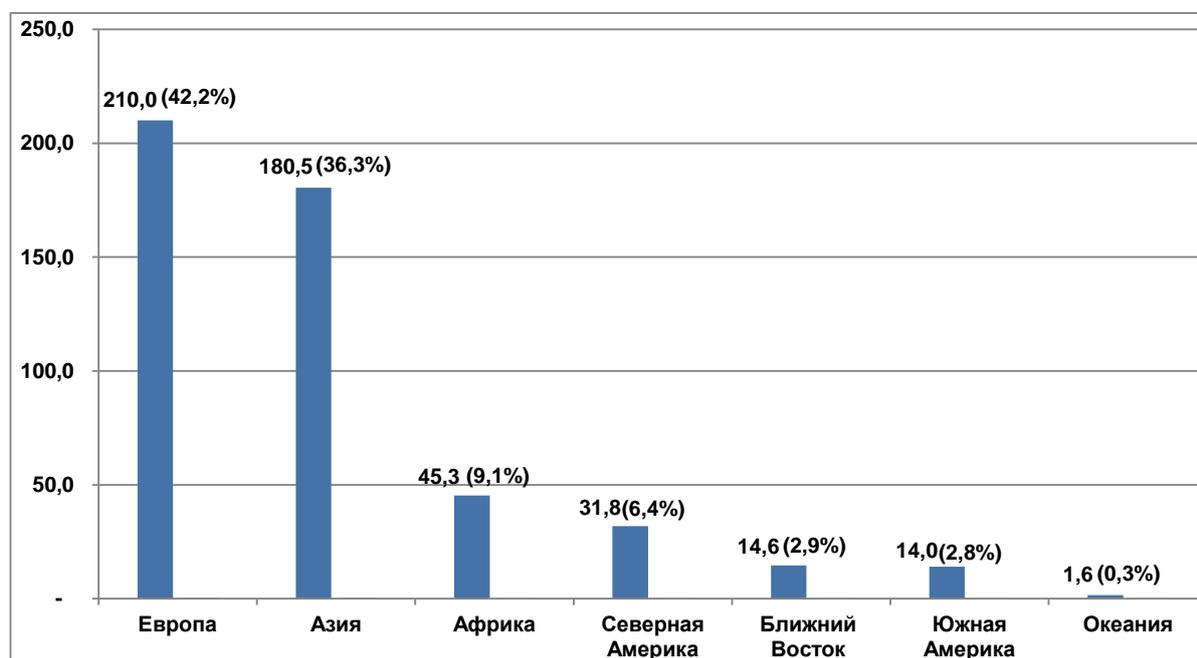


Рис. 4. Структура площадей защищенного грунта в разрезе континентов по данным 2022 г., тыс. га  
Источник: составлено авторами с использованием данных [8].

По данным Росстата за 2022 г., РФ по площади защищенного грунта находится на 12-м месте (2%) в Европе и на 23-м месте (1%) в мире [12]. Площадь тепличных хозяйств в 2022 г. в России увеличилась на 7,9% по сравнению с 2021 г. и имеет устойчивую тенденцию роста.

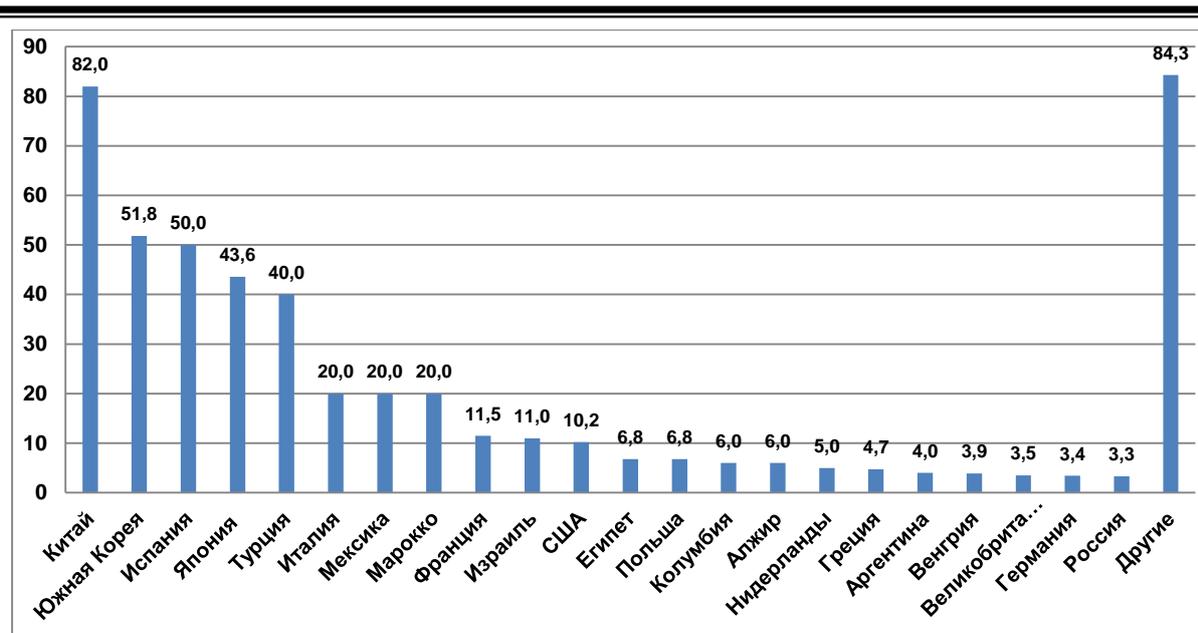


Рис. 5. География тепличных площадей в разрезе стран по данным 2022 г., тыс. га

Источник: составлено авторами с использованием данных [8].

Меры государственной поддержки РФ, направленные на стимулирование политики импортозамещения, разработанные в 2014 г. в ответ на санкции экономического характера, позволили сельхозтоваропроизводителям получить дополнительные стимулы для развития. Этот процесс особенно активно затронул сектор растениеводства защищенного грунта, оказавшегося в числе сфер с наивысшим уровнем зависимости от импорта. Стратегия поддержки национальных аграриев обеспечила укрепление их позиций, что важно для выращивания овощной продукции на территории страны.

Потенциальный объем продаж на рынке овощей, выращенных в защищенном грунте, и ожидаемый спрос можно анализировать, основываясь на показателях цен за определенный период времени (за год). В России емкость рынка овощей закрытого грунта можно рассчитывать исходя из статистических данных, в натуральных (физических) единицах или по стоимости по следующей формуле [18]:

$$E_p = O + P + S - E,$$

где  $O$  – объем отечественного производства овощей защищенного грунта;

$P$  – остаток товарных запасов на складах предприятий;

$S$  – импорт овощей;

$E$  – экспорт.

В большинстве случаев потребители отдают предпочтение овощам, выращенным в регионе проживания, хотя за счет использования передового оборудования и технологий хранения транспортировка овощей защищенного грунта на значительные расстояния возможна без снижения качества продукции.

В числе ключевых параметров, влияющих на рыночную конкуренцию в овощеводстве защищенного грунта, выделяют:

- разнообразие товарных предложений от производителей, влияющее на насыщение рынка;
- условия свободного перемещения компаний, включая их возможности входа в рынок и выхода из него;
- уровень концентрации, отражающий долю рыночного влияния одной или нескольких организаций;

- покупательский спрос и рыночную вместимость как составляющие понятия «потребительский потенциал»;
- способность компаний манипулировать ценообразованием на рынке производимой ими продукции;
- разнообразие ассортимента, предоставляющее возможность выбора среди различных видов продукции;
- факторы государственного контроля, оказывающие существенное воздействие на деятельность субъектов отрасли [1].

Концепция конкурентоспособности производства овощей защищенного грунта еще не получила завершенной структуры, что, по мнению А.В. Черникова [19], обусловлено такими факторами, как:

- недостаточная проработка методологических и методических принципов, вследствие чего существует значительное разнообразие взглядов среди ученых и исследователей;
- многовариантность понятия «конкурентоспособность» (экономические, производственные характеристики продукции отрасли);
- многоступенчатая структура различных уровней (продукт, предприятие, отрасль, регион, страна);
- невозможность одному и тому же продукту быть конкурентоспособным на разных рынках реализации.

Конкуренция на рынке овощей, выращенных в тепличных условиях, носит интенсивный характер вследствие специфических особенностей данного направления. В большей степени на производство влияют следующие факторы:

- технологические условия (урожайность, затраты энергии на производство продукции, а также валовый сбор, определяемый в ценовых параметрах через отношение 1000 кв. м площадей культивационных сооружений к 1 сельскохозяйственному работнику или к 1000 руб., вложенных в основные средства производства);
- экономические условия (себестоимость продукции, финансовая устойчивость, платежеспособность, дебиторская и кредиторская задолженность, эффективность бизнеса (рентабельность), транспортно-логистическое обеспечение, наличие квалифицированных кадров, обеспеченность производственными ресурсами);
- социальные условия (объем ресурсов в расчете на среднегодового работника в течение года; величина доходов населения, скорректированная на покупательскую способность; величина заработной платы; показатели численности и возобновления людских ресурсов; уровень личного потребления; объем физической продукции, отпущенной потребителям);
- природные условия (климатические и погодные условия, плодородие почвы) [1].

Состояние современного тепличного овощеводства обусловлено двумя ключевыми факторами: увеличением спроса на свежие овощи и применением современных технологий при выращивании тепличных овощей.

На современном этапе развития тепличного овощеводства поэтапно внедряются инновационные подходы к производству, чтобы сократить издержки и получить максимальный экономический эффект.

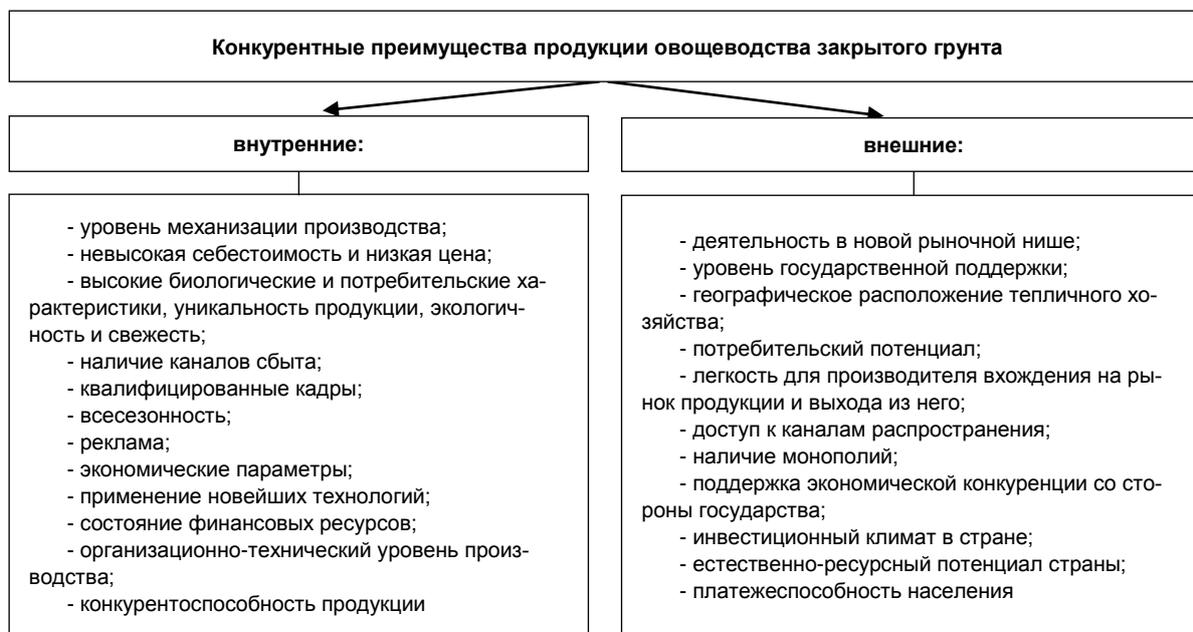
Конкурентная способность продукции может меняться вслед за динамикой внешних и внутренних экономических и социальных условий. Она не является статичной величиной и реагирует на особенности межрегиональных рынков. Таким образом, подстраиваясь под условия различных рынков, конкурентоспособность продукции является относительной и неоднородной.

Конкурентоспособность тепличной продукции в немалой степени обусловлена совокупностью ее биологических и функциональных свойств, способных соответствовать высоким запросам потребителей. Эти свойства тепличной продукции превращают ее качество в базовую характеристику продукта и при условии сохранения высокого уровня потребительских свойств становятся основополагающим фактором конкурентоспособности продукции, особенно в эпоху рыночных экономик и борьбы за позиции на рынке. Следовательно, умение удовлетворить потребности клиента превращает качество в решающий фактор для анализа эффективности производителей и оценки их бизнес-успеха.

Таким образом, высокие характеристики качества и уникальность продукции российских производителей определяют лидерство предприятий в отраслевой конкуренции.

В современной экономической теории конкурентоспособность продукции на рынке рассматривается как главный фактор, обеспечивающий выживаемость компаний в условиях конкуренции. Анализ и выявлению факторов, способствующих приобретению предприятиями конкурентных преимуществ, посвящены исследования как российских авторов, так и из других стран мира: Р.А. Фатхутдинова [15], А.В. Черникова [19] и др.

Конкурентные преимущества продукции овощеводства закрытого грунта разделяют на внутренние и внешние (рис. 6).



**Рис. 6. Внутренние и внешние конкурентные преимущества продукции овощеводства закрытого грунта**

Стратегическое использование внешних и внутренних конкурентных преимуществ способствует укреплению позиций тепличных комбинатов в условиях рыночной конкуренции.

Для российских производителей тепличных культур формирование цен является важным фактором в конкурентной борьбе. Снижение затрат на ресурсы и повышение производительности за счет передовых технологий делает возможным производство овощной продукции по более привлекательным ценам. На сегодняшний день российская тепличная продукция по сравнению с импортируемой дороже на 15–20%, что влияет на ее конкурентоспособность.

Структура издержек на производство овощей защищенного грунта в сельскохозяйственных организациях в 2010, 2015 и 2023 гг. представлена на рисунке 7.

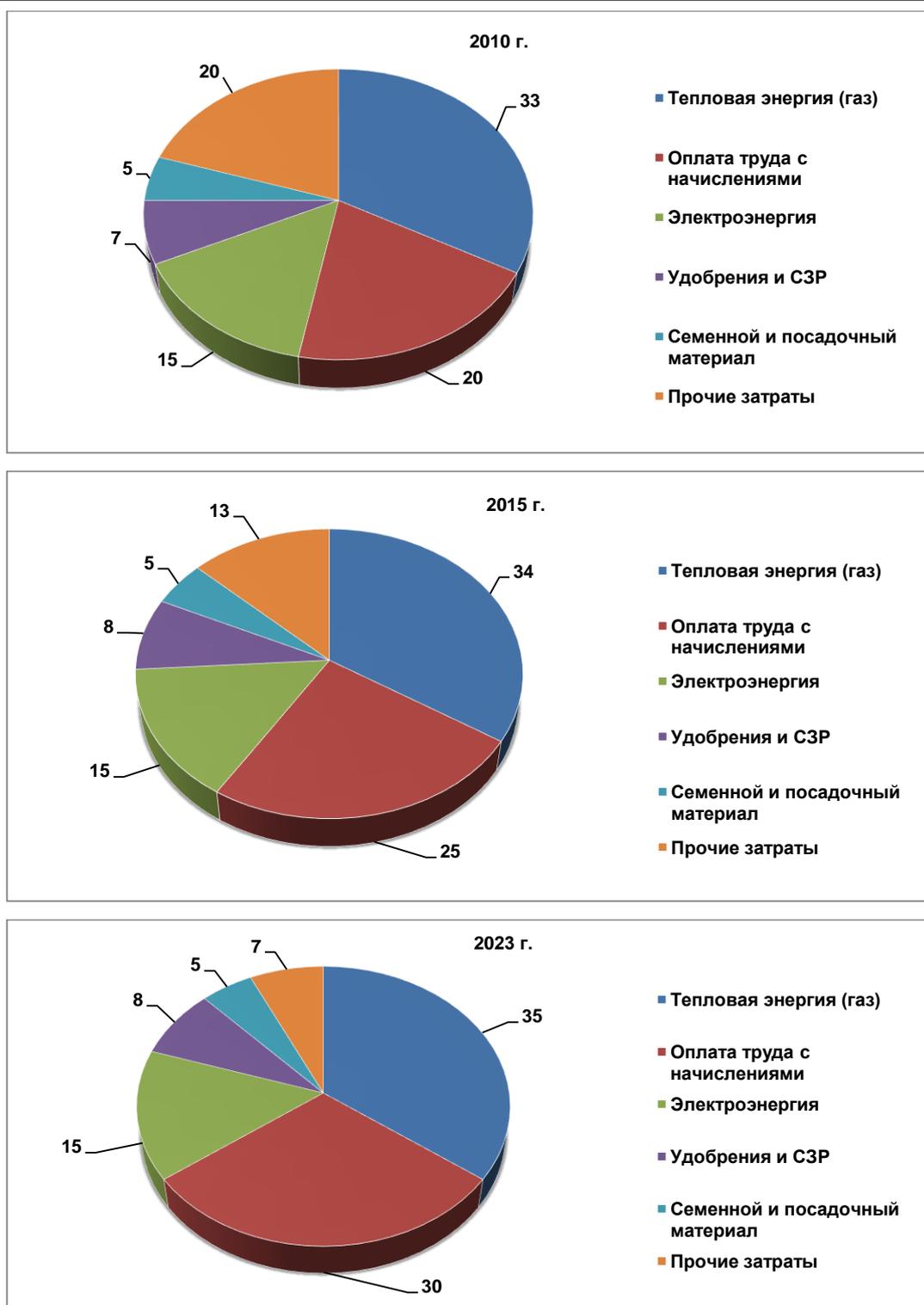


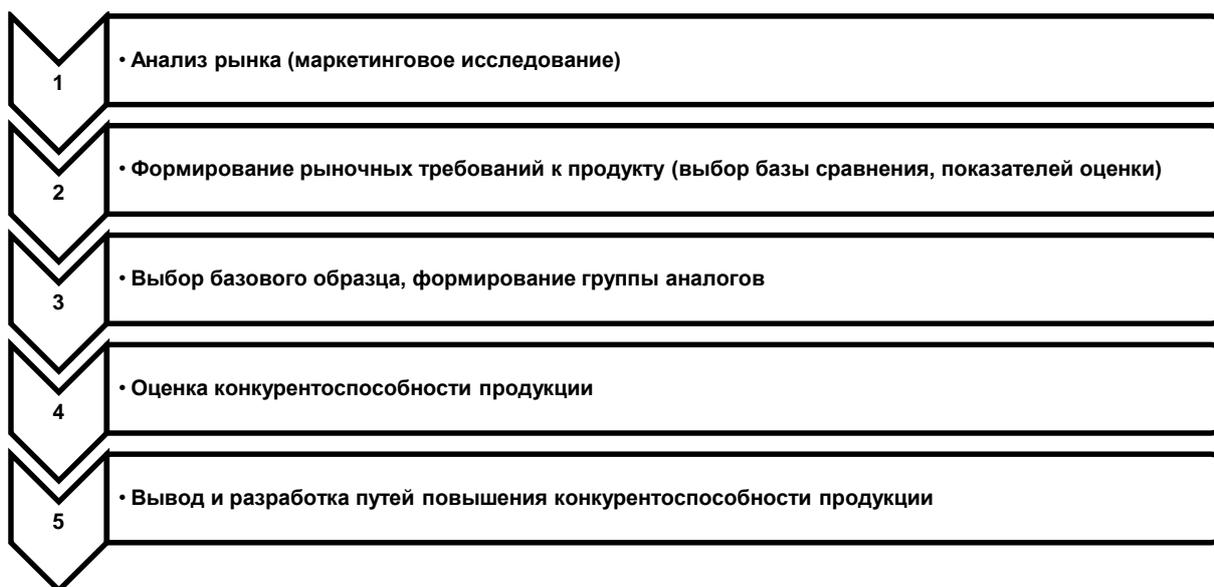
Рис. 7. Структура затрат на производство тепличных овощей, %

Источник: составлено авторами с использованием данных [3].

Конкурентоспособность тепличной продукции зависит от множества факторов, включая поставщиков тепловых ресурсов и доступность качественного семенного материала. Поскольку российским производителям приходится завозить более половины необходимого семенного материала из-за рубежа, они должны принимать особые меры для обеспечения конкурентоспособности своей продукции [3].

Конкурентоспособность предприятий, занятых тепличным овощеводством, также определяется организацией производства и сбыта. Чтобы соответствовать требованиям рынка и потребителей, производители должны проводить анализ конкурентной среды как текущий (для определения существующих конкурентов, выявления их сильных и слабых сторон и формирования на основании этого краткосрочной и среднесрочной программы конкретных действий предприятия), так и стратегический, позволяющий прогнозировать в долгосрочной перспективе появление новых конкурентов. Эти меры позволят российским производителям участвовать в рынке тепличного овощеводства на равных условиях с зарубежными конкурентами и сохранять свою конкурентоспособность.

Нами предложен алгоритм мониторинга конкурентоспособности овощей защищенного грунта, включающий пять этапов (рис. 8).



**Рис. 8. Алгоритм мониторинга конкурентоспособности овощей защищенного грунта**

Источник: составлено авторами с использованием данных [2].

Исследование маркетинговых аспектов (аналитика объема рынка, конкурирующих товаров, особенностей конкуренции; определение предельных стоимостных показателей продукции; анализ ключевых направлений роста рынка; оценка стратегий соперников и категорий потребителей) осуществляется на начальной стадии оценивания конкурентоспособности [2].

Используя приведенные качественные характеристики потребительских предпочтений, на первом этапе задаются ключевые критерии, учитывающие требования, предъявляемые к качеству продукции.

Второй этап заключается в определении системы критериев, необходимых для анализа конкурентоспособности товаров. Он включает в себя исследование и сопоставление продукции с требованиями и потребностями рынка. В процессе анализа осуществляется выбор методов будущей оценки степени соответствия запрашиваемых и предлагаемых характеристик.

На третьем этапе определяется базовый образец для сравнительного анализа конкурентоспособности с конкурирующими аналогами. Выбор аналогов решающим образом влияет на итоговый результат такой оценки, поэтому следует принимать во внимание глобальный рынок выбранной продукции, анализировать аналоги лучших мировых производителей.

На четвертом этапе происходит интеграция качественных и экономических критериев конкурентоспособности. Показатель конкурентоспособности должен оцениваться в комплексе, так как на основе его оценки определяются ключевые решения.

В процессе выявляется обобщенный критерий оценки продукции путем сравнения исходного и анализируемого образцов. Полученные результаты, которые не устраивают организацию, вынуждают проводить стратегические и тактические мероприятия для улучшения позиций в конкурентной борьбе.

На пятом этапе можно рассмотреть следующие стратегии повышения конкурентоспособности:

- изменение состава, структуры применяемых материалов (сырья), комплектующих изделий продукции;
- изменение технологии изготовления продукции, методов испытаний, системы контроля качества изготовления, хранения, упаковки, транспортировки;
- изменение цен на продукцию;
- изменение порядка реализации продукции на рынке;
- изменение структуры и размера инвестиции в разработку, производство и сбыт продукции;
- изменение структуры и объемов кооперационных поставок при производстве продукции и цен на комплектующие изделия и состава выбранных поставщиков [6].

В условиях динамичного развития рыночных отношений непрерывное и систематическое изучение конкурентоспособности продукции приобретает особую важность. Перед различными заинтересованными сторонами – производителями, инвесторами и непосредственными конкурентами – встает задача оценивания и аналитики уровня конкурентоспособности продукции, причем эта задача в большей степени актуальна для производителей, так как для них особенно необходимо поддерживать достигнутый уровень конкурентоспособности.

Преимущества конкурентоспособности овощной продукции защищенного грунта оцениваются исходя из синтеза качественных характеристик, экономических затрат на выращивание и потребительских свойств. Если совокупный полезный эффект на единицу затрат продукта выше, чем у аналогов, и при этом все критерии удовлетворяют спрос конечного потребителя, а величина ни одного из критериев не является для него неприемлемой, продукция является конкурентоспособной.

Еще одним значимым аспектом выступает минимизация стоимости для конечного потребителя, так как в российских реалиях цена по-прежнему является ключевым фактором при выборе продукта.

Способность товара занимать выгодные позиции на рынке не всегда пропорциональна уровню его качества. Товар с низким качеством может быть конкурентоспособным при соответствующей цене, но при отсутствии какого-либо свойства он потеряет привлекательность. Иногда повышение качества ведет к увеличению стоимости за счет ненужных покупателю характеристик, что, в свою очередь, снижает конкурентоспособность. Факторы, которые обуславливают привлекательность продукта, ограничиваются лишь теми свойствами, которые непосредственно ценятся потребителями и удовлетворяют их определенные потребности. Ненужные (излишние, избыточные) свойства продукции, которые не учитывают специфические запросы потребительского сегмента, могут оказаться невостребованными на рынке (рис. 9).

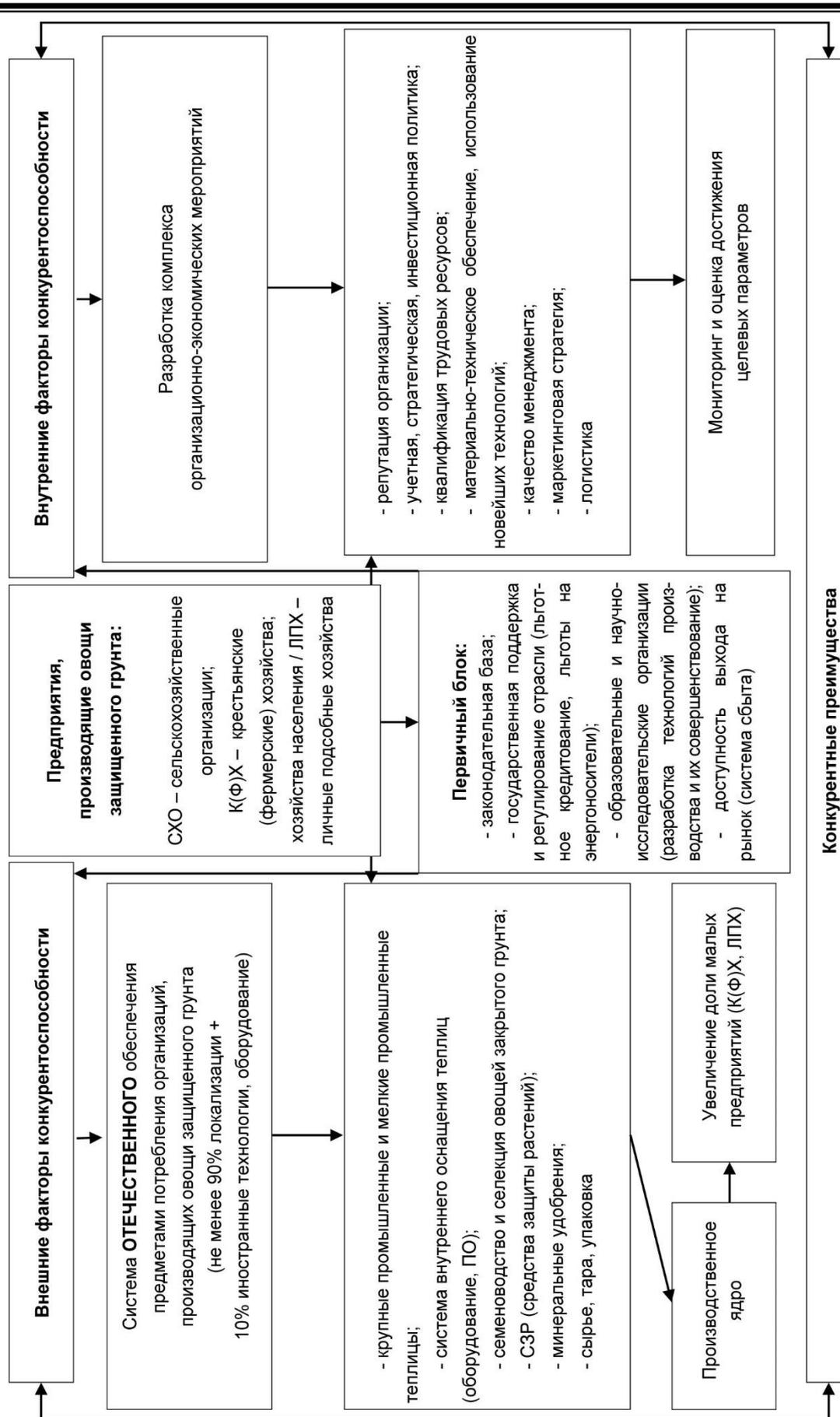


Рис. 9. Построение модели конкурентоспособности продукции овощеводства защищенного грунта

Источник: разработано авторами.

Таким образом, конкурентоспособность овощей защищенного грунта необходимо рассматривать как целостную систему показателей внешних и внутренних связей, соотношения качества потребляемых производственных ресурсов, получаемой продукции и товаров, а также технологий и инноваций, конечным отражением которой являются: цена, себестоимость 1 ед. продукции, рентабельность, платежеспособность, финансовая устойчивость, урожайность в расчете на 1 ед. площади овощей закрытого грунта.

Проанализированные основные тенденции в области овощеводства свидетельствуют о необходимости концентрации усилий по направлениям сокращения затрат на энергоносители, модернизацию материально-технической базы, внедрение адаптированных сортов культур, применение автоматизированных средств ухода за культурами, совершенствование хранения продукции и инфраструктуры продовольственного рынка.

---

**Список источников**

1. Боткин О.И., Чазова И.Ю. Интенсивность конкуренции на рынке овощей защищенного грунта // Экономика региона. 2012. № 1(29). С. 187–194. DOI: 10.17059/2012-1-17.
2. Виноградова Т.Г., Семилетова Я.И. Конкурентоспособность: методы и оценка // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 43. С. 169–175.
3. Дибиров А.А., Погодина О.В. Основные факторы и тенденции развития интеграции в овощеводстве закрытого грунта Северо-Западного федерального округа Российской Федерации // Российский электронный научный журнал. 2018. № 2(28). С. 143–163. DOI: 10.31563/2308-9644-2018-28-2-143-163.
4. Зубова О.Г., Карпова А.А., Даева Т.В. и др. Особенности и тенденции развития российского рынка овощей защищенного грунта // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 2(51). С. 84–88. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.51.203.
5. Кретов И.И. Организация маркетинга на предприятии: практическое пособие. Москва: Юрист, 2001. 94 с.
6. Мазилкина Е.И., Паничкина Г.Г. Управление конкурентоспособностью: учебное пособие. Саратов: Корпорация «Диполь», Ай Пи Эр Медиа, 2013. 388 с.
7. Майбурд Е.М. Введение в историю экономической мысли. От пророков до профессоров. Москва: Дело, Вита-Пресс, 1996. 341 с.
8. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Официальная статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/?ysclid=irc2fzxae8639929666> (дата обращения: 14.10.2023).
9. Мокроносов А.Г., Маврина И.Н. Конкуренция и конкурентоспособность: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2014. 194 с.
10. Нагапетьянц Н.А. Прикладной маркетинг: учебное пособие студентов вузов. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 272 с.
11. О защите конкуренции: закон РФ от 26.06.2006 № 153-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.fas.gov.ru/legislative-acts/legislative-acts\\_9498.html](http://www.fas.gov.ru/legislative-acts/legislative-acts_9498.html) (дата обращения: 14.10.2023).
12. Официальная статистика Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 14.09.2023).
13. Портер М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов; пер. с англ. Москва: Альпина Бизнес Букс, 2005. 454 с.
14. Тюрго А.Р.Ж. Размышления о создании и распределении богатств. Ценности и деньги; пер. и доп. проф. А.Н. Миклашевского. Юрьев: тип. К. Маттисена, 1905. XVIII. 80 с.
15. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: учебник для студентов вузов. Москва: Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1998. 600 с.
16. Философова Т.Г., Быков В.А. Конкуренция. Инновации. Конкурентоспособность: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. 295 с.
17. Фурс И.Н. Конкурентоспособность продовольственных товаров: учебное пособие. Минск: ИВЦ Минфина, 2004. 346 с.
18. Чазова И.Ю. Формирование товарного предложения и продвижение на рынок продукции овощеводства защищенного грунта // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2011. № 1. С. 108–127.
19. Черников А.В. Планирование развития конкурентоспособности предприятия // Вестник Московского ун-та. Серия 6. Экономика. 2007. № 3. С. 57–66.

## References

1. Botkin O.I., Chazova I.Yu. Intensity of competition in the market of greenhouse vegetables. *Economy of Regions*. 2012;1(29):187-194. DOI: 10.17059/2012-1-17. (In Russ.).
2. Vinogradova T.G., Semiletova Ya.I. Competitiveness: methods and evaluation. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;43:169-175. (In Russ.).
3. Dibirov A.A., Pogodina O.V. Main factors and trends of integration development of protected vegetable growing in the Northwestern Federal District of the Russian Federation. *Russian electronic scientific journal*. 2018;2(28):143-163. DOI: 10.31563/2308-9644-2018-28-2-143-163. (In Russ.).
4. Zubova O.G., Karpova A.A., Daeva T.V. et al. Features and tendencies of development of the Russian market of vegetables of protected soil. *Business. Education. Law*. 2020;2(51):84-88. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.51.203. (In Russ.).
5. Kretov I.I. Organization of marketing at an enterprise: practical guide. Moscow: Yurist Publishers; 2001. 94 p. (In Russ.).
6. Maziikina E.I., Panichkina G.G. Management of Competitiveness: textbook. Saratov: Dipol Corporation, Ai Pi Er Media Publishers; 2013. 388 p. (In Russ.).
7. Mayburd E.M. Introduction to History of Economic Thought. From prophets to professors. Moscow: Delo, Vita-Press Publishers; 1996. 341 p. (In Russ.).
8. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Official statistics. Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <https://mcx.gov.ru/?ysclid=lrc2fzxae8639929666>. (In Russ.).
9. Mokronosov A.G., Mavrina I.N. Competition and competitiveness: textbook. Yekaterinburg: Publishing House of Ural University. 2014. 194 p. (In Russ.).
10. Nagapetiants N.A. Applied marketing: textbook for universities. Moscow: UNITI-DANA Publishers; 2000. 272 p. (In Russ.).
11. On Protection of Competition: Law of the Russian Federation dated 26.06.2006 No. 153-FZ. URL: [http://www.fas.gov.ru/legislative-acts/legislative-acts\\_9498.html](http://www.fas.gov.ru/legislative-acts/legislative-acts_9498.html). (In Russ.).
12. Official statistics of the Russian Federation. Federal State Statistics Service (Rosstat). The official website. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>.
13. Porter M.E. Competitive strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors; translated from English to Russian. Moscow: Alpina Business Books Publishers; 2005. 454 p. (In Russ.).
14. Turgot A.R.J. Reflections on the creation and distribution of wealth (Réflexions sur la formation et la distribution des richesses, 1776); translated from French into Russian by Prof. A.N. Miklashevsky. Yuriev: K. Mattisen Printing House; 1905. XVIII. 80 p. (In Russ.).
15. Fatkhutdinov R.A. Innovative management. Moscow: Intel-Synthesis Business School Publishers; 1998. 600 p. (In Russ.).
16. Filosofova T.G., Bykov V.A. Competition. Innovation. Competitiveness: study guide. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Moscow: UNITY-DANA; 2008. 295 p. (In Russ.).
17. Furs I.N. Competitiveness of food products: study guide. Minsk: Information Computing Center of the Ministry of Finance; 2004. 346 p. (In Russ.).
18. Chazova I.Yu. Forming of product offering and market promotion of products of vegetable growing of the protected soil. *Economics: yesterday, today and tomorrow*. 2011;1:108-127. (In Russ.).
19. Chernikov A.V. Enterprise competitiveness development planning. *Moscow University Economic Bulletin*. 2007;3:57-66. (In Russ.).

## Информация об авторах

М.А. Шкварук – аспирант кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [maxim.shkvaruck@yandex.ru](mailto:maxim.shkvaruck@yandex.ru).

Л.А. Запорожцева – доктор экономических наук, доцент, зав. кафедрой экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [LUDAN23@yandex.ru](mailto:LUDAN23@yandex.ru).

## Information about the authors

M.A. Shkvaruk, Postgraduate Student, the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [maxim.shkvaruck@yandex.ru](mailto:maxim.shkvaruck@yandex.ru).

L.A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Docent, Head of the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [LUDAN23@yandex.ru](mailto:LUDAN23@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 25.05.2024; одобрена после рецензирования 26.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 25.05.2024; approved after reviewing 26.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.

© Шкварук М.А., Запорожцева Л.А., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 331.215.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_211

EDN: DWTGPH

**Оценка факторов дифференциации заработной платы  
в крупных, средних и мелких сельскохозяйственных предприятиях**

Олег Сергеевич Фомин<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

<sup>1</sup> osfomin@yandex.ru✉

**Аннотация.** Представлены результаты исследования, проведенного с целью оценки уровня и причин дифференциации заработной платы в сельскохозяйственных предприятиях Курской области в зависимости от степени концентрации производства (крупные, средние, мелкие). По официальным статистическим данным, номинальная начисленная заработная плата в сельскохозяйственных организациях Курской области имеет устойчивые тенденции к росту. В 2022 г. среднемесячная заработная плата в них достигла 49 570 руб., что на 33,2% превышало уровень 2020 г. и на 16,5% – 2021 г. Выявлено, что уровень заработной платы в сельскохозяйственных предприятиях Курской области сильно дифференцирован. Особенно заметна разница в доходах работников в разрезе предприятий по степени концентрации производства. За период исследования среднемесячная начисленная заработная плата в крупных предприятиях была выше по сравнению с предприятиями средних размеров на 35–40%, по сравнению с мелкими предприятиями – на 80–90%. Важнейшими факторами дифференциации заработной платы являются производительность труда и эффективность производства, которые в предприятиях крупных и средних размеров заметно выше, чем в мелких. Однако более высокую заработную плату в крупных предприятиях по сравнению со средними данным фактором объяснить нельзя, так как производительность труда в них находится на сопоставимом уровне. Предположительно, существенным фактором дифференциации начисленной заработной платы в крупных и средних, и в меньшей степени в мелких предприятиях, является применение неформальных схем поощрения работников. Большинство крупных предприятий данные схемы практически не использует. Предприятия же средних и мелких размеров, в которых численность работников сравнительно невелика, могут использовать неформальные способы поощрения. При этом мелкие предприятия в большинстве своем представлены кооперативной организационно-правовой формой со всеми ее особенностями и возможностями выстраивания гибких отношений по оплате труда.

**Ключевые слова:** социально-трудовые отношения, заработная плата, сельское хозяйство, предприятия, доходы, распределение, факторы

**Для цитирования:** Фомин О.С. Оценка факторов дифференциации заработной платы в крупных, средних и мелких сельскохозяйственных предприятиях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 211–220. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_211-220](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_211-220).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Assessment of wage differentiation factors in large,  
medium and small agricultural enterprises**

Oleg S. Fomin<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

<sup>1</sup> osfomin@yandex.ru✉

**Abstract.** The results of a study conducted to assess the level and causes of wage differentiation in agricultural enterprises of Kursk Oblast, depending on the degree of concentration of production (large, medium, small), are presented. According to official statistics, nominal accrued wages in agricultural organizations in Kursk Oblast have stable growth trends. In 2022, the average monthly salary in them reached 49,570 rubles, which was 33.2% higher than in 2020 and 16.5% higher than in 2021. It was revealed that the wage level in agricultural enterprises of Kursk Oblast is highly differentiated. The difference in the income of employees in the context of enterprises by

the degree of concentration of production is especially noticeable. During the study period, the average monthly accrued wages in large enterprises were 35-40% higher than in medium-sized ones, and 80-90% higher than in small. The most important factors of wage differentiation are labor productivity and production efficiency, which are noticeably higher in large and medium-sized enterprises than in small ones. However, higher wages in large enterprises compared to the average cannot be explained by this factor, since labor productivity in them is at a comparable level. Presumably, an important factor in the differentiation of accrued wages in large and medium-sized, and to a lesser extent small enterprises, is the use of informal employee incentive schemes. Most large enterprises practically do not use such schemes. Enterprises of medium and small sizes, in which the number of employees is relatively small, can use informal ways of encouragement. At the same time, small enterprises are mostly represented by a cooperative organizational and legal form with all its features and possibilities for building flexible wage relations.

**Key words:** social and labor relations, wages, agriculture, enterprises, income, distribution, factors

**For citation:** Fomin O.S. Assessment of wage differentiation factors in large, medium and small agricultural enterprises. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):211-220. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_211-220](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_211-220).

## Введение

Заработная плата была и остается одним из наиболее острых и конфликтных вопросов в деятельности экономических субъектов, так как затрагивает антагонистические интересы работодателей и наемного персонала. Ее уровень в сельскохозяйственных организациях существенно различается, что объясняется как отсутствием единых подходов к ее начислению, так и наличием большого числа определяющих заработную плату факторов [4, 5, 12]. Последние могут носить как объективный, так и субъективный характер.

Объективные факторы формируют средний, базовый уровень заработной платы – это стоимость жизни, ситуация на рынке труда, государственная политика доходов.

Субъективные факторы также играют существенную роль и относятся к группам, зависящим:

- от работников (трудовой потенциал, мотивация, умение отстаивать свои интересы и др.);

- работодателей – управленческий и предпринимательский талант, умения и навыки, способствующие успеху бизнеса, росту его доходности, а следовательно, базы для начисления заработной платы.

Кроме этого, к субъективным факторам следует отнести человеческие качества, трудно поддающиеся научному анализу: честность, справедливость, гуманизм, отзывчивость и противоположные им – хитрость, алчность, скупость, равнодушие и др.

Цель исследования состояла в оценке уровня и причин дифференциации заработной платы в сельскохозяйственных предприятиях крупных, средних и мелких размеров.

Исследование выполнено с применением абстрактно-логического, монографического и статистико-экономического методов. Информационную базу составили материалы статистической отчетности типичных сельскохозяйственных предприятий крупных, средних и мелких размеров, данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курской области [11].

По официальным статистическим данным, номинальная начисленная заработная плата в сельскохозяйственных организациях Курской области имеет устойчивые тенденции роста. В 2022 г. среднемесячная заработная плата в них достигла 49 570 руб., что на 33,2% превышало уровень 2020 г. и на 16,5% – 2021 г.

Рост заработной платы был обусловлен прежде всего удорожанием потребительской корзины и инфляционными процессами. Повышению зарплат способствовал и

острый дефицит рабочей силы на рынке аграрного труда. В результате наблюдался опережающий рост заработной платы в сельском хозяйстве региона по сравнению со средней заработной платой по экономике в целом: в 2020 г. – на 3,9%, в 2021 г. – на 5,6%, в 2022 г. – уже на 7,6%.

Повышению уровня начисленной заработной платы в сельскохозяйственных организациях способствовало и ужесточение мер воздействия контрольных органов, прежде всего налоговых. Ни для кого не секрет, что с целью ухода от налогов на практике широкое распространение получили серые схемы выплаты заработной платы. В ответ государство, с одной стороны, усложнило сельскохозяйственным организациям возможности обналичивания денежных средств, с другой – осуществляет более жесткий контроль за выплатой заработной платы, страховых взносов, НДС. Выплата среднемесячной заработной платы на одного работника ниже среднего уровня по виду экономической деятельности в субъекте РФ является одним из критериев самостоятельной оценки рисков для налогоплательщиков, который используется налоговыми органами при планировании выездных налоговых проверок (п. 5 Приложения № 2 к Приказу ФНС России № ММ-3-06/333@) [6].

Таким образом, если уровень начисленной заработной платы заметно ниже средней по отрасли в регионе, это с большой вероятностью может привести к выездной проверке налоговой инспекцией. Руководство предприятия, не заинтересованное в проверках и последующем наказании, вынуждено поддерживать начисленную заработную плату на приемлемом уровне. Поэтому возможности выплаты большей части заработной платы в «конверте» сократились, что положительно отразилось на официальных зарплатах работников сельского хозяйства, собираемости налогов, уплате страховых взносов в социальные фонды.

В настоящее время в сельском хозяйстве Курской области функционирует около 200 предприятий различных размеров: крупные, средние, мелкие. В качестве основных критериев отнесения предприятий к различным группам по размерам производства мы рассматривали два: годовую денежную выручку от реализации продукции (основной критерий) и численность работающих (дополнительный критерий).

К крупным предприятиям мы отнесли хозяйствующие субъекты с выручкой от 1,5 млрд руб. и численностью работающих в пределах 250 и более человек. К средним по размерам предприятиям отнесли те, выручка которых превышала 200 млн руб., а численность работающих находилась в пределах 50 и более человек. Мелкие предприятия, соответственно, имели выручку менее 200 млн руб., численность работников менее 50 человек.

Из совокупности действующих предприятий Курской области нами случайным образом было отобрано по 3 хозяйствующих субъекта, в той или иной степени соответствующих по указанным критериям крупным, средним и мелким сельскохозяйственным предприятиям.

В группу крупных сельскохозяйственных предприятий вошли:

- ООО «Защитное» Щигровского района (в 2022 г. выручка составила 2,2 млрд руб., численность работников – 327 чел.);
- ООО «Агросил» Суджанского района (в 2022 г. выручка составила почти 2 млрд руб., численность работников – 267 чел.);
- АО «Голпино» Кореневского района (в 2022 г. выручка составила 1,6 млрд руб., численность работников – 237 чел.) (табл. 1).

Таблица 1. Динамика экономических показателей типичных сельскохозяйственных предприятий Курской области крупных размеров, 2020–2022 гг.

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2020 г.
ООО «Защитное» Щигровского района				
Денежная выручка, млн руб.	1749,0	2190,8	2222,4	127,1
Валовой доход (ВД), млн руб.	676,5	1280,8	1278,9	189,0
Прибыль от продаж, млн руб.	484,1	1088,8	1019,7	210,6
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	192,4	192,0	259,2	134,7
Доля ФОТ в ВД, %	28,4	15,0	20,3	–
Среднегодовая численность работников, чел.	332	327	327	98,5
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	48293	48930	66055	136,8
То же в % к средней зарплате в регионе	134,9	121,4	143,4	–
ООО «Агросил» Суджанского района				
Денежная выручка, млн руб.	2518,2	3252,9	1982,9	78,7
Валовой доход (ВД), млн руб.	1228,9	1945,4	1076,1	87,6
Прибыль от продаж, млн руб.	1071,0	1762,0	873,6	81,6
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	157,9	183,4	202,5	128,2
Доля ФОТ в ВД, %	12,8	9,4	18,8	–
Среднегодовая численность работников, чел.	241	261	267	110,8
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	54600	58550	63200	115,8
То же в % к средней зарплате в регионе	152,5	145,3	137,2	–
АО «Толпино» Кореневского района				
Денежная выручка, млн руб.	1268,1	1453,3	1637,0	129,1
Валовой доход (ВД), млн руб.	430,8	599,1	483,1	112,1
Прибыль от продаж, млн руб.	288,3	451,2	319,5	110,8
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	142,5	147,9	163,6	114,8
Доля ФОТ в ВД, %	33,1	24,7	33,9	–
Среднегодовая численность работников, чел.	249	245	237	95,2
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	47700	50300	57520	120,6
То же в % к средней зарплате в регионе	133,2	124,8	124,9	–

Источник: составлено и рассчитано автором на основе данных годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций Курской области.

Динамика основных экономических показателей в разрезе крупных предприятий различается, однако для всех характерен рост фонда оплаты труда и заработной платы в среднем на одного работающего.

В группу средних по размеру предприятий вошли:

- ЗАО «Прогресс» Солнцевского района (в 2022 г. выручка составила 548,9 млн руб., численность работников – 68 чел.);

- ООО «ТрейдАгроСервис», г. Курск (в 2022 г. выручка составила 498,7 млн руб., численность работников – 50 чел.);

- ООО «Дружба» Железногорского района (в 2022 г. выручка составила 427,6 млн руб., численность работников – 65 чел.) (табл. 2).

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 2. Динамика экономических показателей типичных сельскохозяйственных предприятий Курской области средних размеров, 2020–2022 гг.**

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2020 г.
<b>ЗАО «Прогресс» Солнцевского района</b>				
Денежная выручка, млн руб.	419,0	359,6	548,9	131,0
Валовой доход (ВД), млн руб.	188,4	72,1	104,0	55,2
Прибыль от продаж, млн руб.	152,8	31,6	73,3	48,0
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	35,6	40,5	30,7	86,2
Доля ФОТ в ВД, %	18,9	56,2	29,5	+10,6
Среднегодовая численность работников, чел.	72	80	68	94,4
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	41185	42486	37581	91,2
То же в % к средней зарплате в регионе	115,0	105,4	81,6	–33,4
<b>ООО «ТрейдАгроСервис», г. Курск</b>				
Денежная выручка, млн руб.	616,0	709,4	498,7	81,0
Валовой доход (ВД), млн руб.	364,9	411,0	211,0	57,8
Прибыль от продаж, млн руб.	349,7	393,8	179,7	51,4
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	15,2	17,2	31,3	205,9
Доля ФОТ в ВД, %	2,7	4,2	14,8	+12,1
Среднегодовая численность работников, чел.	45	47	50	111,1
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	28156	30480	52122	185,1
То же в % к средней зарплате в регионе	78,6	75,7	113,2	+62,5
<b>ООО «Дружба» Железногорского района</b>				
Денежная выручка, млн руб.	299,2	391,7	427,6	142,9
Валовой доход (ВД), млн руб.	124,7	175,1	173,3	139,0
Прибыль от продаж, млн руб.	101,1	145,1	138,4	136,7
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	23,6	30,0	34,9	147,9
Доля ФОТ в ВД, %	18,9	17,1	20,1	+1,2
Среднегодовая численность работников, чел.	55	57	65	118,2
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	35760	43860	44745	125,1
То же в % к средней зарплате в регионе	99,9	108,9	97,1	–2,8

Источник: составлено и рассчитано автором на основе данных годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций Курской области.

В предприятиях средних размеров также отмечается различная динамика основных экономических показателей, в том числе для отдельных из них характерно снижение фонда оплаты труда и среднемесячной начисленной заработной платы.

В группу сельскохозяйственных предприятий мелких размеров вошли:

- СХПК «Майский» Поныровского района (в 2022 г. выручка составила 91 млн руб., численность работников – 41 чел.);

- ПСХК «Заря» Тимского района (в 2022 г. выручка составила 47,4 млн руб., численность работников – 16 чел.);

- СПК «Колхоз имени Чернышевского» Льговского района (в 2022 г. выручка составила 12,7 млн руб., численность работников – 12 чел.) (табл. 3).

Таблица 3. Динамика экономических показателей типичных сельскохозяйственных предприятий Курской области мелких размеров, 2020–2022 гг.

Наименование показателя	2020 г	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2020 г.
СХПК «Майский» Поныровского района				
Денежная выручка, млн руб.	89,6	67,4	91,0	101,6
Валовой доход (ВД), млн руб.	39,1	30,6	35,9	91,8
Прибыль от продаж, млн руб.	26,7	16,7	19,3	72,3
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	12,4	13,9	16,6	133,9
Доля ФОТ в ВД, %	31,7	45,4	46,2	+14,5
Среднегодовая численность работников, чел.	40	41	41	102,5
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	25830	28250	33740	130,6
То же в % к средней зарплате в регионе	72,1	70,1	73,3	+1,2
ПСХК «Заря» Тимского района				
Денежная выручка, млн руб.	47,9	54,5	47,4	99,0
Валовой доход (ВД), млн руб.	12,4	25,6	20,5	165,3
Прибыль от продаж, млн руб.	4,3	19,0	13,0	302,3
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	8,1	7,6	7,5	92,6
Доля ФОТ в ВД, %	65,3	29,7	36,6	–28,7
Среднегодовая численность работников, чел.	20	17	16	80,0
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	33730	37186	39156	116,1
То же в % к средней зарплате в регионе	94,2	92,3	85,0	–9,2
СПК «Колхоз имени Черняховского» Львовского района				
Денежная выручка, млн руб.	54,0	51,2	12,7	23,5
Валовой доход (ВД), млн руб.	25,9	34,6	5,4	20,8
Прибыль от продаж, млн руб.	20,9	29,4	1,9	9,1
Фонд оплаты труда (ФОТ), млн руб.	5,0	5,2	3,6	72,0
Доля ФОТ в ВД, %	19,3	15,0	66,6	+47,3
Среднегодовая численность работников, чел.	20	19	12	60,0
Среднемесячная начисленная зарплата, руб.	20830	22800	25000	120,0
То же в % к средней зарплате в регионе	58,2	56,6	54,3	–3,9

Источник: составлено и рассчитано автором на основе данных годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций Курской области.

Для большинства мелких сельскохозяйственных предприятий характерно снижение численности работников, фонда оплаты труда, однако, как и в крупных и средних предприятиях, ежегодно наблюдается рост среднемесячной начисленной заработной платы.

Источником заработной платы являются доходы предприятия, прежде всего валовой доход [1, 3, 7, 10]. В классическом понимании валовой доход (чистый продукт) – это денежное выражение стоимости вновь созданного продукта, который укрупненно состоит из двух частей – заработной платы и прибыли. В современной экономической литературе часто под валовым доходом подразумевают совокупный доход предприятия (по сути, денежную выручку), что, на наш взгляд, является излишним (так как дублирует такую устоявшуюся категорию, как денежная выручка, и тем самым вносит дополнительные семантические трудности) и неправомерным (так как вытесняет важный

экономический показатель – валовой доход, характеризующий реальную эффективность производства, создание добавленной стоимости).

Группировка сельскохозяйственных предприятий региона по размерам производства демонстрирует существенную разницу ключевых экономических показателей деятельности в среднем за 2020–2022 гг. (табл. 4).

Таблица 4. Группировка сельскохозяйственных предприятий Курской области по размерам производства, 2020–2022 гг.

Наименование предприятия	Денежная выручка, млн руб.	Численность работников, чел.	Валовой доход, млн руб.	Прибыль от продаж, млн руб.	Фонд оплаты труда, млн руб.	Уровень рентабельности, %	Доля ФОТ в ВД, %	Среднемесячная начисленная заработная плата, тыс. руб.
Крупные предприятия								
ООО «Агросил»	2584,7	256	1416,8	1235,5	181,3	91,6	12,8	59,0
ООО «Знаменское»	2054,0	329	1078,7	864,2	214,5	72,6	19,9	54,3
АО «Толпино»	1452,8	244	504,3	353,0	151,3	32,1	30,0	52,4
<b>В среднем</b>	<b>2030,5</b>	<b>276</b>	<b>1000,0</b>	<b>817,6</b>	<b>182,4</b>	<b>67,4</b>	<b>18,2</b>	<b>55,1</b>
Средние предприятия								
ООО «ТрейАгроСервис»	608,0	47	328,8	307,7	21,2	102,5	6,4	37,6
ЗАО «Прогресс»	442,5	73	121,5	85,9	35,6	24,0	29,3	40,6
ООО «Дружба»	372,8	59	157,7	128,2	29,5	52,4	18,7	41,6
<b>В среднем</b>	<b>474,4</b>	<b>60</b>	<b>202,7</b>	<b>173,9</b>	<b>28,8</b>	<b>57,9</b>	<b>14,2</b>	<b>40,0</b>
Мелкие предприятия								
СХПК «Майский»	81,8	41	35,2	20,9	14,3	34,3	40,6	29,1
ПСХК «Заря»	49,9	18	19,8	12,1	7,7	32,0	38,9	35,6
СПК «Колхоз имени Черняховского»	39,3	17	22,0	17,4	4,6	79,5	20,9	22,5
<b>В среднем</b>	<b>57,0</b>	<b>25</b>	<b>25,7</b>	<b>16,8</b>	<b>8,9</b>	<b>41,8</b>	<b>34,6</b>	<b>29,7</b>

Источник: составлено и рассчитано автором на основе данных годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций Курской области.

Крупные предприятия с денежной выручкой в среднем более 2 млрд руб. и численностью работников более 250 чел. имели уровень рентабельности производства более 67%, среднемесячная начисленная заработная плата в них превышала 55 тыс. руб., на оплату труда распределялось более 18% их валового дохода.

В средних предприятиях все вышеперечисленные показатели были существенно ниже: выручка составляла в среднем 474 млн руб., численность работников – 60 чел., уровень рентабельности – 57%, среднемесячная начисленная заработная плата – около 40 тыс. руб., при этом на оплату труда распределялось лишь 14,2% валового дохода.

В предприятиях мелких размеров в среднем выручка составляла менее 35 млн руб., численность работников – 25 чел., уровень рентабельности – 41%, среднемесячная начисленная заработная плата – менее 30 тыс. руб., при этом на заработную плату распределялось 34,6% валового дохода.

Таким образом, несмотря на достаточно высокую доходность и рентабельность производства в сельскохозяйственных предприятиях независимо от их размеров, уровень выплачиваемой заработной платы существенно различается. В крупных предприятиях среднемесячная начисленная заработная плата работника была выше по сравнению с предприятиями средних размеров на 37,7%, по сравнению с мелкими – на 85,5%.

Объективные факторы формирования заработной платы (конкуренция на рынке труда, стоимость потребительской корзины и др.) оказывают сходное влияние на всю совокупность хозяйствующих субъектов, поэтому в контексте поставленной цели исследования данные факторы не изучались. Очевидно, разница в заработной плате главным образом определяется субъективными факторами. Можно предположить, что дифференциация заработной платы в крупных, средних и мелких предприятиях определяется прежде всего разницей в производительности труда. Отчасти это подтверждается имеющейся статистической информацией (табл. 5).

**Таблица 5. Производительность труда и заработная плата в сельскохозяйственных предприятиях Курской области типичных размеров, 2020–2022 гг.**

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2020 г.
<b>Крупные предприятия</b>				
Получено на 1 работника, тыс. руб.:				
- выручки	6733,9	8279,7	7030,4	104,4
- валового дохода	2842,1	4592,2	3415,3	120,2
- прибыли	2242,6	3964,0	2662,8	118,7
Среднегодовая заработная плата, тыс. руб.	599,5	628,2	752,5	125,5
Доля оплаты труда в валовом доходе, %	21,1	13,7	22,0	–
<b>Средние предприятия</b>				
Получено на 1 работника, тыс. руб.:				
- выручки	7756,9	7938,6	8061,2	103,9
- валового дохода	3941,9	3577,1	2668,3	67,7
- прибыли	3509,3	3100,5	2138,8	60,9
Среднегодовая заработная плата, тыс. руб.	432,6	476,6	529,5	122,4
Доля оплаты труда в валовом доходе, %	11,0	13,3	19,8	–
<b>Мелкие предприятия</b>				
Получено на 1 работника, тыс. руб.:				
- выручки	2393,8	2248,1	2189,9	91,5
- валового дохода	967,5	1179,2	895,7	92,6
- прибыли	648,8	845,5	495,7	76,4
Среднегодовая заработная плата, тыс. руб.	318,7	346,7	401,4	125,9
Доля оплаты труда в валовом доходе, %	32,9	29,4	44,8	–

Источник: составлено и рассчитано автором на основе данных годовой бухгалтерской отчетности сельскохозяйственных организаций Курской области.

В мелких предприятиях производительность и эффективность труда в несколько раз ниже по сравнению с крупными и средними. Важнейшим показателем, определяющим возможности повышения уровня оплаты труда, является производство валового дохода на 1 работника (1 чел.-ч). В мелких предприятиях данный показатель по годам исследуемого периода был ниже по сравнению с крупными в 2,9–3,9 раза; по сравнению с предприятиями средних размеров – в 3,0–4,1 раза. И только лишь за счет распределения в фонд оплаты труда большей доли валового дохода, нежели в крупных и средних предприятиях, им удавалось поддерживать среднемесячную начисленную заработную плату на уровне чуть выше прожиточного минимума в регионе.

Разница же в заработной плате работников крупных и средних по размерам предприятий лишь в незначительной степени определяется доходами и уровнем производительности труда. Такой вывод вытекает из анализа динамики доходов и заработной платы. Так, в 2020 г. валовой доход на 1 работника в предприятиях крупных размеров был ниже по сравнению со средними предприятиями на 27,9%, однако средняя заработная плата работника в них была выше на 38,6%. В 2022 г. валовой доход на 1 работника в предприятиях крупных размеров был уже выше в сравнении со средними предприятиями на 28%, средняя заработная плата работника в них при этом была выше на 42%.

Таким образом, уровень производительности труда, величина добавленной стоимости, экономическая эффективность производства не являются главными факторами дифференциации заработной платы работников в разрезе предприятий крупных и средних размеров.

Существенным фактором дифференциации официально начисленной заработной платы в крупных и средних, и в меньшей степени в мелких предприятиях является применение неформальных схем поощрения работников. Крупные предприятия в своей массе данные схемы практически не используют из-за большой численности работающих и высокой степени формализации социально-трудовых отношений. Предприятия же средних и мелких размеров, в которых численность работников сравнительно невелика, более гибко могут использовать неформальные практики в социально-трудовой сфере и в области оплаты труда. При этом мелкие предприятия в большинстве своем представлены кооперативной организационно-правовой формой со всеми ее особенностями и возможностями выстраивания гибких отношений по оплате труда.

#### **Выводы**

Заработная плата работников в сельском хозяйстве Курской области ежегодно растет более высокими темпами, чем в целом по экономике региона. При этом наблюдается растущая дифференциация заработков работников крупных, средних и мелких предприятий. В среднем за 2020–2022 гг. в крупных предприятиях среднемесячная начисленная заработная плата была выше по сравнению с предприятиями средних размеров на 37,7%, по сравнению с мелкими – на 85,5%. В настоящее время такая дифференциация негативна прежде всего для мелких предприятий, которые, не выдерживая конкуренции со средним и крупным бизнесом, теряют трудовые ресурсы [2, 8, 9]. Причинами дифференциации заработной платы являются, с одной стороны, более высокая производительность труда в предприятиях крупных и средних размеров, а с другой – использование предприятиями средних и мелких размеров неформальных практик поощрения работников, что позволяет им до некоторой степени компенсировать выпадающую официально начисленную заработную плату предоставлением работникам иных форм материальных благ.

---

#### **Список источников**

1. Агибалов А.В., Запорожцева Л.А., Ткачева Ю.В. Сценарный подход к разработке стратегии развития сельских территорий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 3(62). С. 94–102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.94.
2. Власова О.В., Латышева З.И., Иванова Л.А. Угрозы снижения уровня жизни населения России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 3–1. С. 14–19. DOI: 10.17513/vaael.2090.
3. Запорожцева Л.А. Формирование ключевых детерминантов стратегической экономической безопасности предприятия // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 3(42). С. 254–262.
4. Ильинова О.В., Кривошлыков В.С., Гальченко С.А. Инновационные прорывы, или торможение социально-экономического развития территории: интерпретация глобального и регионального инновационного индекса // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 13, № 10. С. 3895–3908. DOI:10.18334/ep.13.10.119327.
5. Кабашова Е.В. Методика оценки внутри региональной дифференциации заработной платы // Управленческий учет. 2021. № 12. С. 384–393. DOI: 10.25806/uu12-22021384-393.

6. Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок: Приказ ФНС России от 30.05.2007 № ММ-3-06/333@ [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nalog.gov.ru/rn77/about\\_fts/docs/3897151/](https://www.nalog.gov.ru/rn77/about_fts/docs/3897151/) (дата обращения: 12.09.2023).
7. Прока Н.И. Оценка основных положений политики оплаты труда в аграрной сфере экономики // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 8. С. 46–51.
8. Пронская О.Н. Повышение заинтересованности работников как условие воспроизводства трудовых ресурсов в сельском хозяйстве // Экономика и предпринимательство. 2012. № 1(24). С. 104–110.
9. Савкин В.И., Докальская В.К. Формирование рынка труда рабочих профессий для малых форм хозяйствования в аграрном секторе экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 8. С. 210–215.
10. Терновых К.С., Леонова Н.В., Маркова А.Л. Сущность и содержание экономической эффективности сельскохозяйственного производства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. Т. 62, № 4. С. 186–194. DOI: 10.24411/2588-0209-2019-10094.
11. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области. Статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт. URL: <https://46.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 12.11.2023).
12. Федорова Л.Н. Факторы дифференциации заработной платы отдельных категорий работников в Российской экономике // Вестник НГУЭУ. 2016. № 4. С. 56–66.

### References

1. Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Yu.V. Scenario approach to setting strategy for rural sustainable development. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(3):94-102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.94. (In Russ.).
2. Vlasova O.V., Latysheva Z.I., Ivanova L.A. Threats of a decline in the standard of living of the Russian population. *Vestnik of Altay Academy of Economics and Law*. 2022;3-1:14-19. DOI: 10.17513/vaael.2090. (In Russ.).
3. Zaporozhtseva L.A. Developing strategic key determinants of the enterprise economic security. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2014;3(42):254-262. (In Russ.).
4. Ilyinova O.V., Krivoshlykov V.S., Galchenko S.A. Innovative breakthroughs, or inhibition of socio-economic development of the territory: interpretation of the global and regional innovation index. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2023;13(10):3895-3908. DOI: 10.18334/epp.13.10.119327. (In Russ.).
5. Kabashova E.V. Methodology for assessing intraregional differentiation of wages. *Management Accounting*. 2021;12:384-393. DOI: 10.25806/uu12-22021384-393. (In Russ.).
6. On approval of the Conceptual Framework for the On-Site Tax Audit Planning System: Order of the Federal Tax Service of Russia of 30.05.2007 No. ММ-3-06/333@. URL: [https://www.nalog.gov.ru/rn77/about\\_fts/docs/3897151/](https://www.nalog.gov.ru/rn77/about_fts/docs/3897151/). (In Russ.).
7. Proka N.I. Assessment of basic provisions of policy of compensation in the agrarian sector of economy. *Economics of Agriculture of Russia*. 2018;8:46-51. DOI: 10.32651/2070-0288-2018-9-46-51. (In Russ.).
8. Pronskaya O.N. Increasing the interest of the workers as a condition of reproduction of labour resources in agriculture. *Economics and Entrepreneurship*. 2012;1(24):104-110. (In Russ.).
9. Savkin V.I., Dokalskaya V.K. Formation of the labor market of working professions for small forms of management in the agricultural sector of the economy. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2023;8:210-215. (In Russ.).
10. Ternovykh K.S., Leonova N.V., Markova A.L. The essence and concept of economic efficiency of agricultural production. *International Agricultural Journal*. 2019;62(4):186-194. DOI: 10.24411/2588-0209-2019-10094. (In Russ.).
11. Territorial Body of the Federal State Statistics Service for Kursk Oblast. Statistics. Official website. URL: <https://46.rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).
12. Fedorova L.N. Factors of differentiation of salary of specific categories of employees in the Russian economy. *Vestnik NSUEM*. 2016;4:56-66. (In Russ.).

### Информация об авторе

О.С. Фомин – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бухгалтерского учета и финансов ФГБОУ ВО «Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова», [osfomin@yandex.ru](mailto:osfomin@yandex.ru).

### Information about the author

O.S. Fomin, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Accounting and Finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanova, [osfomin@yandex.ru](mailto:osfomin@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 18.04.2024; одобрена после рецензирования 20.05.2024; принята к публикации 06.06.2024.

The article was submitted 18.04.2024; approved after reviewing 20.05.2024; accepted for publication 06.06.2024.

© Фомин О.С., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Дискуссионная статья

УДК 332.145

DOI: 10.53914/issn 2071-2243\_2024\_1\_221

EDN: DZDNUB

**Оценка мультипликативного эффекта  
диверсификации сельской экономики**

Людмила Владимировна Евграфова<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,  
Москва, Россия

<sup>1</sup> lyudmilaevgrafova@rgau-msha.ru✉

**Аннотация.** Современные методы оценки мультипликативного эффекта диверсификации сельского хозяйства не позволяют комплексно оценить единовременный экономический, социальный и экологический эффекты от развития сельского туризма, являющегося неотъемлемым фактором диверсификации экономики. Именно сельский туризм является действенным инструментом устойчивого триединого баланса экологического, экономического и социального развития. В настоящее время существует острая потребность в формировании унифицированных критериев отнесения того или иного объекта, реализующего туристические услуги на сельских территориях, к объекту сельского туризма. При наличии данных критериев станет возможным проведение категоризации однородных объектов и нанесение их на карту. В этом случае у потенциального потребителя появится реальная возможность воспользоваться услугами объекта сельского туризма. С точки зрения государственного регулирования процессов масштабирования сельского туризма при категоризации и нанесении объектов на карту субъекты РФ смогут регулировать свое социально-экономическое развитие. В своем исследовании мы разработали показатели оценки мультипликативного эффекта для объекта сельского туризма с учетом его современного этапа развития в России, а также уровня вовлеченности регионов в повестку устойчивого развития. Критерии предлагаемой оценки включают показатели развития инфраструктуры, экономики, экологии, социума, безопасности, которые в свою очередь влияют на совокупный мультипликативный эффект диверсификации сельской экономики. Проанализировав собранные данные от объектов сельского туризма в разрезе федеральных округов, мы получили следующие результаты: развитие сельского туризма в действующих сельскохозяйственных организациях способствует созданию рабочих мест, повышению уровня образования и дохода сотрудников. Одновременно с развитием объекта осуществляется развитие инфраструктуры прилегающей к нему территории, совершенствуется логистика. Создаются рабочие места не только в сельскохозяйственной организации, но и в сопутствующих отраслях. Сохраняется местное культурное и агрокультурное наследие, а также поддерживается экология и биоразнообразие сельских территорий.

**Ключевые слова:** сельский туризм, диверсификация сельской экономики, мультипликативный эффект, смежные отрасли, косвенный эффект

**Для цитирования:** Евграфова Л.В. Оценка мультипликативного эффекта диверсификации сельской экономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 221–229. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_221-229](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_221-229).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Discussion article

**Assessment of the multiplicative effect of rural economic diversification**

Lyudmila V. Evgrafova<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

<sup>1</sup> lyudmilaevgrafova@rgau-msha.ru✉

**Abstract.** Modern methods of assessing the multiplier effect of agricultural diversification do not permit to assess the one-and-for-all economic, social and environmental effects of the development of rural tourism, which is an integral factor in economic diversification. Rural tourism is an effective tool for a sustainable three-pronged balance of environmental, economic and social development. Currently, there is an urgent need to form unified criteria for classifying an object that implements tourist services in rural areas as an object of rural tourism. If these criteria are available, it will be possible to categorize homogeneous objects and put them on the map. In this case, a potential consumer will have a real opportunity to use the services of a rural tourism facility. From the point of view of state regulation of the processes of scaling rural tourism, when categorizing and mapping objects,

the subjects of the Russian Federation will be able to regulate their socio-economic development. In our research, we have developed indicators for assessing the multiplier effect for a rural tourism facility, taking into account its current stage of development in Russia, as well as the level of regional involvement in the sustainable development agenda. The criteria of the proposed assessment include indicators of infrastructure development, economy, ecology, society, and security, which in turn affect the cumulative multiplier effect of rural economic diversification. After analyzing the collected data from rural tourism facilities in the context of federal districts, we obtained the following results: the development of rural tourism in existing agricultural organizations contributes to job creation, increasing the level of education and income of employees. Simultaneously with the development of the facility, the infrastructure of the adjacent territory is being developed, logistics is being improved. Jobs are being created not only in the agricultural organization, but also in related industries. The local cultural and agricultural heritage is preserved, as well as the ecology and biodiversity of rural areas are maintained.

**Keywords:** rural tourism, diversification of rural economy, multiplier effect, related industries, indirect effect

**For citation:** Evgrafova L.V. Assessment of the multiplicative effect of rural economic diversification. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):221-229. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_221-229](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_221-229).

Антироссийские санкции привели к сосредоточению внимания не только на внутреннем производстве, но и внутреннем туризме. Современная концепция развития сельских территорий одним из приоритетных направлений выделяет сельский туризм как особую экономическую категорию со специфическими функциями и задачами, с помощью которой ставится задача достижения социально-экономических показателей, а именно сохранение сельских поселений, создание комфортных условий для местных жителей и сохранение культурного и исторического наследия [3].

Существует несколько значительно отличающихся моделей агротуризма, преследующих разные цели и ориентированные на разные задачи, выработанные в соответствии с конкретными условиями и практикуемые в разных странах. При этом во многих странах агротуризм рассматривается как одно из ведущих направлений развития национальной туристской отрасли.

Рассмотрим модели организации сельского туризма в России.

#### Модели организации сельского туризма в России

№	Название модели	Характерные черты	Отличительные особенности
1	Создание туристических деревень на базе существующих сельских поселений	Стилизованные «туристские деревни» или специализированные центры, ориентированные на организацию полноценного отдыха туристов (центры ремесленничества и культуры; «рыбацкие», «охотничьи деревни»; гастрономические центры («Дом» традиционной русской кухни) и др.)	Знакомство туристов с традиционным сельским бытом и культурой, разнообразные развлечения
2	Организация туров с проживанием и питанием туристов в усадебном доме	Проживание в доме фермера, участие в сельскохозяйственных работах	Знакомство туристов с сельским бытом, ремеслами, местными продуктами
3	Создание гостевых домов на базе сельскохозяйственных производственных кооперативов	Проживание в комфортабельных номерах, участие в сельскохозяйственных работах	Знакомство туристов с разнообразными видами сельскохозяйственной деятельности: рыбалка, уход за животными, сбор урожая

Кроме трех базовых моделей, приведенных в таблице, возможны несколько иные различные варианты, например создание «исторического» или «национального» гостевого дома («Дом крестьянина», «Дом ремесленника», «Казачье подворье» и др.).

Траектория развития сельского туризма: создание туристических деревень на базе сельских поселений, организация проживания туристов в усадебном доме или

размещение на базе сельскохозяйственных организаций. Именно размещение туристов на базе сельскохозяйственных организаций в настоящее время имеет огромный потенциал и является одним из инструментов реализации программы комплексного развития сельских территорий, разработанной Министерством сельского хозяйства Российской Федерации [1].

Если говорить о форме экономической деятельности, то сельский туризм можно оценить как фактор диверсификации производственной деятельности сельскохозяйственных организаций, создания новых рабочих мест и новых форм деятельности, привлечения сельской молодежи, расширения производства, трансформации инфраструктуры. При этом в трансформации инфраструктуры участвуют не только отрасли сельского хозяйства, но и иные смежные отрасли, тем самым возникает эффект мультипликативной выгоды на смежные отрасли. Мультипликативный эффект при диверсификации сельского хозяйства тесно связан с понятием устойчивого развития и поступательным триединым развитием экологического, экономического и социального блоков.

Таким образом, мы видим, что перед Министерством сельского хозяйства Российской Федерации стоит задача оперативного сбора показателей, отражающих мультипликативный эффект развития устойчивого сельского туризма. Данную задачу можно решить посредством организации заполнения объектами сельского туризма унифицированного документа, своего рода паспорта объекта сельского туризма [4].

В представленной статье предпринята попытка разработать шаблон документа и апробировать его в каждом федеральном округе, не менее чем в 10 (десяти) объектах сельского туризма различной типологии. Для оперативного сбора информации были определены опорные аграрные вузы в каждом федеральном округе:

- Центральный федеральный округ: ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова»;
- Северо-Западный федеральный округ: ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»;
- Южный федеральный округ: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»;
- Северо-Кавказский федеральный округ: ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»;
- Приволжский федеральный округ: ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»; ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»;
- Уральский федеральный округ: ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»;
- Сибирский федеральный округ: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»; ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»;
- Дальневосточный федеральный округ: ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»; ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия».

На рисунке 1 мы проанализировали показатели управления человеческим капиталом и его развитие в организациях, реализующих услуги сельского туризма по всем федеральным округам.



Рис. 1. Показатели управления человеческим капиталом в исследуемых объектах

Из анализа видно, что между такими показателями, как количество занятых, средний доход и уровень образования сотрудников нет прямой зависимости. Так, например, в ЮФО наибольшее количество занятых при наименьшем среднем доходе привлекаемого персонала. Это обусловлено в первую очередь тем, что здесь представлены крупные объекты с количеством работников более 500 человек, при этом уровень дохода и образования у работников ниже, чем в других федеральных округах. Более сбалансированный подход к развитию человеческого капитала наблюдается в СЗФО и УФО. Это обусловлено тем, что сельский туризм в данных федеральных округах представлен в части дополнительных услуг в сельскохозяйственных организациях и К(Ф)Х и не выделен как отдельный туристический объект. Действительно, если оценивать сельский туризм с точки зрения диверсификации сельской экономики, то именно в аграрных организациях сотрудники, реализующие услуги сельского туризма, зачастую имеют высшее образование и более высокий уровень заработной платы [2].

Проанализируем показатели социального комфорта сотрудников во всех федеральных округах (рис. 2). При анализе учитывались следующие показатели: медицинская страховка, оснащение рабочего места, трудоустройство местных жителей, обучение и карьера, доступ местных жителей к инфраструктуре объекта, программы лояльности и др. Выбор данных показателей в части социальной сферы напрямую связан с индикаторами устойчивого туризма. Оптимальное сочетание показателей достигнуто в ПФО. В СКФО данные показатели также находятся на высоком уровне, но за счет низкого показателя при приеме на работу лиц с ОФВ федеральный округ не попал в лидеры. Самые слабые позиции отмечены в СФО. Это обусловлено тем, что преимущественное большинство представленных объектов были уникальными этнографически с местным колоритом и традициями. А уникальность объекта, к сожалению, ограничивает не только возможности оснащения рабочего места, но и доступ местных жителей к инфраструктуре.

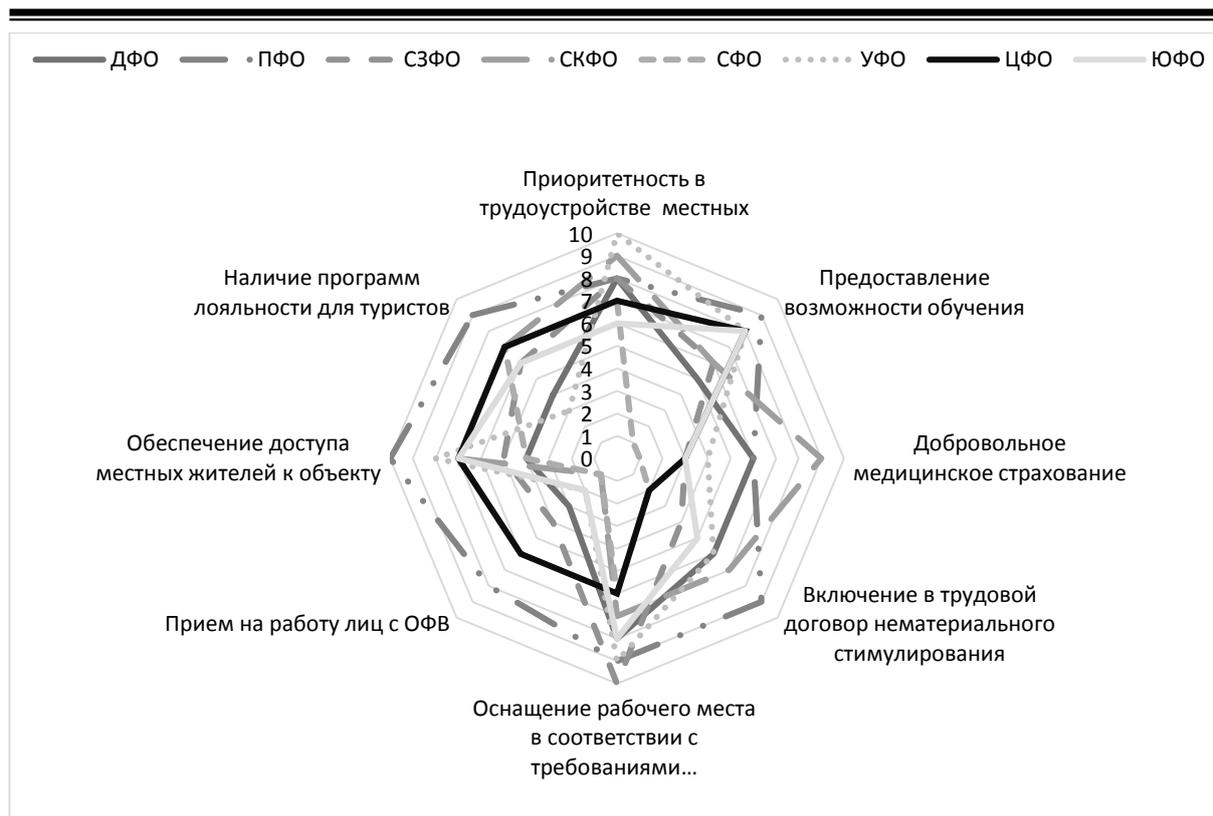


Рис. 2. Показатели социального комфорта сотрудников в исследуемых объектах

Одним из показателей косвенного эффекта при оценке мультипликативного эффекта сельского туризма является показатель эффекта на смежные отрасли [5], а именно взаимодействие и кооперация местных промысловых и ремесленных объектов. На рисунке 3 приведены данные сравнительного анализа показателей косвенного эффекта в разрезе федеральных округов. Оптимально высокие показатели достигнуты в СФО и ПФО. Неожиданно низкий показатель в части реализации товаров местных предпринимателей отмечен на объектах сельского туризма в СКФО. Однако это явление можно объяснить тем, что представленные к анализу объекты хорошо развиты и в настоящее время самостоятельно обеспечивают все потребности гостей. В любом случае, современные тенденции направлены на кооперацию и объединение. Особое место в данном направлении отводится ярмаркам и выставкам, проводимым в сельской местности [10].



Рис. 3. Показатели наличия местных традиций и идентичности в исследуемых объектах

Значимую роль в развитии сельских территорий занимает местное культурное и агрокультурное наследие. Это проявляется и в традиционных способах производства сельской продукции и в культурных традициях, и в оформлении помещений согласно территориальной принадлежности [7]. Здесь, наверное, не совсем правильно будет сравнивать федеральные округа, скорее, нужно анализировать именно показатели агрокультурного наследия. На рисунке 4 наглядно видно, что в каждом федеральном округе данный блок максимально представлен кулинарными рецептами и использованием местных образов. Что же касается традиционного сельскохозяйственного производства, то значение данного показателя на порядок ниже во всех федеральных округах. По нашему мнению, сельский туризм именно и отличается от этнографического и событийного показом сельскохозяйственного производства и проведением мастер-классов. В этом направлении необходимо большее масштабирование, что также повлияет на мультипликативный эффект.

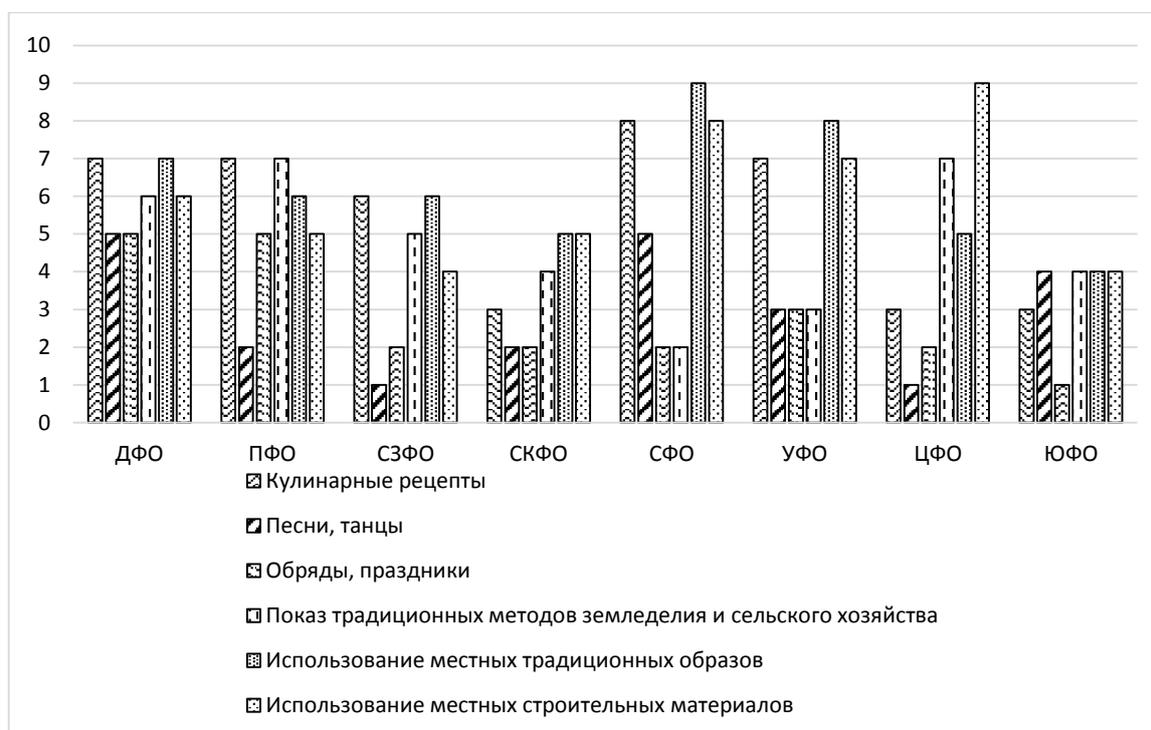


Рис. 4. Показатели местного культурного и агрокультурного наследия

На рисунке 5 представлены результаты оценки строительства и эксплуатации объектов сельского туризма по округам. Максимальные позиции здесь отведены ЮФО, ЦФО и СКФО, что вполне объяснимо. В ЮФО максимально современная эксплуатация объектов связана с проведением Зимней олимпиады в Сочи [6]. Самыми распространенными среди федеральных округов показателями отмечены такие, как наличие экологических видов транспорта и использование при освещении датчиков движения.

В триедином подходе к устойчивому развитию важное место занимают экология и биоразнообразие [9]. На рисунке 6 представлены данные показатели. Равномерное развитие в этом направлении наблюдается в ПФО и ДФО. Эти федеральные округа имеют на объектах системы ответственного управления отходами, системы сохранения флоры и фауны, информационные экологические стенды, ведется работа с волонтерскими организациями. Остальные федеральные округа отстают по одному или нескольким показателям из этого блока.

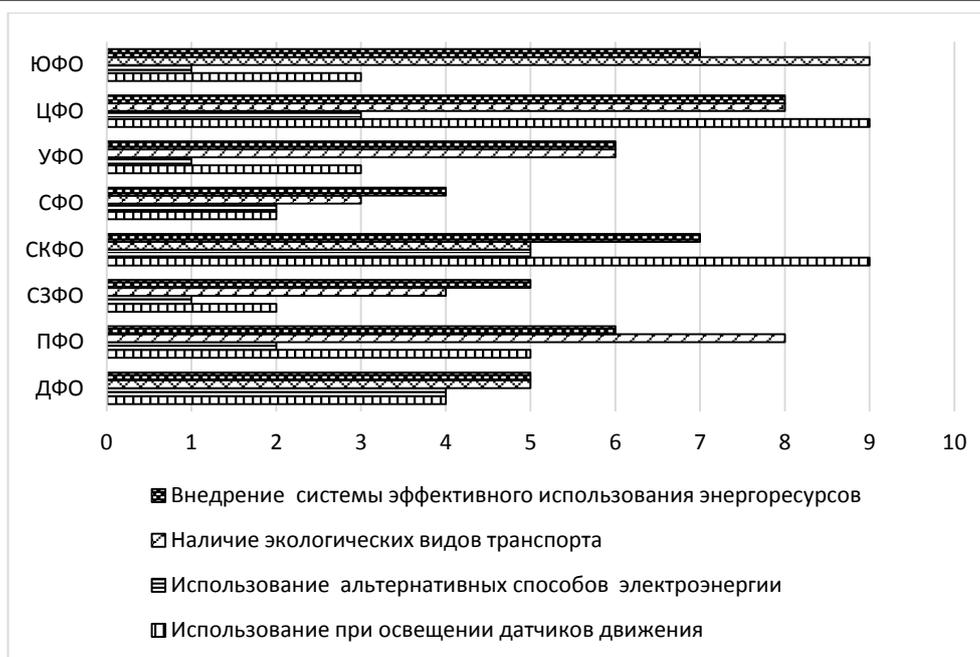


Рис. 5. Показатели внедрения системы эффективного использования энергоресурсов

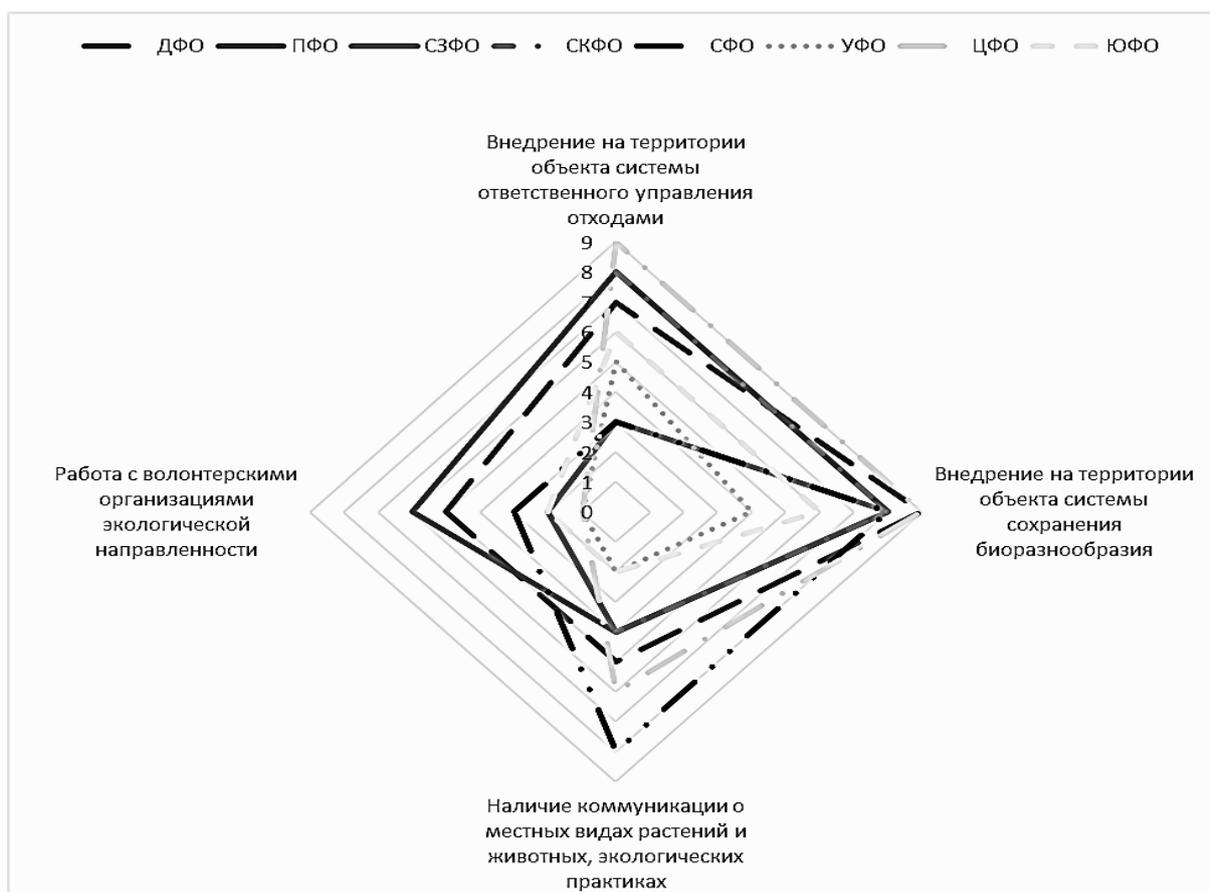


Рис. 6. Показатели экологического уровня и биоразнообразия в исследуемых объектах

Что же касается безопасности туристов на объектах сельского туризма, то данные показатели не являются рекомендуемыми, скорее обязательными (рис. 7). Поэтому наглядно видно, что данный блок отработан во всех федеральных округах, а лидирующие позиции занимают ПФО и УФО. Среди самих показателей лидер – соблюдение

требований пожарной безопасности и оказание помощи туристам. Менее выражены такие показатели, как наличие информационных указателей о мерах предосторожности и недопущение контактов туристов с фермерскими животными.



Рис. 7. Показатели обеспечения безопасности туристов на исследуемых объектах

Таким образом, в исследовании мы проанализировали особенности диверсификации сельской экономики в части сельского туризма и определились с выводом, что сельский туризм – это освоение нового вида оказываемых услуг сельскохозяйственных организаций с целью получения экономической выгоды. При этом сельский туризм можно отнести к устойчивому туризму по ряду признаков, а именно по триединому подходу к развитию социальных, экономических и экологических процессов на сельской местности [10].

В данном исследовании мы постарались оценить все три составляющих. В дальнейшем для того, чтобы максимально понимать динамику развития сельского туризма в разрезе регионов и по стране в целом, необходимо разработать унифицированный паспорт объекта сельского туризма, в котором будут отражены: общие сведения об объекте, типология объекта, туристическая специализация объекта, транспортная доступность, туристическая инфраструктура, маркетинг объекта, информация о хозяйственной деятельности объекта, человеческий капитал, устойчивое развитие и безопасность на объекте.

#### Список источников

- Агибалов А.В., Запорожцева Л.А., Ткачева Ю.В. Сценарный подход к разработке стратегии развития сельских территорий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 3(62). С. 94–102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.94.
- Агибалов А.В., Запорожцева Л.А., Ткачева Ю.В. Формирование методики оценки качества устойчивости развития сельских территорий // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63, № 1. С. 54–66. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10130.
- Евграфова Л.В., Ершова В.Л. Методические аспекты формирования агротуристической кластерной структуры в экономике региона // Международный научный журнал. 2020. № 2. С. 30–36. DOI: 10.34286/1995-4638-2020-71-2-30-36.
- Иволга А.Г., Елфимова Ю.М., Шахрамьян И.Д. Сельский туризм как перспективное направление самозанятости сельского населения // Вестник Института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством). Экономические науки. 2022. № 4(64). С. 110–114.

5. Иволга А.Г., Масалова А.А. Оценка эффективности деятельности туристских организаций в России // Инновационные аспекты развития сервиса и туризма: сборник статей X Международной науч.-практ. конф. (Ставрополь, 13–15 апреля 2022 г.). Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2022. С. 75–84.

6. Иволга А.Г., Чаплицкая А.А., Варивода В.С. и др. Проблема развития туристско-рекреационных комплексов в регионе: монография. Ставрополь: АГРУС, 2015. 194 с.

7. Evgrafova L.V., Sergeeva N.A., Ismailova I.Z. et al. Assessing the functional efficiency of tourist and recreational clusters in the regions of Russia // AIP Conference Proceedings: Series 2 «Proceedings of the II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies, CAMSTech-II 2021» (Krasnoyarsk, July 29–31, 2021). Krasnoyarsk: American Institute of Physics Inc., 2022. Vol. 2467. Article no. 070011. DOI: 10.1063/5.0092777.

8. Besshaposny M.N., Evgrafova L.V., Lazar V.V. et al. Innovative Mechanism to Increase the Efficiency of Indirect Employment of the Rural Population // *The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems*. Heidelberg: Springer International Publishing, 2021. Vol. 205(1). Pp. 907-913. DOI: 10.1007/978-3-030-73097-0\_101.

9. Lescheva M.G., Ivolga A.G., Labenko O.M. Special methodological aspects of economic analysis for rural territories development // Актуальні проблеми економіки. 2014. Vol. 159(9). Pp. 432-439.

10. Zaporozhtseva L., Kleimenov D., Kuznetsova E. et al. Transformation of socio-economic development scenarios of Russian rural areas in the context of globalization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Proceedings of the Russian Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development AgroCON-2019 (Kurgan, April 18–19, 2019). Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. Vol. 341. Article no. 012029. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012029.

### References

1. Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Yu.V. Scenario approach to setting strategy for rural sustainable development. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(3):94-102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.94. (In Russ.).

2. Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Yu.V. Development of a methodology for assessing the quality of sustainable rural development. *International Agricultural Journal*. 2020;63(1):6. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10130. (In Russ.).

3. Evgrafova L.V., Ershova V.L. Methodological aspects of formation of agrotouristic cluster structure in the economy of the region. *International Scientific Journal*. 2020;2:30-36. DOI: 10.34286/1995-4638-2020-71-2-30-36. (In Russ.).

4. Ivolga A.G., Elfimova Y.M., Shakhramanyan I.D. Rural tourism as a promising direction of self-employment of rural population. *Bulletin Peoples' Friendship Institute of the Caucasus (The economy and national economy management)*. *Economic sciences*. 2022;4(64):110-114. (In Russ.).

5. Ivolga A.G., Masalova A.A. Assessing the effectiveness of tourism organizations in Russia. Innovative aspects of service and tourism development: Collection of articles of the X International Scientific and Practical Conference, Stavropol, April 13-15, 2022. Stavropol: SEQUOIA Limited Liability Company, 2022. pp. 75-84. (In Russ.).

6. Ivolga A.G., Chaplitskaya A.A., Varivoda V.S. et al. The problem of the development of tourist and recreational complexes in the region. Stavropol: АГРУС Publishers; 2015. 194 p. (In Russ.).

7. Evgrafova L.V., Sergeeva N.A., Ismailova I.Z. et al. Assessing the functional efficiency of tourist and recreational clusters in the regions of Russia. AIP Conference Proceedings: Series 2 «Proceedings of the II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies, CAMSTech-II 2021» (Krasnoyarsk, July 29–31, 2021). Krasnoyarsk: American Institute of Physics Inc., 2022;2467:070011. DOI: 10.1063/5.0092777.

8. Besshaposny M.N., Evgrafova L.V., Lazar V.V. et al. Innovative Mechanism to Increase the Efficiency of Indirect Employment of the Rural Population. *The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems*. Heidelberg: Springer International Publishing. 2021;205(1):907-913. DOI: 10.1007/978-3-030-73097-0\_101.

9. Lescheva M.G., Ivolga A.G., Labenko O.M. Special methodological aspects of economic analysis for rural territories development. *Actual Problems of Economics*. 2014;159(9):432-439.

10. Zaporozhtseva L., Kleimenov D., Kuznetsova E. et al. Transformation of socio-economic development scenarios of Russian rural areas in the context of globalization. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Proceedings of the Russian Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development AgroCON-2019 (Kurgan, April 18–19, 2019). Kurgan: IOP Publishing Ltd. 2019;341:012029. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012029.

### Информация об авторе

Л.В. Евграфова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры связей с общественностью, речевой коммуникации и туризма ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», lyudmilaevgrafova@yandex.ru.

### Information about the author

L.V. Evgrafova, Candidate of Economic Sciences, Docent, Docent, the Dept. of Public Relations, Speech Communication and Tourism, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, lyudmilaevgrafova@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 04.05.2024; одобрена после рецензирования 23.06.2024; принята к публикации 26.06.2024.

The article was submitted 04.05.2024; approved after reviewing 23.06.2024; accepted for publication 23.06.2024.

© Евграфова Л.В., 2024

## 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 – Орбинский 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 – 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 – Меделяева 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 – Вашенко 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.***

Редакторы **А.В. Квасникова**  
Компьютерная верстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 10.07.2024 г.

Подписано в печать 30.06.2024 г. Формат 60x84<sup>1/8</sup>  
Бумага офсетная. Объем 29 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 1100 экз. Заказ № 26007  
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

